

Reihe KLIMOPASS-Berichte

Projektnr.: 4500291117/23

Etablierung eines regionalspezifischen  
Monitoring von Klimafolgen und  
Anpassungsmaßnahmen  
im Modellraum Freiburg

von F. Philipps, H. Sharaf und W. Konold

Finanziert mit Mitteln des Ministeriums für Umwelt, Klima und  
Energiewirtschaft Baden-Württemberg

März 2015

**KLIMOPASS**

**– Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg**



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

<b>HERAUSGEBER</b>	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Postfach 100163, 76231 Karlsruhe
<b>KONTAKT</b> <b>KLIMOPASS</b>	Dr. Kai Höpker, Referat Medienübergreifende Umweltbeobachtung, Klimawandel; Tel.:0721/56001465, <a href="mailto:Kai.Hoepker@lubw.bwl.de">Kai.Hoepker@lubw.bwl.de</a>
<b>FINANZIERUNG</b>	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg - Programm Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg (KLIMOPASS)
<b>BEARBEITUNG UND</b> <b>VERANTWORTLICH</b> <b>FÜR DEN INHALT</b>	Frank Philipps, Hannah Sharaf, Prof. Dr. Werner Konold Professur für Landespflege, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Tennenbacher Str. 4, 79106 Freiburg
<b>BEZUG</b>	<a href="http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/91063/">http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/91063/</a> ID Umweltbeobachtung U13-W03-N13
<b>STAND</b>	März 2015, Internetausgabe März 2016

Verantwortlich für den Inhalt sind die Autorinnen und Autoren. Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

Nachdruck für kommerzielle Zwecke - auch auszugsweise - ist nur mit Zustimmung der LUBW unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

<b>TABELLENVERZEICHNIS</b>	<b>5</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>5</b>
<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>7</b>
<b>1      <b>AUSGANGSLAGE UND ZIELE</b></b>	<b>9</b>
<b>2      <b>ANPASSUNGSSTRATEGIEN AN DEN KLIMAWANDEL</b></b>	<b>11</b>
<b>3      <b>MODELLRAUM FREIBURG</b></b>	<b>14</b>
3.1      Landschaftsgliederung	14
3.2      Landnutzung	15
3.3      Klimatische Bedingungen	16
<b>4      <b>VORGEHENSWEISE</b></b>	<b>22</b>
4.1      Methodik zur Indikatorenauswahl	22
4.1.1    Literatur- und Internetrecherche	23
4.1.2    Strukturierung der Handlungs- und Indikationsfelder	23
4.1.3    Beteiligungsverfahren mit der Stadt Freiburg	25
4.1.4    Bewertungsverfahren für den Erfolg der Anpassungsmaßnahmen	29
4.1.5    Einschränkung der Indikatoren	30
4.1.6    Dokumentation der Indikatoren und Datenquellen	31
4.2      Methodenkritik	34
<b>5      <b>DAS INDIKATOREN- BZW. MONITORINGSYSTEM</b></b>	<b>36</b>
5.1      Das Indikatorensystem	36
5.2      Die Indikatoren	38
5.2.1    Handlungsfeld: Wasserhaushalt – Wh	41
5.2.2    Handlungsfeld: Land- und Forstwirtschaft – LF	46
5.2.3    Handlungsfeld: Innerstädtische Grünfläche – IGr	56
5.2.4    Handlungsfeld: Naturschutz und Biodiversität – NB	59
5.2.5    Handlungsfeld: Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz – GBA	66
5.2.6    Handlungsfeld: Verkehr, Transport und Logistik – VTL	75
5.2.7    Handlungsfeld: Energiemanagement – Em	79

5.2.8	Handlungsfeld: Bauwesen – Bw	81
5.2.9	Handlungsfeld: Tourismus - Tou	84
5.3	Monitoring-Plattform	87
5.4	Übertragbarkeit	90
<b>6</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNG UND AUSBLICK</b>	<b>91</b>
<b>7</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>92</b>
<b>8</b>	<b>ANHANG</b>	<b>100</b>
8.1	Formular der Metadatenerhebung	100
8.2	Indikatoren-Steckbriefe	102
8.2.1	Handlungsfeld Wasserhaushalt – Wh	102
8.2.2	Handlungsfeld Land- und Forstwirtschaft – LF	115
8.2.3	Handlungsfeld: Innerstädtische Grünfläche – IGr	185
8.2.4	Handlungsfeld: Naturschutz und Biodiversität – NB	203
8.2.5	Handlungsfeld: Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz – GBA	241
8.2.6	Handlungsfeld: Verkehr, Transport und Logistik – VTL	304
8.2.7	Handlungsfeld: Bauwesen – Bw	326
8.2.8	Handlungsfeld: Tourismus – Tou	334
8.3	Tabelle: Weitere mögliche Indikatoren	345
8.4	Tabelle: Ausgeschlossene Indikatoren	384

# Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: REDUZIERUNG DER JAHRESNIEDERSCHLAGSSUMMEN DER FREIBURGER INNENSTADT. ....	21
TABELLE 2: HANDLUNGSFELDER .....	24
TABELLE 3: AN EXPERTENGESPRÄCHEN BETEILIGTE INSTITUTIONEN UND DIE BETREFFENDEN HANDLUNGSFELDER .....	26
TABELLE 4: VERTEILUNG DER INDIKATOREN AUF DIE HANDLUNGSFELDER .....	38
TABELLE 5: AUSGEWÄHLTE UND BEARBEITETE INDIKATOREN NACH HANDLUNGSFELDERN .....	38
TABELLE 6: INDIKATOREN FÜR DAS HANDLUNGSFELD „WASSERHAUSHALT“ .....	43
TABELLE 7: INDIKATOREN FÜR DAS HANDLUNGSFELD „LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT“ .....	48
TABELLE 8: INDIKATOREN FÜR DAS HANDLUNGSFELD „INNERSTÄDTISCHE GRÜNFLÄCHE“ .....	57
TABELLE 9: INDIKATOREN FÜR DAS HANDLUNGSFELD „NATURSCHUTZ UND BIODIVERSITÄT“ .....	61
TABELLE 10: INDIKATOREN FÜR DAS HANDLUNGSFELD „GESUNDHEIT, BEVÖLKERUNGS- UND ARBEITSSCHUTZ“ .....	67
TABELLE 11: INDIKATOREN FÜR DAS HANDLUNGSFELD „VERKEHR, TRANSPORT UND LOGISTIK“ .....	76
TABELLE 12: INDIKATOREN FÜR DAS HANDLUNGSFELD „ENERGIEMANAGEMENT“ .....	80
TABELLE 13: INDIKATOREN FÜR DAS HANDLUNGSFELD „BAUWESEN“ .....	82
TABELLE 14: INDIKATOREN FÜR DAS HANDLUNGSFELD "TOURISMUS" .....	85
TABELLE 15: WEITERE DENKBARE INDIKATOREN FÜR DAS HANDLUNGSFELD „WASSERHAUSHALT“ .....	345
TABELLE 16: WEITERE DENKBARE INDIKATOREN FÜR DAS HANDLUNGSFELD „LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT“ .....	350
TABELLE 17: WEITERE DENKBARE INDIKATOREN FÜR DAS HANDLUNGSFELD „INNERSTÄDTISCHE GRÜNFLÄCHE“ .....	356
TABELLE 18: WEITERE DENKBARE INDIKATOREN FÜR DAS HANDLUNGSFELD „NATURSCHUTZ UND BIODIVERSITÄT“ .....	359
TABELLE 19: WEITERE DENKBARE INDIKATOREN FÜR DAS HANDLUNGSFELD „GESUNDHEIT, BEVÖLKERUNGS- UND ARBEITSSCHUTZ“ .....	366
TABELLE 20: WEITERE DENKBARE INDIKATOREN FÜR DAS HANDLUNGSFELD „VERKEHR, TRANSPORT UND LOGISTIK“ .....	376
TABELLE 21: WEITERE DENKBARE INDIKATOREN FÜR DAS HANDLUNGSFELD „ENERGIEMANAGEMENT“ .....	379
TABELLE 22: WEITERE DENKBARE INDIKATOREN FÜR DAS HANDLUNGSFELD „BAUWESEN“ .....	380
TABELLE 23: WEITERE DENKBARE INDIKATOREN FÜR DAS HANDLUNGSFELD „TOURISMUS“ .....	381
TABELLE 24: AUSGESCHLOSSENE INDIKATOREN FÜR DAS HANDLUNGSFELD „WASSERHAUSHALT“ .....	384
TABELLE 25: AUSGESCHLOSSENE INDIKATOREN FÜR DAS HANDLUNGSFELD „LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT“ .....	385
TABELLE 26: AUSGESCHLOSSENE INDIKATOREN FÜR DAS HANDLUNGSFELD „INNERSTÄDTISCHE GRÜNFLÄCHE“ .....	386
TABELLE 27: AUSGESCHLOSSENE INDIKATOREN FÜR DAS HANDLUNGSFELD „NATURSCHUTZ UND BIODIVERSITÄT“ .....	386
TABELLE 28: AUSGESCHLOSSENE INDIKATOREN FÜR DAS HANDLUNGSFELD „GESUNDHEIT, BEVÖLKERUNGS- UND ARBEITSSCHUTZ“ .....	387
TABELLE 29: AUSGESCHLOSSENE INDIKATOREN FÜR DAS HANDLUNGSFELD „VERKEHR, TRANSPORT UND LOGISTIK“ .....	389
TABELLE 30: AUSGESCHLOSSENE INDIKATOREN FÜR DAS HANDLUNGSFELD „ENERGIEMANAGEMENT“ .....	390
TABELLE 31: AUSGESCHLOSSENE INDIKATOREN FÜR DAS HANDLUNGSFELD „TOURISMUS“ .....	391

# Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: STADTKREIS FREIBURG I. BR. ....	14
ABBILDUNG 2: VERLAUF DER JAHRESMITTELTEMPERATUREN FÜR DIE STATIONEN FREIBURG INNENSTADT (1991-2006), FREIBURG FLUGPLATZ (2007-2014) UND EMMENDINGEN-MUNDINGEN (1991-2014). ....	17
ABBILDUNG 3: MONATLICHER WÄRMEINSELEFFEKT DER DWD-WETTERSTATION FREIBURG INNENSTADT. ....	18
ABBILDUNG 4: VERLAUF DER JAHRESMITTELTEMPERATUREN DER STATIONEN FREIBURG INNENSTADT (1961-2014), FREIBURG FLUGPLATZ (2007-2014) UND FREIBURG INNENSTADT ABZÜGLICH DES WÄRMEINSELEFFEKTES. ....	19

ABBILDUNG 5: HÄUFIGKEITSVERTEILUNG DER JAHRESMITTELTEMPERATUREN FÜR DIE KLIMANORMALPERIODE 1961-1990 (30 JAHRE) UND DIE PERIODE 1991-2014 (24 JAHRE) AN DER STATION FREIBURG.	20
ABBILDUNG 6: ENTWICKLUNG DES JAHRESNIEDERSCHLAGES IN FREIBURG VON 1961-1990.	21
ABBILDUNG 7: INDIKATOREN-STECKBRIEF	33
ABBILDUNG 8: FREIBURGER BÄCHLE (H. SHARAF)	41
ABBILDUNG 9: REGENRÜCKHALTEBECKEN BREITMATTE (H. SHARAF)	44
ABBILDUNG 10: HAGELSCHNUTZNETZE ÜBER APFELBÄUMEN IM TUNIBERG (H. SHARAF)	51
ABBILDUNG 11: TIEFE FAHRSPUREN AUF FORSTWEGEN IM MOOSWALD (H. SHARAF)	52
ABBILDUNG 12: STURMWURF IM MOOSWALD (H. SHARAF)	53
ABBILDUNG 13: STADTPARK FREIBURG (H. SHARAF)	56
ABBILDUNG 14: MIT BÄUMEN GESÄUMTE STRASSE IN FREIBURG. (H. SHARAF)	56
ABBILDUNG 15: BIOTOPVERNETZUNGSMAßNAHMEN, AMPHIBIENSCHUTZ UND WIEDERVERNÄSSUNG DES MOOSWALDS. (H. SHARAF)	60
ABBILDUNG 16: RASENGLEISE (H. SHARAF)	70
ABBILDUNG 17: DER OPFINGER BAGGERSEE (H. SHARAF)	72
ABBILDUNG 18: HANGBEFESTIGUNG NACH EINEM ERDRUTSCH AM TUNIBERG. (H. SHARAF)	77
ABBILDUNG 19: DIE SCHAUINSLANDBAHN (H. SHARAF)	77
ABBILDUNG 20: SCHRANKE AM DREISAMUFERWEG, WELCHE SICH BEI HOCHWASSER AUTOMATISCH SCHLIEßT. (H. SHARAF)	77
ABBILDUNG 21: DER SCHAUINSLAND IM WINTER (H. SHARAF)	86
ABBILDUNG 22: WEBSEITE ZUR INDIKATOREN-DARSTELLUNG	89
ABBILDUNG 23: FORMULAR ZUR METADATENERHEBUNG	101

# Zusammenfassung

Die Strategien des Bundes und der Länder sehen, als Grundlage für eine erfolgreiche Anpassung an den Klimawandel, ein konsequentes Monitoring der Klimafolgen sowie der Maßnahmen zur Adaption vor. Anpassungsstrategien müssen zukünftige ökologische, ökonomische und soziale Entwicklungen berücksichtigen. Bei Veränderungen hinsichtlich der Dynamik und der Ausmaße des Klimawandels muss bei Bedarf nachjustiert werden können. Aus diesem Grund wird ein Monitoring als Prüf- und Kontrollsystem als notwendig erachtet.

Aufbauend auf den Ergebnissen des Vorgängerprojektes „Entwicklung eines Konzepts zum Monitoring von Klimafolgen und Anpassungsmaßnahmen anhand eines Modellraums in Baden-Württemberg“ (Laufzeit: 1. Oktober 2013 bis 31. März 2015) hat dieses Vorhaben das Ziel, für den Raum Freiburg exemplarisch ein Indikatorensystem zum Monitoring der Klimafolgen und der Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel zu entwickeln und in den städtischen Verwaltungsapparat zu integrieren und dort zu erproben.

Da das zu erstellende Indikatorensystem auf vorhandenen Datenquellen oder bereits existierenden Indikatoren aufgebaut werden sollte, war die Beteiligung von Fachexperten eine wesentliche Voraussetzung für den Projekterfolg. Nicht nur die fachliche Beratung und Bewertung der Eignung der Indikatoren waren von großer Bedeutung, sondern auch die Erschließung der Datenquellen zur Ausarbeitung und Darstellung der gewählten Parameter. Eine enge Zusammenarbeit mit Vertretern des Umweltschutzamtes der Stadt Freiburg wurde bezweckt, um ein Fortbestehen des Indikatorensystems über das Projektende hinaus zu ermöglichen. Das Umweltschutzamt der Stadt Freiburg ist für die ressortübergreifende Bearbeitung des Themas „Klimawandel und Anpassungsmaßnahmen“ federführend zuständig. Die bereits bestehende abteilungsübergreifend gebildete Arbeitsgemeinschaft (AG Adaption) der Stadt Freiburg zur handlungsfeldübergreifenden Bearbeitung des Themas Klimawandel konnte im Rahmen des Projektes mehrfach genutzt werden. Durch Vorstellung des Projektes bei einem turnusmäßigen Treffen der AG Adaption wurden die Ziele und die Notwendigkeit zur Zusammenarbeit deutlich gemacht. Eine anschließend daran durchgeführte Metadaterhebung bei den Teilnehmern der AG legte die Basis zur Auswahl von geeigneten Indikatoren. In einem kontinuierlichen Abstimmungsprozess mit zuständigen Fachvertretern in Form von Gesprächen mit dem Inhalt zur Eignung und zur Verfügbarkeit von Daten zu den jeweiligen Indikatoren konnte die Grundlage für das Indikatorensystem gelegt werden.

Darüber hinaus der unterschiedlicher Behörden und Verwaltungsebenen sowie Verbänden wurden Daten gesammelt, die als Indikatoren herangezogen werden konnten. Die Informationen wurden

entsprechend ihrer Verwendung aufbereitet so dass die Auswirkungen des Klimawandels bzw. Stand und Erfolg von Anpassungsmaßnahmen für die Stadt Freiburg dokumentiert.

Im Gesamtüberblick über alle neun Handlungsfelder sind zum Abschluss des Projektes 72 Indikatoren in das Monitoringsystem integriert. 184 Indikatoren sind noch nicht abschließend hinsichtlich Eignung und Verfügbarkeit geprüft. Bislang wurde 36 Indikatoren verworfen. Aus unterschiedlichen Gründen konnten noch nicht alle Indikatoren bis zur vollständigen Umsetzungsreife entwickelt werden. Die häufig fehlende Datengrundlage bzw. Dokumentation sowie die weite Streuung der Datenhalter sind als die häufigsten Ursachen zu nennen. Das vorgeschlagene Indikatorenset verteilt sich bisher noch etwas unausgewogen auf die Handlungsfelder und auch auf die Impact- und Response-Ebenen.

Als Ergebnis des Projekts liegt ein regionalbezogenes Indikatorensystem vor, das für jedes der betrachteten Handlungsfelder im Modellraum eine Reihe von Klimaeinfluss- und Anpassungsindikatoren vorschlägt. Den Projektzielen entsprechend soll das Indikatorensystem der Stadt Freiburg übergeben werden, so dass dieses in die vorhandene IT-Infrastruktur eingefügt werden kann und zukünftig als Werkzeug bei den Aufgaben, die sich im Zuge des Klimawandels stellen werden, genutzt werden kann.



# 1 Ausgangslage und Ziele

Nach dem fünften Sachstandsbericht des Weltklimarats (IPCC 2014) ist die Globaltemperatur zwischen 1880 und 2012 um 0,85 °C angestiegen und der Klimawandel inzwischen eindeutig nachgewiesen. Entscheidend für die Zukunft ist, wie sich das Klima weiterentwickelt und welche Folgen dies mit sich bringt. Klimaschutzmaßnahmen können den laufenden Prozess der Erwärmung heute schon nicht mehr vollständig aufhalten, deshalb besteht die Notwendigkeit sich an die Auswirkungen des Klimawandels anzupassen. Die Auswahl geeigneter Adaptionsmaßnahmen benötigt möglichst detaillierte und regionale Informationen über die tatsächlichen Entwicklungen, denn jedes Gebiet ist in unterschiedlichem Ausmaß von den Folgen betroffen.

Die Deutsche Anpassungsstrategie (DAS 2008) sowie die bislang vorliegenden Anpassungsstrategien der Länder gehen davon aus, dass eine erfolgreiche Adaption an den Klimawandel nur gelingt, wenn ein konsequentes Monitoring der Klimafolgen sowie der Anpassungsmaßnahmen erfolgt. Erst dadurch lassen sich eine Effizienzkontrolle und ein Nachjustieren von Anpassungsmaßnahmen ressourcenorientiert vornehmen.

In ähnlicher Form äußert sich der Deutsche Städtetag, indem er die besondere Bedeutung zur Anpassung von Städten und Kommunen an den Klimawandel hervorhebt. Die Ballung wirtschaftlicher Werte und breiter betroffener Bevölkerungskreise ergibt für dichtbesiedelte Räume eine besondere Empfindlichkeit für die Folgen des Klimawandels (KÖPPEL 2014). In einem Positionspapier zur Anpassung an den Klimawandel definiert der Deutsche Städtetag die Handlungsfelder der Kommunen und beschreibt Maßnahmenkataloge zur zukünftigen Ausrichtung des Anpassungsprozesses in den Städten. Darüber hinaus wird die Schaffung einer Koordinationsstelle mit entsprechender personeller Ausstattung in den Städten gefordert, um eine geschäftsübergreifende Bearbeitung im Sinne eines ganzheitlichen Ansatzes gewährleisten zu können (DEUTSCHER STÄDTETAG 2012).

Die Zukunftsprognosen über Auswirkungen und Sekundärfolgen des Klimawandels bergen eine große Unsicherheit. Aus diesem Grund bedarf es einer wiederholten Erfassung des Ist-Zustandes über einen längeren Zeitraum, um die tatsächlich klimainduzierten Veränderungen wahrzunehmen. Dies ermöglicht die Regionalisierung globaler Aussagen, unterstützt die Identifizierung besonders vulnerabler Bereiche und erlaubt eine Verifizierung der Klimamodelle.

Auf dieser Grundlage lassen sich dann geeignete Anpassungsmaßnahmen ableiten, welche aber ebenfalls überwacht werden müssen. Dieses Vorgehen kann das Thema Adaption greifbarer machen und als politische Entscheidungsgrundlage dienen. Eine Beobachtung der Entwicklung der umge-

setzten Initiativen dient der Evaluation, Analyse und Bewertung der jeweiligen Maßnahme und ist unabdingbar, um die Erfolgsaussichten abzuschätzen.

Aus diesem Grund hat das beantragte Vorhaben zum Ziel, das im Forschungsvorhaben „Entwicklung eines Konzepts zum Monitoring von Klimafolgen und Anpassungsmaßnahmen anhand eines Modellraums in Baden-Württemberg“ (Laufzeit: 1. Oktober 2013 bis 31. März 2015) erarbeitete Konzept eines regionalspezifischen Indikatorensystems, im Dialog mit regionalen Verantwortlichen und weiteren Fachleuten, als Modell im Gebiet der Stadt Freiburg zu installieren.

Hierzu wird, unter Einbeziehung lokaler und regionaler Experten (Behördenvertreter, auch ehrenamtliche Fachleute), ein für mehrere Handlungsfelder gültiges regionales Monitoringsystem entwickelt und modellhaft erprobt.

Der Modellraum ist durch viele Gradienten gekennzeichnet (Höhenlage, Klima, ...) und ist aufgrund des Klimas, der Naturausstattung und weiterer natürlicher Dispositionsfaktoren bereits heute von Extremereignissen betroffen. Betrachtet werden die für den Raum Freiburg bedeutendsten Sektoren Wasserhaushalt, Land- und Forstwirtschaft, Naturschutz und Biodiversität, innerstädtische Grünfläche, menschliche Gesundheit, Energiemanagement, Bauwesen und Verkehr sowie Tourismus. Als Datengrundlage dienen neben der Auswertung von Literatur, Wetter-/ Geodaten vor allem Expertengespräche mit Behördenvertretern und weiteren Datenhaltern der zuvor genannten Sektoren.

Die Auswertung der Daten u. a. von DWD-Wetterstationen belegt die bereits im Ist-Zustand starken Einflüsse des Wetters und Klimas in Form von Extremereignissen. Aus den Wetterdaten lassen sich für einzelne Parameter, beispielsweise die Zunahme von Sommertagen oder Tropennächten in Freiburg, Trends nachweisen. Die Projektionen für den Klimawandel im Modellraum bis 2050 (DWD-Ensemble) weichen nicht besonders von Landesprognose ab. Lediglich die überdurchschnittliche Zunahme der Anzahl heißer Tage, könnte die Hitzebelastung in Freiburg stärker als in anderen Regionen verschärfen.

## 2 Anpassungsstrategien an den Klimawandel

Das Thema Klimawandel und Adaption gewinnt zunehmend an Bedeutung. Viele Europäische (z. B. Schottland: Climate X-Change) und nicht-europäische Mitgliedsstaaten (Schweiz: BAFU) sind bereits aktiv bei der Entwicklung von Anpassungsstrategien, Adaptionsmaßnahmen und Monitoringsystemen. Auch werden immer mehr überregionale und länderübergreifende Anpassungsprojekte etabliert. Meist befindet sich die Klimaanpassung jedoch noch in den Anfangsstadien und müssen weiter ausgebaut werden.

2007 legte die EU-Kommission ein Grünbuch als ein erstes Diskussionspapier zur Anpassung an den Klimawandel vor. Im Jahr 2009 folgten dann die ersten strategischen Ansätze für gezielte Klimaanpassungsmaßnahmen. Die Generaldirektion Climate Action (DG CLIMA) der EU-Kommission wurde mit der Koordination, Unterstützung, Etablierung und Bewertung von grenzüberschreitenden Maßnahmen betraut. 2012 ging die Internetplattform „Climate-ADAPT“ online, welche dem länderübergreifenden Informationsaustausch über Anpassungsmaßnahmen dient. Eine umfassende Datenbank gibt Auskunft über eine Vielzahl an Projekten, Publikationen, Fallstudien, Indikatoren und Daten (UBA 2012). 2013 wurde dann die EU-Anpassungsstrategie beschlossen. Eines ihrer Hauptziele ist die Förderung von Maßnahmen der Mitgliedsstaaten. Finanzielle Unterstützungen sollen den Anreiz bieten umfassende Anpassungsstrategien zu entwickeln und Adaptionkapazitäten aufzubauen (BVOED 2013).

Deutschland hat schon 2008 die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) entwickelt. Der dadurch erstellte Rahmen zur Adaption an die Folgen des Klimawandels in Deutschland dient als Orientierung für die Entwicklung von Strategien in den Bundesländern oder durch andere Akteure. Die Risiken des Klimawandels werden anhand eines Monitorings bewertet, Handlungsbedarf und mögliche Adaptionsmaßnahmen benannt, Ziele definiert und deren Erfolg kontrolliert. Zur weiteren Ausgestaltung der DAS wurde 2011 der Aktionsplan Anpassung (APA) erarbeitet. Er unterlegt die in der DAS genannten Ziele und Handlungsoptionen mit spezifischen Aktivitäten. Die Erstellung eines Indikatorensets und indikatorengestützten Berichts ist eine der Aufgaben der APA. Das Indikatorenset wird vom Umweltbundesamt (UBA) erarbeitet. Dadurch soll die Herausgabe eines regelmäßigen Indikatorenberichts ermöglicht werden, welcher über die Herausforderungen in Deutschland im Anpassungsbereich und die Umsetzung von Adaptionen informiert.

Die meisten Bundesländer besitzen bereits eine Anpassungsstrategie an den Klimawandel oder einen ausgearbeiteten Maßnahmenkatalog. Monitoringsysteme zur Überwachung der Klimafolgen

und Adaptionsmaßnahmen sind bisher aber eher die Ausnahme. Bestehende Indikatorensysteme, wie die NHS-Indikatoren (Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie), NBS-Indikatoren (Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt) oder auch die LIKI-Indikatoren (Nachhaltigkeitsstrategie NRW) bieten Schnittpunkte zu Klimafolgen und Adaption, spiegeln aber nur einen Bruchteil wider.

Sachsen hat als eines der ersten Bundesländer reagiert und schon 2010 mit dem Aufbau eines umfassenden Klimafolgenmonitorings begonnen. Diese beinhalten Indikatoren welche die Auswirkungen des Klimawandels beschreiben. Ebenso wie die DAS ist der Aufbau nach Sektoren getrennt und dem DPSIR-Schema<sup>1</sup> strukturiert. Anpassungsmaßnahmen sind jedoch noch nicht in dieses System integriert (SMUL 2014).

Der Freistaat Thüringen hat 2013 ebenfalls mit der Arbeit an einem indikatorengestützten Klimafolgenanpassungsmonitoring begonnen, um eine Fehladaptation zu verhindern. Die Thüringer Klimaagentur wurde mit dieser Aufgabe betraut und hat auch schon die ersten Impact- und Response-Indikatoren entwickelt.

Baden-Württemberg veröffentlichte 2005 den Bericht „Klimawandel – Auswirkungen, Risiken, Anpassung. Analyse spezifischer Verwundbarkeit und Handlungsoptionen im Land Baden-Württemberg“. Aus den umfangreichen Analysen wurden Erfordernisse zur Anpassung abgeleitet. 2011 folgte der Vulnerabilitätsbericht der Region Stuttgart, welcher diese Themen weiter vertiefte. Erst mit dem Klimaschutzgesetz (KSG) hat sich das Land 2013 dazu verpflichtet, eine Strategie zur Anpassung an die sich verändernden klimatischen Bedingungen zu entwickeln und umzusetzen. 2014 führte die Landesregierung diesen Auftrag mit der Vorlage eines ersten Entwurfs aus. Geplant ist die Vorbereitung auf die zu erwartenden Folgen (2021-2050) und das Hinweisen auf mögliche in der fernerer Zukunft liegende Entwicklungen (2071-2100). In einem dreijährigen Rhythmus soll über die Fortschreitenden Erkenntnisse zum Klimawandel sowie eingeleitete Adaptionsmaßnahmen informiert werden. Hierfür wird ein Monitoring eingerichtet, welches zugleich als Basis für eine spätere Fortschreibung der Anpassungsstrategie dient. Der bisherige Entwurf wurde im Kontext der Erkenntnisse des Weltklimarats (IPCC) und im Einklang mit den politischen Aktivitäten der europäischen Union sowie bundesweiten Anstrengungen erstellt. Die Ergebnisse der DAS werden aufgegriffen und vertieft unter Berücksichtigung landesspezifischer Gegebenheiten weiter entwickelt. (UM 2014)

---

<sup>1</sup> Das DPSIR-Schema beschreibt bei der Darstellung von Umweltbelangen eine Abfolge von Zusammenhängen zwischen Einflussgrößen und Wirkung auf die Umwelt (D = Driving Forces; P = Pressure; S = State; I = Impact; R = Response). (<http://www.umwelt.sachsen.de>)

Neben den Bundesländern haben auch einzelne Städte wie Nürnberg (2012) und Karlsruhe (2013) eigene Anpassungsstrategien entwickelt. Auch Freiburg richtete 2010 schon die AG Adaption, bestehend aus Fachvertretern betroffener Behörden ein, um einen umfassenden Adaptionenmaßnahmenplan zu erstellen. Um diesen Maßnahmenplan in seiner Eignung und Umsetzung zu überprüfen, wird seit 2013 ein modellhaftes Indikatorensystem für den Stadtkreis entwickelt. Mit einer Implementierung wäre Freiburg die erste Stadt in Deutschland mit einem für sie zugeschnittenen lokalen Monitoring.

# 3 Modellraum Freiburg

Der Modellraum Freiburg wurde gewählt, weil er aufgrund des Klimas, der Naturausstattung und weiterer natürlicher Dispositionsfaktoren bereits heute von Extremereignissen (Hochwasser Hagel, Sturm und Hitzestress) überdurchschnittlich stark betroffen ist und sich diese Situation durch den Klimawandel noch weiter verschärfen wird. Zudem ist der Raum Freiburg durch Gradienten (Höhenlage und Klima) gezeichnet, sodass Aussagen über die die Klimafolgen sowie durchgeführte Anpassungsmaßnahmen ein breites Spektrum abdecken. Die Grenzen des Modellraums decken sich mit denen des Stadtkreises und so umfasst das Gebiet eine Fläche von 153 km<sup>2</sup> (Abbildung 1).

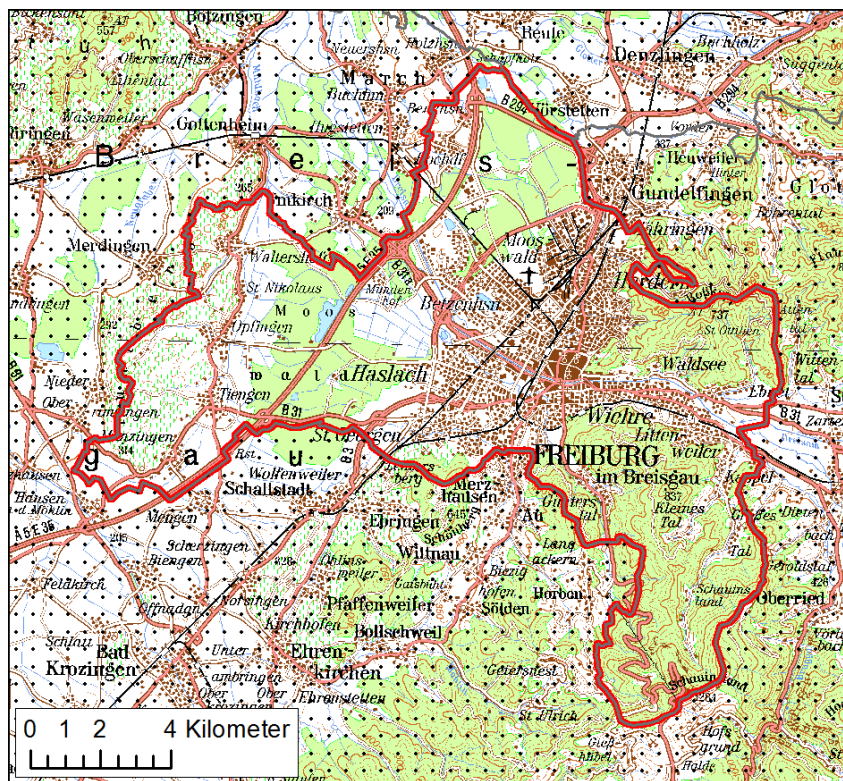


Abbildung 1: Stadtkreis Freiburg i. Br.

## 3.1 Landschaftsgliederung

Der Stadtkreis Freiburg liegt im Südwesten Baden-Württembergs und ist zum überwiegenden Teil vom Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald umgeben. Eine weitere Grenze über etwa drei Kilometer besteht zum nördlich gelegenen Landkreis Emmendingen. Der Stadtkreis Freiburg liegt innerhalb der drei naturräumlichen Haupteinheiten Freiburger Bucht, Markgräfler Hügelland und Hochschwarzwald. (FISCHER & KLINCK 1967; REICHELT 1964) Nach SSYMANK (1994) liegt der

Modellraum in den Raumeinheiten Schwarzwald (D54) und Oberrheinisches Tiefland/Rhein-Main-Tiefland (D53).

Der höchste Punkt im Modellraum ist der Gipfel des Schauinslands mit 1.284 m ü. NN. Mehr als 1000 m Höhenunterschied kennzeichnen Freiburg unter den deutschen Großstädten, als die mit dem stärksten Gradienten. Immerhin 17 % der Fläche des Modellraumes befindet sich in der montanen Höhenstufe über 450 m ü. NN. Ein Großteil der Stadt liegt jedoch auf dem Schwemmkegel der Dreisam und wird umgeben von Bergen der Vorbergzone, die wie der Schlossberg (456 m) direkt in das Gebiet hineinragen. Roßkopf (737 m), Brombergkopf (837 m) und Schönberg (645m) sind beliebte Naherholungsziele der Freiburger Bevölkerung.

Die Dreisam durchquert die Stadt und entsteht durch den Zusammenfluss mehrerer Schwarzwald-bäche im Zartener Becken. Der aus dem Höllental kommende Rotbach wird als Oberlauf der Dreisam angesehen. Ihm fließen Wagensteigbach (mit Ibenbach), Zastler Bach, Brugga und in Freiburg-Ebnet der Eschbach zu. Oberhalb Riegel, kurz vor dem Beginn des Leopoldskanals münden die Glotter und die Alte Dreisam ein (RP FREIBURG 2007). Die Dreisam wurde von 1817-1846 von Freiburg bis Riegel korrigiert und ist auf dieser Strecke von 27 km Länge massiv ausgebaut, vorwiegend im Doppeltrapezprofil. Der Abfluss im Jahresgang ist typisch für ein Gewässer des Schwarzwaldes: Im Winter und Frühjahr werden die größten Wassermengen abgeführt (höchster registrierter Abfluss 155 m<sup>3</sup>/s, Pegel Ebnet), im Sommer und Herbst herrscht Niedrigwasser. Der mittlere Jahresabfluss MQ am Pegel Ebnet beträgt circa 6,4 m<sup>3</sup>/s (RP FREIBURG 2007).

## 3.2 Landnutzung

Die dominierenden Landnutzungsformen im Modellraum sind Wald mit 43 % und Landwirtschaft mit etwas mehr als 23,6 % Flächenanteil. (FR.ITZ 2015) Wärmeliebende, eichenreiche Laubwälder der tieferen Ebenen (Mooswald) wachsen in enger Nachbarschaft zu den nadelbaumreichen Bergmischwäldern des Schwarzwalds, welche rund 60 % des Stadtwaldes einnehmen. Die Freiburger Mooswälder zählen zu den größten zusammenhängenden Waldflächen des Oberrheins und sind von großer Bedeutung für das Klima und den Artenschutz (STADT FREIBURG 2015).

6.614 ha der Fläche Freiburgs wird landwirtschaftlich genutzt, davon das meiste als Ackerland. Auch der Obst- und Weinbau hat mit 21 % Anteil einen sehr hohen Stellenwert. (FR.ITZ 2015) Weinbauflächen bestehen hauptsächlich in den Hanglagen des Tunibergs und des Schönbergs. Die Vielfalt ist groß und der Anteil ökologisch bewirtschafteter Flächen liegt deutlich über dem Landesdurchschnitt. (BZ 2011) Die Tierhaltung spielt kaum eine Rolle und es gibt nur vereinzelte Kuh-, Schwein-, Schaf-, Ziegen- und Hühnerhalter. Ein Großteil des Stadtkreises besteht aus

Siedlungsräumen (Flächen nicht-durchgängig städtischer Prägung). Hinzu kommen Sport- und Freizeitanlagen sowie Industrie und Gewerbeflächen.

### 3.3 Klimatische Bedingungen

Großklimatisch betrachtet liegt Freiburg innerhalb der immerfeuchten gemäßigten Klimazone. Prägend für diesen Raum sind die entlang der Westwinddrift ziehenden Tiefdruckgebiete mit ihren feuchten Luftmassen. Dadurch sind Niederschläge zu allen Jahreszeiten gegeben. Mehrwöchige Trockenwetterlagen oder Niederschlagsperioden sind seltener, aufgrund ihrer z. T. schwerwiegenden Auswirkungen ist ihre Relevanz für alle Handlungsfelder aber außerordentlich hoch. Entsprechend ihrer Höhenlage ist das Klima in der Ebene wärmer und trockener als in den Hochlagen des Schwarzwaldes, wo das Klima eher frisch bis kühl ist. Im Winter fallen die Niederschläge häufig als Schnee, der in den Hochlagen bis zum Beginn des Frühjahrs liegen bleiben kann. Eine besonders für das Stadtklima wichtige lokalklimatische Gegebenheit ist der sog. Höllentäler. Es handelt sich dabei um tagesperiodisches Windsystem, welches in der Nacht Frischluft von den sich rascher abkühlenden Hochlagen entlang des Höllentals in die Innenstadt führt.

Bei der Betrachtung der klimatischen Bedingungen des Stadtkreises Freiburgs ist zu beachten, dass sich die Tieflagen der Oberrheinebene, die hier als Breisgauer Bucht bezeichnet werden, deutlich von den Hang- und Hochlagen des Schwarzwaldes unterscheiden. Die Breisgauer Bucht liegt in der sog. kollinen Höhenstufe, die bis etwa 300 m ü. NN reicht. Die Hang- und Hochlagen des Schwarzwaldes befinden sich in den daran anschließenden submontanen bis hochmontanen Höhenstufen mit dem Schauinsland als höchste Erhebung innerhalb des Stadtkreises (Höhe von 1.284 m ü. NN).

#### **Lufttemperatur**

Durch seine Lage im äußersten Südwesten Deutschlands gilt die City Freiburgs als eine der wärmsten Städte Deutschlands. Die Jahresmitteltemperatur der Klimanormalperiode 1961-1990 liegt für die Innenstadt Freiburgs bei 10,7 °C. Die Messung der Lufttemperatur wurde vom Deutschen Wetterdienst (DWD) bis zum Ende des Jahres 2006 im Stadtzentrum durchgeführt. Mithin wurde diese Messung bis zu diesem Zeitpunkt auch durch den sog. Wärmeinseleffekt (UHI, urban heat island), der als ein typisches Phänomen des Stadtklimas gilt, bestimmt. In urbanen Ballungsräumen sind demnach im Vergleich zur ländlichen Umgebung bodennah höhere Lufttemperaturen zu beobachten. Die Abweichungen des Stadtklimas zum Umlandklima sind abhängig von der Größe der Stadt und ihrer Stadtstruktur (Baudichte, Bauhöhen, Grünflächenanteil, usw.). Die allgemeinen klimatischen Gegebenheiten (Klimazone, Wetterlagen, atmosphärische Strömungen) sowie die Topo-



graphie, die Auswirkungen auf das Lokalklima haben kann, wie es z. B. auch für den bereits erwähnten Höllentäler gilt, stellen weitere Faktoren für die städtische Wärmeinsel dar. Die Intensität des Wärmeinseleffektes variiert daher von Stadt zu Stadt. Beziffert wird der Wärmeinseleffekt mit Werten zwischen +1 K bis +3 K (HÄCKEL 1985).

Die Verlegung der Wetterstation Ende des Jahres 2006 an den Stadtrand Freiburgs bringt das Problem mit sich, dass infolge der nun veränderten lokalklimatischen Bedingungen (kein städtischer Wärmeinseleffekt am neuen Standort Freiburg-Flugplatz) die langjährige Zeitreihe gewissermaßen als unterbrochen angesehen werden muss. Abbildung 2 zeigt den Verlauf der Jahresmitteltemperaturen für die Stationen Freiburg Innenstadt (1991-2006) und Freiburg Flugplatz (2007-2014). Deutlich tritt der Unterschied von ca. 1 °C zwischen den beiden Freiburger Stationen hervor. Bedauerlicherweise wurde vor der Abschaltung der Station in der Innenstadt nur für einen Monat (Dezember 2006) ein Parallel-Betrieb beider Stationen durchgeführt. Die Durchschnittstemperatur für den Monat Dezember wich demnach am neuen Standort um -1,3 °C ab (freundliche Zurverfügungstellung der Messreihe durch Herrn Kümmerle vom Deutschen Wetterdienst, Freiburg).

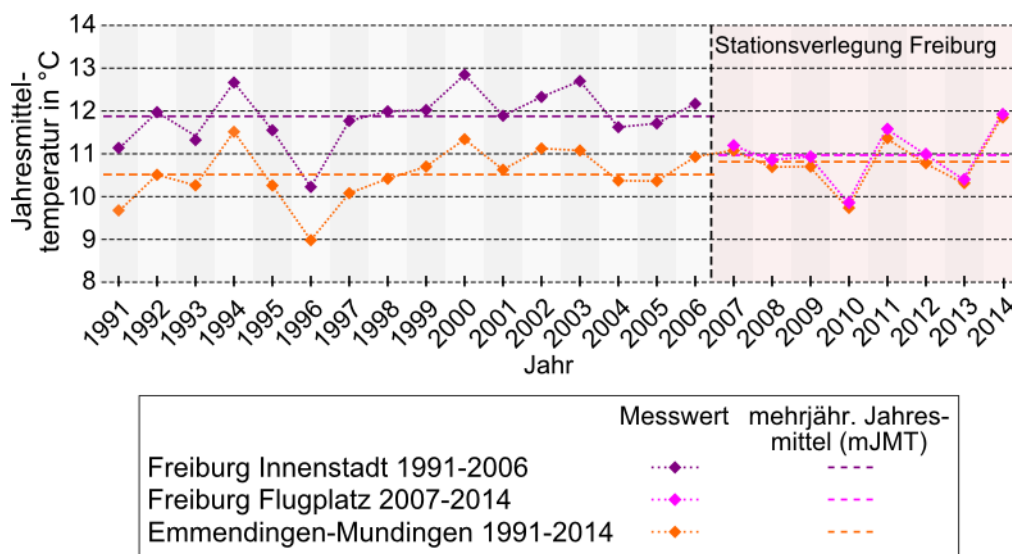
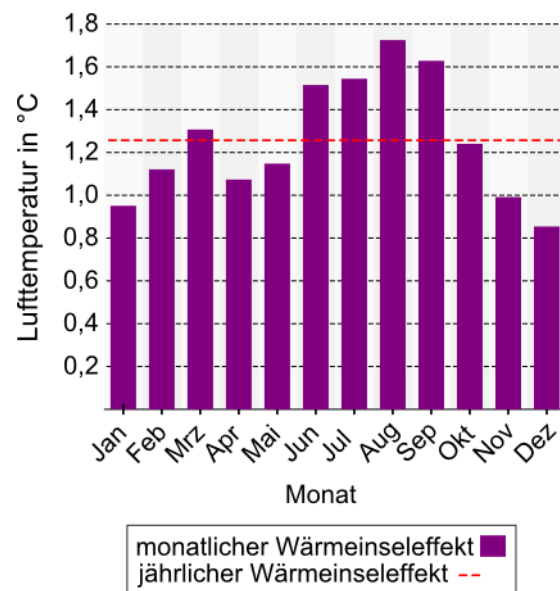


Abbildung 2: Verlauf der Jahresmitteltemperaturen für die Stationen Freiburg Innenstadt (1991-2006), Freiburg Flugplatz (2007-2014) und Emmendingen-Mundingen (1991-2014).

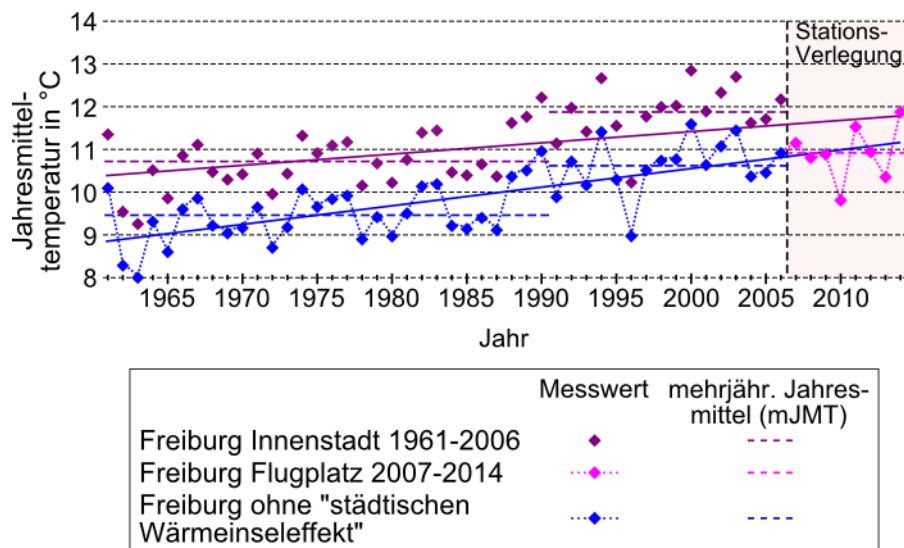
Anhand einer weiteren Wetterstation wurde im Rahmen des Projektes eine Kalkulation durchgeführt, um die Höhe des Wärmeinseleffekts für Freiburg sowohl monatlich aufgeschlüsselt als auch für das Jahresmittel abschätzen zu können (quasi analoges Vorgehen zum Parallelbetrieb der beiden Freiburger Stationen im Dezember 2006). Voraussetzung für dieses Vorgehen ist das diese Lufttemperaturwerte unter gleichen regionalklimatischen Bedingungen erhoben wurden. Nur dadurch kann eine Vergleich- und Übertragbarkeit gewährleistet werden. Als geeignet erwies sich die etwa 13 Kilometer nördlich gelegene DWD-Wetterstation Emmendingen-Mundingen. Diese Wetterstation weist den gleichen Verlauf der Jahresmitteltemperatur auf (s. Abbildung 1). Das lang-

jährige Mittel der Periode 1991-2006 gegenüber der Periode 2007-2014 weist an der Station Emmendingen-Mundingen einen Unterschied von  $+0,3\text{ °C}$  auf. Es kann mit einer sehr großen Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass diese Differenz (Erwärmung) auch für Freiburg gültig ist. Daher muss die gemessene Differenz von  $1\text{ °C}$  an den Freiburger Stationen hinzuaddiert werden. Der Wärmeinseleffekt von der Innenstadt zur Stadtrandlage Freiburgs lässt sich damit auf insgesamt  $1,3\text{ °C}$  abschätzen. Auf diese Art wurde für alle Monate des Jahres der Wärmeinseleffekt berechnet. Aus Abbildung 3 geht hervor, dass der Unterschied vom Umland zur städtischen Wärmeinsel Freiburgs in den Sommermonaten und dem Monat September die höchsten Werte aufweist. Die so herausgearbeiteten Werte für den Freiburger Wärmeinseleffekt bewegen sich größenordnungsmäßig im Bereich der von SCHLÜNZEN ET AL. (2010) für Hamburger Stadtteil St. Pauli mit  $1-1,5\text{ °C}$  ermittelten Werte.



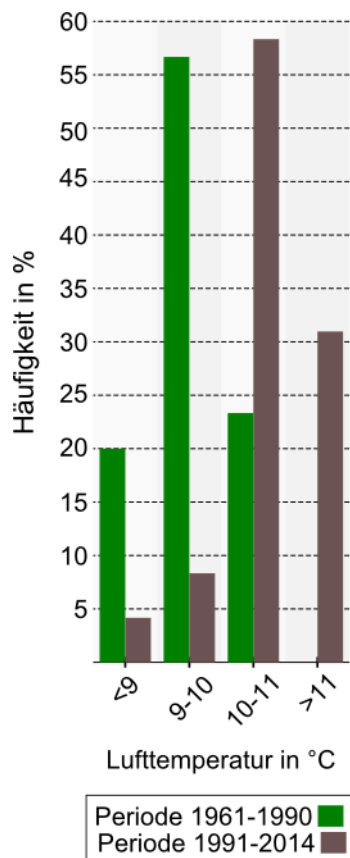
**Abbildung 3: Monatlicher Wärmeinseleffekt der DWD-Wetterstation Freiburg Innenstadt.**

Indem der Wärmeinseleffekt für Freiburg nun quantitativ abgeschätzt wurde, ist es möglich die Entwicklung der Jahresmitteltemperaturen kontinuierlich bis in die Gegenwart und somit auch über den Zeitpunkt der Stationsverlegung hinaus zu beschreiben. Dazu wird der ermittelte Wert des Wärmeinseleffekts von  $1,3\text{ °C}$  von den tatsächlich in der Freiburger Innenstadt gemessenen Jahresmitteltemperatur abgezogen (s. Abbildung 4). Bei der Betrachtung der Entwicklung der Jahresmitteltemperaturen ist allerdings zu beachten, dass die Siedlungstätigkeit Freiburgs in den letzten Jahrzehnten stetig verlief. Die städtische Wärmeinsel in den 1960er Jahren hatte dementsprechend sicher noch nicht ihr heutiges Ausmaß erreicht. Das bedeutet, dass der Effekt der Erwärmung durch die städtische Wärmeinsel in den früheren Jahrzehnten hier überschätzt wird.



**Abbildung 4: Verlauf der Jahresmitteltemperaturen der Stationen Freiburg Innenstadt (1961-2014), Freiburg Flugplatz (2007-2014) und Freiburg Innenstadt abzüglich des Wärmeinseleffektes.**

Dennoch wird die quantitative Abschätzung des Wärmeinseleffektes auf Freiburg als eine realistische Annäherung bewertet und als Grundlage für eine statistische Verteilung herangezogen. Die in Abbildung 5 dargestellte Häufigkeitsverteilung der Jahresmitteltemperaturen zeigt deutlich Unterschied zwischen der Klimanormalperiode 1961-1990 und dem Zeitraum seit 1991 bis heute. Während in der Klimanormalperiode 61/90 mehr als 56 % der Jahresmittelwerte zwischen 9 und 10 °C lag, hat sich das Maximum (58 %) seit 1991 in den Bereich zwischen 10 bis 11 °C verschoben. Werte über 11 °C Jahresmitteltemperatur wurden in der Klimanormalperiode 61/90 nicht erreicht. Seit 1991 wurde dieser Wert in mehr als 30 % der Fälle registriert. Auf der anderen Seite haben seit 1991 die Jahresmittelwerte der Lufttemperatur nur noch in 4 % aller Jahre 9 °C unterschritten. Diese Jahresmitteltemperatur erreichten in der Periode 1961-1990 noch 20 % der Fälle.



**Abbildung 5: Häufigkeitsverteilung der Jahresmitteltemperaturen für die Klimanormalperiode 1961-1990 (30 Jahre) und die Periode 1991-2014 (24 Jahre) an der Station Freiburg.**

## Niederschlag

Nicht nur die Lufttemperatur wird von den Bedingungen innerhalb des urbanen Ballungsraumes beeinflusst. Auch für den Niederschlag bewirkt das Phänomen der städtischen Wärmeinsel eine Abweichung gegenüber den klimatischen Verhältnissen außerhalb der Stadt. Dadurch, dass die Umgebungsluft städtischer Ballungsräume einen erhöhten Aerosolgehalt aufweist, befinden sich dementsprechend auch mehr Kondensationskeime für Niederschlag darin, so dass sich die Niederschlagsrate um etwa 5-10 % erhöht (HÄCKEL 1985).

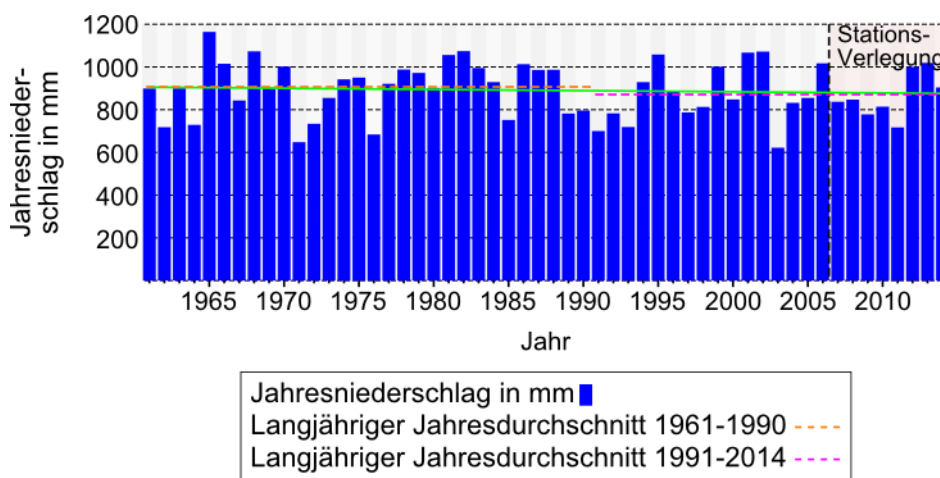
Um die langjährige Entwicklung des Niederschlages in Freiburg kontinuierlich seit Beginn der Klimanormalperiode 1961/1990 bis zum heutigen Zeitpunkt, also auch über den Zeitpunkt der Stationsverlegung zu gewährleisten, mussten die Jahresniederschlagssummen der Freiburger Innenstadt unter Zuhilfenahme der Station Emmendingen-Mundingen reduziert werden (Tabelle 1). Da der Niederschlag rel. kleinräumig erheblich variieren kann, ist eine direkte Vergleichbarkeit von Messungen an unterschiedlichen Standorten nur mit Einschränkungen möglich. Aber in einer langjährigen Betrachtung ist die Vergleichbarkeit gegeben, wenn die Standorte lokalklimatisch keine gravierenden Abweichungen aufweisen und das gleiche regionale Klima aufweisen. Dies ist Fall bei den nur 12 Kilometer voneinander entfernt liegenden Wetterstationen Freiburg Flugplatz

und Emmendingen-Mundingen. Im Zeitraum von 2007 bis 2014 weisen beide Stationen nur geringfügige Unterschiede auf: Durchschnittliches Jahresmittel 864 mm (Freiburg Flugplatz) gegenüber 854 mm (Emmendingen-Mundingen). Die Reduzierung der Jahresniederschlagssummen der Innenstadt um 5 % erscheint bei der Betrachtung der nachfolgend aufgeführten Werte plausibel:

**Tabelle 1: Reduzierung der Jahresniederschlagssummen der Freiburger Innenstadt.**

	Emmendingen-Mundingen	Freiburg Innenstadt	Freiburg Innenstadt reduziert um 5%	Freiburg Flugplatz
1961-1990 (30):	903	955	907	-
1991-2006 (16):	873	922	876	-
2007-2014 (8):	854	-	-	864

Die langjährige Zeitreihe des Niederschlags in Freiburg stellt sich damit wie in Abbildung 6 dar. Insgesamt ist ein leicht fallender Trend der Jahresniederschlagssummen festzustellen. Seit dem Jahr 1961 bis zum Jahr 2014 hat der Niederschlag demnach um ca. 0,5 mm pro Jahr abgenommen. Der langjährige Durchschnitt der Periode 1991-2014 liegt mit 872 mm 37 mm unterhalb des Durchschnitts der Klimanormalperiode 1961/1990, in welcher 907 mm zu verzeichnen sind.



**Abbildung 6: Entwicklung des Jahresniederschlages in Freiburg von 1961-1990.**

# 4 Vorgehensweise

Die Erstellung eines Monitoringsystems zur Beobachtung von Klimafolgen und Anpassungsmaßnahmen für den Modellraum Freiburg erforderte mehrere Arbeitsschritte. Ziel war es ein Konzept zu entwickeln, welches Klimaeinflüsse und Adaptionsmaßnahmen in gleichem Maße überwacht und Informationen zu Stand bzw. Erfolg der Anpassung wiedergibt. Der Transparenz bei der Auswahl der Indikatoren und der möglichst detaillierten Dokumentation werden eine hohe Bedeutung beigemessen. Das System wurde offen gestaltet, so dass sich die zukünftig als nicht aussagekräftig erweisenden Indikatoren entnommen und neue, geeignetere jederzeit hinzugefügt werden können. So besteht die Möglichkeit den kontinuierlichen Wissenszuwachs zu integrieren und das System an neue Erkenntnisse anzupassen.

## 4.1 Methodik zur Indikatorenauswahl

Die in das Indikatorensystem integrierten Impact-Indikatoren stellen Zusammenhänge zwischen dem Klimawandel und den Veränderungen des jeweiligen Parameters dar. Ausmaß und Trend der Entwicklung zeigen Vulnerabilität und Handlungsbedarf auf und können so politische Entscheidungsprozesse unterstützen. Die ausgewählten Response-Indikatoren informieren über die Fortschritte und den Erfolg der Adaption. Sie können Entscheidungsträger dabei unterstützen, sinnvolle Anpassungsmaßnahmen auszuwählen und durchzuführen und geben gleichzeitig einen Überblick über die schon erfolgten bzw. sich in der Umsetzung befindlichen Initiativen.

Die Indikatoren müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllen, bevor sie für das Monitoringsystem verwendet werden können. Wichtig ist, dass sie einen engen kausalen Bezug zur Klimawirkung aufweisen und das Gefüge von Ursache und Wirkung erkennen lassen. In der Regel wirken verschiedenste Faktoren auf den gewählten Parameter ein, so dass eine 1:1 Beziehung zwischen Klima und Auswirkung nicht besteht. Ziel ist es deshalb Indikatoren ausfindig zu machen, welche vorwiegend durch das Klima beeinflusst werden. Auch bei den Adaptionsmaßnahmen besteht häufig die Problematik der nicht gegebenen Monokausalität zwischen Anpassungsmaßnahme und Erfolg.

Des Weiteren wurde bei der Auswahl der Indikatoren Wert auf die spezifische Aussagekraft und die Relevanz für das Modellgebiet gelegt sowie die einfache und günstige Umsetzbarkeit bzw. Fortschreibbarkeit beachtet. Die benötigten Informationen werden aus vorhandenen Quellen entnommen und nicht selbst erhoben. Eine weit in die Vergangenheit zurückreichende Zeitreihe ist zwar von Vorteil, da sie Trends unter Umständen besser abbildet, ist aber kein unbedingt erforderliches Kriterium zur Auswahl. Es wurden auch Indikatoren integriert, welche erst in einigen Jahren aus-

sagekräftige Trends liefern können. Wichtiger ist eine möglichst langjährig gesicherte und kontinuierliche Datenverfügbarkeit.

Grundvoraussetzung für die Auswahl der Indikatoren ist die fachliche Akzeptanz. Sie müssen daher dem aktuellen Diskussionsstand zu Wirkung und Maßnahmen des jeweiligen Sektors entsprechen. Beim Aufbau des Indikatorensystems wurde großer Wert auf die Beteiligung der maßgeblichen Verantwortlichen gelegt und eine regelmäßige Abstimmung mit der Stadt Freiburg durchgeführt. Es wurden keine Indikatoren aufgenommen, welche von den befragten Experten abgelehnt wurden.

#### 4.1.1 Literatur- und Internetrecherche

Die große Dynamik dieses Forschungsfeldes mit einer Vielzahl von Akteuren in unterschiedlichen Handlungsebenen machte eine permanente Sichtung publizierter und „grauer“ Veröffentlichungen notwendig. Dem Vorhaben wurde deshalb eine orientierende Literaturrecherche vorangestellt, um neueste Entwicklungen aufzuarbeiten. Es wurde geprüft, ob es bisher vergleichbare Projekte gibt und inwieweit diese in das Monitoringsystem integriert werden können.

Auf diese Art konnten etwa 140 mögliche Wirkungs-Indikatoren eruiert und den entsprechenden Handlungsfeldern der Stadt Freiburg zugeordnet werden. Irrelevante Indikatoren – wie z. B. Indikatoren aus dem Bereich Küsten- und Meeresschutz – blieben unberücksichtigt. Eher ungeeignet erscheinende Indikatoren und solche die einer weiteren Differenzierung bedürfen wurden identifiziert. Für die Weiterentwicklung von Indikationsideen waren die Kriterien Aussagefähigkeit, Datenverfügbarkeit und Verständlichkeit entscheidend.

Neben der Entwicklung von Indikationsideen und Ableitung von Indikatoren, diente die Literaturrecherche auch der Strukturierung der Indikationsfelder, welche dann in Zusammenarbeit mit Experten und Akteuren der Stadt Freiburg weiter ausgearbeitet und festgelegt wurden.

#### 4.1.2 Strukturierung der Handlungs- und Indikationsfelder

In erster Linie diente die Struktur der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) als Orientierung. Diese enthält ein deutschlandweit gültiges Indikatorensystem, welches sich noch in der Entwicklung befindet. Auf Länderebene werden mittlerweile ebenfalls Anstrengungen unternommen Anpassungsstrategien an den Klimawandel zu erstellen. Das baden-württembergische Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft hat im Jahr 2014 einen ersten Entwurf vorgelegt. Ihm fehlt jedoch bisher ein ausgearbeitetes Instrument zur Erfolgskontrolle.

Auch die Stadt Freiburg hat bereits erste Maßnahmen zur Klimawandel-Adaption ergriffen. 2010 fasste der Gemeinderat den Beschluss einen Adaptionmaßnahmenplan zu erstellen und richtete hierfür die „Arbeitsgruppe (AG) Adaption“ ein, in der Teilnehmer aus allen relevanten Ämtern zu-

sammenarbeiten. Die in der AG vertretenen Akteure überprüften die in ihrem jeweiligen Zuständigkeitsbereich liegenden Planungen, Projekte und Vorhaben auf ihre Anpassungsrelevanz und erstellten einen Katalog mit konkreten Adaptionenmaßnahmen mit Angabe der zuständigen Dienststellen.

Für die Strukturierung des Indikatorensystems orientierte sich das Projekt, wie die DAS, am DPSIR-Ansatz (Driving Forces – Pressure – State – Impact – Response) der Europäischen Umweltagentur (EEA 1999), wobei das Hauptaugenmerk auf der Impact- und Response-Ebene lag. Der Ursache-Wirkungszusammenhang beim Thema Klimawandel wird ebenfalls erläutert und es werden, analog zur DAS, auch die Phänomene des Klimawandels (State-Indikatoren: Mitteltemperaturen, Niederschlagshöhe- und -verteilung etc.) in Form von Indikatoren beschrieben.

Eine weitere Untergliederung in Handlungs- und Indikationsfelder wurde als sinnvoll erachtet, da sowohl die DAS, als auch die Stadt Freiburg, die Indikatoren und Maßnahmen auf Sektoren verteilt. Wie in der folgenden Tabelle zu erkennen ist, ähneln sich die Handlungsfelder in den meisten Punkten und weichen nur gering voneinander ab. Da das Monitoringsystem in Freiburg eingeführt werden soll, wurde sich bei der Einteilung in erster Linie an der Struktur der Stadt orientiert. Die ursprünglichen zwölf Handlungsfelder wurden auf insgesamt neun gekürzt. Die Sektoren Finanz- und Versicherungswesen, Industrie und Gewerbe sowie Infrastruktur sind in die verbleibenden Handlungsfelder eingeflossen, da sich die Abgrenzung der Indikatoren zu diesen Bereichen als sehr schwierig herausstellte. Die DAS weist demnach die größeren Unterschiede zu den beiden anderen Einteilungen auf, jedoch unterteilt sie die Sektoren nur feiner. Alle aufgeführten Aspekte sind auch in Freiburg relevant und in dem Indikatorensystem enthalten.

**Tabelle 2: Handlungsfelder**

<b>Handlungsfelder der DAS</b>	<b>Handlungsfelder der Stadt Freiburg</b>	<b>Handlungsfelder des vorliegenden Indikatorensystems</b>
Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz	Wasserhaushalt	Wasserhaushalt
Landwirtschaft	Land- und Forstwirtschaft	Land- und Forstwirtschaft
Wald und Forstwirtschaft	-	-
Boden	-	-
-	Innerstädtische Grünfläche	Innerstädtische Grünfläche
Biologische Vielfalt	Naturschutz und Biodiversität	Naturschutz und Biodiversität
Menschliche Gesundheit	Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz	Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz
Bevölkerungsschutz	-	-
Verkehr, Verkehrsinfrastruktur	Verkehr, Transport und Logistik	Verkehr, Transport und Logistik



Energiewirtschaft	Energiemanagement	Energiemanagement
Bauwesen	Bauwesen	Bauwesen
Tourismuswirtschaft	Tourismus	Tourismus
-	Infrastruktur	-
Industrie und Gewerbe	Industrie und Gewerbe	-
Finanzwirtschaft	Finanz- und Versicherungswesen	-
Fischerei	-	-
Raum-, Regional- und Bauleitplanung	-	-

Bei der Systematisierung wurde deutlich, dass es zahlreiche thematische Schnittstellen zwischen den Handlungsfeldern gibt. Die sich überschneidenden Teilaspekte wurden jeweils einem Sektor zugeordnet, wobei die Verbindung zu anderen Bereichen durch Querverweise deutlich gemacht wurde.

Jedes Handlungsfeld wurde im Anschluss noch in Indikationsfelder unterteilt. Eine enge Verknüpfung von Impact- und Response-Indikatoren wurde bei der Darstellung der Einzelthemen angestrebt, konnte aber aufgrund eingeschränkter Datenverfügbarkeit nicht immer realisiert werden. Es konnte auch nicht in allen Handlungsfeldern ein von der Anzahl her ausgeglichenes Verhältnis von Impact- und Response-Indikatoren hergestellt werden.

#### 4.1.3 Beteiligungsverfahren mit der Stadt Freiburg

Da das zu erstellende Indikatorensystem auf vorhandenen Datenquellen oder bereits existierende Indikatoren aufgebaut werden sollte, war die Beteiligung von Fachexperten eine wesentliche Voraussetzung für den Projekterfolg. Nicht nur die fachliche Beratung und Bewertung der Eignung der Indikatoren waren von großer Bedeutung, sondern auch die Erschließung der Datenquellen zur Ausarbeitung und Darstellung der gewählten Parameter. Zudem waren enge Kontakte und Absprachen mit Vertretern der Stadt Freiburg (v. a. Umweltschutzamt) essentiell, da diese zu Projektende das bis dahin ausgearbeitete Monitoringsystem erhalten und eingliedern sollen.

Auf verschiedenen Wegen erfolgte eine Einbindung von behördlichen und nicht-behördlichen Experten. So fanden Gespräche zu Koordination und Planung der Vorgehensweise, mit den Vertretern des Umweltschutzamtes statt. Die Vorstellung und Diskussion der Indikatoren hingegen wurde im Rahmen der Sitzungen der AG Adaption durchgeführt. Wegen der hohen Anzahl an Indikatoren konnten nur eine kleine Auswahl näher besprochen werden.

Am 23.10.2013 fand im Umweltschutzamt der Stadt Freiburg ein erstes Abstimmungsgespräch zwi-

schen dem Projektnehmern und Vertretern der Stadt Freiburg statt. Die Ziele und Methoden des Projektes wurden vorgestellt und es wurde vereinbart, dass in einem kontinuierlichen Abstimmungs-Prozess geeignete Indikatoren aus der Gesamtheit der bisher vorliegenden Ideen herausgefiltert werden.

Um eine Einschätzung zur Brauchbarkeit und Verfügbarkeit von Indikatoren von den Vertretern der Fachdienststellen zu bekommen, wurde ein ausfüllbares PDF-Formular für eine Metadatenerhebung über Wirkungsindikatoren zur Einschätzung ihrer Eignung für ein Klimawandel-Monitoring, entworfen. Dieser Entwurf wurde dem Umweltschutzamt der Stadt Freiburg zur Durchsicht gereicht und ergänzt bzw. verändert. (Anhang 8.1, S. 100) Auf einer turnusmäßigen Sitzung der AG Adaption, in der alle vom Klimawandel betroffenen Dienststellen der Stadt Freiburg vertreten waren, wurden am 11.12.2013 Ziele und Methoden des Projektes erneut vorgestellt und um aktive Mitarbeit für das Projekt geworben. Dabei wurde auch die Metadatenerhebung präsentiert und eine Verteilung an die Fachdienststellen durch das Umweltschutzamt der Stadt Freiburg angekündigt. Das PDF-Formular zur Metadatenerhebung wurde anschließend durch das Umweltschutzamt der Stadt Freiburg an die betreffenden Dienststellen, mit der Bitte um zeitnahen Rücklauf, weitergeleitet. Insgesamt wurde bis Ende Januar 2014 aber nur ein Rücklauf von etwa 20 % aller beteiligten Ämter und Fachabteilungen erzielt. Darüber hinaus war die Qualität der Angaben z. T. lückenhaft bzw. widersprüchlich. Unter anderem kann dies wohl auch darauf zurückgeführt werden, dass – auf Bitte der Mitglieder der AG Adaption – die gesamte Indikatoren-Vorschlagsliste beigefügt wurde, was teilweise Verwirrung hervorrief. Hier wäre das ursprünglich vorgesehene getrennte zweistufige Verfahren der Metadatenerhebung, zur Abfrage der Wirkungs- und Anpassungsindikatoren sicher zielführender gewesen.

Die Projektnehmer haben sich daher entschlossen, die Brauch- und Verfügbarkeit der Indikatoren in bilateralen Gesprächen mit den Fachdienststellen zu überprüfen. Darüber hinaus wurden auch Gespräche mit weiteren Behörden, wie z. B. dem Staatlichen Weinbauinstitut Freiburg, der Forstlichen Forschungs- und Versuchsanstalt Baden-Württemberg, dem Regierungspräsidium Freiburg, den Vertretern des Naturschutzbundes (NABU) und anderen ehrenamtlichen Naturschützern geführt. Insgesamt wurden 51 Experten kontaktiert, von denen 38 zu einem Gespräch bereit waren. Im Folgenden sind die angefragten Institutionen und betreffende Handlungsfelder dargestellt. Leider konnte kein Experte für den Bereich Energiemanagement für ein Interview gewonnen werden.

**Tabelle 3: An Expertengesprächen beteiligte Institutionen und die betreffenden Handlungsfelder**

Institution	Fachbereich	Handlungsfeld
Stadt Freiburg		

	Abfallwirtschaft und Stadtreinigung Freiburg GmbH	Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz;  Verkehr, Transport und Logistik
	Amt für Brand- und Katastrophen- schutz	Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz;  Wasserhaushalt;  Land- und Forstwirtschaft
	Eigenbetrieb Stadtentwässerung	Wasserhaushalt;  Verkehr, Transport und Logistik
	Freiburg Wirtschaft Touristik und Messe GmbH & Co	Tourismus
	Garten- und Tiefbauamt	Innerstädtische Grünfläche;  Wasserhaushalt;  Naturschutz und Biodiversität; Verkehr, Transport und Logistik
	Gebäudemanagement	Bauwesen
	Städtisches Forstamt	Land- und Forstwirtschaft; Natur- schutz- und Biodiversität; Gesund- heit, Bevölkerungs- und Arbeits- schutz
	Stadtplanungsamt	Bauwesen:  Verkehr, Transport und Logistik;  Innerstädtische Grünfläche;  Naturschutz und Biodiversität
	Stadtwerke Freiburg Bäder GmbH	Tourismus
	Umweltschutzamt	Naturschutz und Biodiversität;  Wasserhaushalt;  Tourismus;  Gesundheit-, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz
	Verkehrs AG Freiburg	Verkehr, Transport und Logistik; Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz
Regierungspräsidium		
	Ref. 53.1 – Gewässer I. Ordnung, Hochwasserschutz, Planung und Bau	Wasserhaushalt
	Ref. 56 – Naturschutz und Land- schaftspflege	Naturschutz und Biodiversität

	Ref. 83 – Fachbereich Waldbau, Klimawandel, Forsteinrichtung und FGeo	Land- und Forstwirtschaft
	Ref. 93 – Landesbodenkunde	Land- und Forstwirtschaft
Landwirtschaftsamt Breisgau-Hochschwarzwald		
	Weinbau Markgräflerland	Land- und Forstwirtschaft
FVA Baden-Württemberg		
	Abt. Boden und Umwelt	Land- und Forstwirtschaft
	Abt. Waldschutz	Land- und Forstwirtschaft; Naturschutz und Biodiversität; Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz
	Abt. Waldwachstum	Land- und Forstwirtschaft
Universität Freiburg		
	Professur für Wildtierökologie	Naturschutz und Biodiversität
Staatliches Weinbauinstitut		
	Staatliches Weinbauinstitut	Land- und Forstwirtschaft
Verbände		
	Badischer Landwirtschaftlicher Hauptverband (BLHV)	Land- und Forstwirtschaft
	DO-G FG Bienenfresser	Naturschutz und Biodiversität
	GALK e. V.	Innerstädtische Grünfläche
	Landesfischereiverband B-W e.V.	Naturschutz und Biodiversität; Wasserhaushalt
	NABU	Naturschutz und Biodiversität

Aufgrund der Diskussionen und Gespräche wurden so die Indikatoren für die einzelnen Handlungsfelder festgelegt und begonnen die dafür benötigten Daten einzuholen. Nicht immer waren die Experten auch die Datenhalter und es mussten weitere Institutionen kontaktiert und die Informationen angefragt werden. Die Ursprungsquellen der Fakten sind bei den Beschreibungen der einzelnen Indikatoren angefügt. Zu ihnen zählen, neben den städtischen Einrichtungen und Gesprächspartnern, der DWD, die LUBW, das RKI, das FLI und das BfN.

Am 20.11.2014 fand ein letztes Treffen mit der AG Adaption statt, bei dem die Indikatoren erneut vorgestellt und diskutiert wurde. Zusätzlich wurde der Steckbrief präsentiert, welcher für die Dokumentation der Indikatoren entwickelt wurde. Ebenso wurde angekündigt, dass jede Fachabtei-

lung die sie betreffenden Indikatoren, zur abschließenden Akzeptanz-Absicherung und Endkontrolle, in Form des Steckbriefs erhält, bevor diese auf der Online-Plattform dargestellt werden.

#### 4.1.4 Bewertungsverfahren für den Erfolg der Anpassungsmaßnahmen

Ein Ziel bei der Erstellung des Indikatorensystems war es, über den Zustand und Erfolg der Anpassungsmaßnahmen zu informieren. Der Status kann über ein Voranschreiten der Umsetzung verfolgt werden. Die Darstellung des Erfolgs gestaltet sich derzeit jedoch noch als problematisch. Betrachtet man die Bewertungsverfahren in anderen Indikatorensystemen, wie z. B. die NHS-Indikatoren (Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie), NBS-Indikatoren (Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt) oder auch die LIKI-Indikatoren (Nachhaltigkeitsstrategie NRW), so basieren diese primär auf der Festlegung quantitativer Ziele, die es zu erreichen gilt. Des Weiteren wird dann der Erfolg über ein mehrstufiges System zum „Grad der Zielerreichung“ angezeigt (SCHÖNTHALER ET AL. 2011). Freiburg hat jedoch bisher keine quantitativen Ziele zu den Anpassungsmaßnahmen festgelegt, weshalb diese Vorgehensweise bislang nicht weiter verfolgt wurde.

Eine weitere Möglichkeit der Erfolgskontrolle liegt in der Trendanalyse. Berechnungen von Tendenzen benötigen in der Regel langjährige Zeitreihen, um gesicherte Aussagen machen zu können. Eine Ableitung eines Trends anhand sehr kurzer Datenreihen durchzuführen ist deshalb kritisch. Des Weiteren zeigt ein positiver Trend nicht immer auch den gewünschten Erfolg. So kann eine Anpassungsmaßnahme zwar stattfinden, aber nicht schnell genug in der Umsetzung sein. Auch hier müssten wieder Experten um ihre Einschätzung gebeten werden. Außerdem beschreibt die Implementierung einer Adaptioneninitiative noch nicht den Erfolg der Maßnahme selbst. Dies kann nur über die Beobachtung der Wirkungen auf die Klimafolgen selbst eruiert werden. Hier steht die Problematik der nicht gegebenen Monokausalität zwischen Anpassungsmaßnahme und dem Erfolg der Aktion. In der Regel werden mehrere Adaptionenmaßnahmen durchgeführt, welche gleichzeitig auch positive Folgen für unterschiedliche Auswirkungen des Klimawandels haben. Eine erfolgreiche Abmilderung der Klimafolgen muss daher als Resultat mehrerer Anpassungsmaßnahmen betrachtet werden.

Die Diskussion dieses Punktes in der AG Adaption brachte keine zufriedenstellenden Lösungsvorschläge, so dass das System bisher nur auf der subjektiven Einschätzung von Experten fußt. Die Festlegung quantitativer Ziele und die Einteilung des „Grades der Zielerreichung“ werden jedoch als ein geeignetes Bewertungssystem betrachtet, um die Erreichung politischer Ziele zu überprüfen. Die Verfolgung des Status quo der Adaptionenmaßnahmen ist mit dem derzeitigen Indikatorensystem möglich.

#### 4.1.5 Einschränkung der Indikatoren

Im Rahmen der vom Projektnehmer mit den Experten geführten Gespräche wurden nachfolgend aufgeführte Argumente und Probleme bei der inhaltlichen Umsetzung des Projektes diskutiert:

- 1) **Zusammenhang zwischen Klimawandel und Indikator ist nicht eindeutig.** Die größten Schwierigkeiten bei der Festlegung von Indikatoren sahen die Gesprächspartner zumeist bezüglich der eingeschränkten Kausalität zwischen dem Klimawandel und einer bestimmten Auswirkung bzw. Anpassungsmaßnahme. Eine ausschließliche 1:1-Monokausalität muss durchweg ausgeschlossen werden. In einem komplexen natürlichen Sphärengefüge, mit überlagerter anthropogener Einwirkung (hier wurde in hohem Umfang die Globalisierung als möglicher Faktor genannt), kann die Wirkung des Klimawandels zum heutigen Zeitpunkt für einige Indikatoren (noch) nicht hinreichend genau abgeschätzt werden. Die „Klimawandel-Information“ geht gewissermaßen im „Rauschen“ unter und kann oft nicht mehr zuverlässig quantifiziert werden. Eher kann das Verhalten eines Indikators und dessen zeitliche Entwicklung nur immer mehr oder weniger auf klimatische Veränderungen zurückgeführt werden. Selbst eindeutige „Klimaindikatoren“, wie Temperatur oder Niederschlag, sind trotz standardisierter Erhebungsmethoden nicht vollständig unbeeinflusst von weiteren Faktoren; zumindest gilt dies wohl für das Untersuchungsgebiet Freiburg. Die bis zum Jahr 2006 in der Stadtmitte angesiedelte Klimamessstation des Deutschen Wetterdienstes (DWD), war demnach besonders von lokalklimatischen Effekten (städtische Wärmeinsel) überlagert, so dass eine zuverlässige Aussage zum Großklima und dessen Veränderung zumindest erschwert wurde. Aus diesem Grund wurde die Klimamessstation im November 2006 vom DWD an den Stadtrand von Freiburg verlegt<sup>2</sup>. Den Beleg für die lokalklimatische Komponente bei der Temperaturmessung, findet man deutlich in der Abnahme der Durchschnittstemperaturen für den Zeitraum nach der Verlegung, gegenüber der Durchschnittstemperatur für den Zeitraum 1991-2006. Die Abnahme beträgt hier in den Sommermonaten um die -1,5 °C, für den Monat Februar sogar -1,8 °C.
- 2) **Fehlende Dokumentation.** Bei einigen Daten der Fachdienststellen der Stadt Freiburg, die vom Projektnehmer als mögliche Indikatoren für die Zielstellung eingestuft wurden, zeigte sich, dass diese nicht in ausreichender Form dokumentiert sind und deshalb nicht in das Indikatorensystem integriert werden konnten. Dies ist darauf zurückzuführen, dass es sich bei diesen Daten nicht um Erhebungen im Sinne eines geplanten Monitorings handelt. Vielmehr

---

<sup>2</sup> Leider wurde dadurch auch die langjährige Zeitreihe der Klimamessstation Freiburg unterbrochen.

ergeben sich denkbare Indikatoren aus den alltäglichen Aufgaben der Stadtverwaltung. Diese Aufgaben müssen aber nicht ursächlich mit dem Klimawandel in Beziehung stehen. So wird bei in Frage kommenden Indikatoren, von den zuständigen Sachbearbeitern, häufig nicht der unmittelbare Zusammenhang zum Klimawandel erkannt. Z. B. werden Maßnahmen im Hochwasserschutz, die offenkundig schon immer zu den Pflichten der Stadt Freiburg zählen, nur eingeschränkt als Anpassungsmaßnahme an den Klimawandel gesehen. Der „Aufschlag“, den der Klimawandel an den Hochwasserschutz erforderlich macht, lässt sich nur schwer quantifizieren, was wiederum die Nutzbarkeit des Indikators einschränkt.

- 3) **Regionalisierung der Indikatoren.** Da es sich bei dem hier gewählten Untersuchungsgebiet nur um einen relativ eng begrenzten Raum handelt, ist es nicht möglich für alle Indikatoren Daten zu finden, die innerhalb des Stadtgebietes Freiburg liegen. Zum Teil werden auch Daten mit in das Indikatorsystem eingebunden, die aus der Nachbarschaft des Stadtkreises Freiburg stammen. Dies gilt im Wesentlichen für die Wirkungsindikatoren. Dieses Vorgehen kann akzeptiert werden, wenn ähnliche Bedingungen herrschen und somit eine Übertragbarkeit gewährleistet ist. In einigen Fällen ist diese Methode auch aus Gründen der Absicherung der Aussagen sinnvoll. So wurde z. B. bei der Beobachtung der Entwicklung der Kohlenstoffgehalte im Bodenumus, deren Werte aus der turnusmäßigen Bodenzustandserhebung (BZE) stammen, ein 10-Kilometer-Puffer um den Stadtkreis Freiburg gelegt und alle in diesem Raum gelegenen BZE-Standorte extrahiert. Auf diese Weise konnte ein größeres Kollektiv an Messungen gewonnen werden. Das Ergebnis ist dadurch statistisch abgesichert und ermöglicht eine solidere Abschätzung der Auswirkungen des Klimawandels.

Zudem ist anzumerken, dass die aufgeführten Klimafolgen für die einzelnen Handlungsfelder qualitativen Beschreibungen entstammen. Die Zusammenhänge zwischen Klimaveränderung und Wirkung sind statistisch nicht analysierbar. Viele der Impact-Indikatoren belegen noch keinen eindeutigen klimaabhängigen Trend und basieren auf vermuteten Zusammenhängen. Eine kritische Beobachtung und ggf. Anpassung des Indikatorensets wird deshalb angeraten. Impact- und Response-Indikatoren sind nicht immer klar trennbar und können für die jeweilige Seite eingesetzt werden.

#### 4.1.6 Dokumentation der Indikatoren und Datenquellen

Zur Dokumentation der Indikatoren und Datenquellen wurde ein Steckbrief entworfen, in welchem jeder ausgewählte Indikator beschrieben ist. Er ist in vier Unterpunkte gegliedert, die sich mit der Beschreibung des Indikators, dem Datensatz, den bisherigen Ergebnissen und weiterführender Literatur beschäftigen. Der erste Abschnitt hat zum Ziel den Indikator eindeutig zu betiteln, die Aus-

wahl im Einzelnen zu begründen, Stärken und Schwächen zu verdeutlichen und die Einordnung im System darzulegen. Zudem wird die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse sichergestellt, indem Angaben zur Berechnungsvorschrift und den zu nutzenden Datenquellen enthalten sind. Anhand des Feldes „Stand“ ist die Bearbeitungsaktualität ablesbar und da sich nicht jeder Indikator problemlos umsetzen lässt, wurde jeder Indikator nach folgendem Schema in seiner Machbarkeit eingestuft:

1 = Der Indikator ist ohne hohen Aufwand bzw. Kosten unmittelbar darstellbar.

2 = Der Indikator ist ohne hohen Aufwand aber mit zusätzlichen Kosten unmittelbar darstellbar.

3 = Der Indikator ist nur mit hohem Aufwand aber ohne zusätzliche Kosten darstellbar.

4 = Der Indikator ist nur mit hohem Aufwand und damit verbundenen Kosten darstellbar.

5 = Derzeit ist der Indikator ohne hohen Aufwand und / oder hohen Kosten darstellbar.

Um die Anknüpfungspunkte zur DAS darzustellen, wird zusätzlich ein Abgleich mit dem bisherigen Indikatorenensystem der DAS durchgeführt und im Abschnitt „DAS-Abgleich“ verdeutlicht.

Neben Informationen über den Indikator enthält der Steckbrief auch Felder für den Datensatz. In diesen werden Angaben zum Titel des Datensatzes, zum Datenhalter, zu Übergabere striktionen, zum Datenformat, zum Erhebungsintervall, zum Zeitraum und zur räumlichen Abdeckung vermerkt.

Die Beschreibung der bisherigen Ergebnisse gliedert sich in eine Darstellung, insofern diese aus den vorhandenen Daten erstellbar war und eine Dateninterpretation. Die Daten lagen in der Regel als Excel-Datei vor und wurden mittels Microsoft Excel 2010 ausgewertet. Die Grafiken wurden sowohl mit Microsoft Excel 2010 als auch mit Inkscape 0.91-1 erstellt.

Der letzte Punkt „Literatur“ enthält zum einen die für die Texte verwendeten Schriftwerke und zum anderen weiterführende Informationen zu den jeweiligen Teilbereichen.



1. Indikator	
<i>Handlungsfeld</i>	<i>Indikationsfeld</i>
<i>Indikator</i>	<i>Kennnummer</i>
<i>Stand</i>	<i>Machbarkeitsstufe</i>
<i>DAS-Abgleich</i>	
<i>Definition</i>	
<i>Relevanz / Klimasensitivität</i>	
<i>Berechnungsvorschrift</i>	
<i>Unsicherheiten / Hinweise</i>	
2. Datensatz	
<i>Titel Datensatz</i>	
<i>Datenhalter</i>	<i>Übergaberestriktionen</i>
<i>Einheit / Datenformat</i>	<i>Erhebungsintervall</i>
<i>Zeitraum</i>	<i>Räumliche Abdeckung</i>
3. Bisheriges Ergebnis	
<i>Darstellung</i>	
<i>Dateninterpretation</i>	
4. Literatur	

Abbildung 7: Indikatoren-Steckbrief

## 4.2 Methodenkritik

Die Vorgehensweise hat sich grundsätzlich als zielführend erwiesen, jedoch nur, weil zusätzliche bilaterale Expertengespräche geführt wurden. Diese waren zu Projektbeginn nicht eingeplant und wurden, aufgrund der geringen Beteiligungsrate von 20 % an der Metadatenerhebung, vollzogen. Die schon angesprochenen Schwierigkeiten bei der Indikatorenauswahl, lieferten eine Begründung für den geringen Rücklauf. In den Gesprächen wurde immer wieder deutlich, wie schwer greifbar das Thema in vielen Bereichen noch ist. Deshalb wird bei in Frage kommenden Indikatoren von den zuständigen Sachbearbeitern häufig auch nicht der unmittelbare Zusammenhang zum Klimawandel gesehen. Der direkte Austausch ermöglichte es diese Hürden abzubauen und erlaubte es nicht eindeutige Antworten der Befragung zu klären und gemeinsam neue Indikationsideen zu entwickeln. Positiv hervorzuheben ist, dass einige Fachleute dies mit viel Kreativität und Motivation taten. Jedoch schienen die Vorteile eines solchen Instrumentes nicht erkannt. Insgesamt konnte erfolgreich ein Indikatorenset festgelegt werden, auch wenn die zunächst nicht vorgesehenen Gespräche mehr Zeit in Anspruch nahmen.

Die Zusammenkünfte mit der AG Adaption waren anfänglich als Workshops geplant, in denen in kleinen Arbeitsgruppen intensiv an ausgewählten Themen gearbeitet werden sollte, so dass die daraus hervorgehenden Indikationsideen und Datenhalter für das Monitoringsystem genutzt werden können. Dies fand aus verschiedenen Gründen nicht statt. Die Sitzungen der AG Adaption sind zeitlich auf zwei Stunden begrenzt und es stand nach dem ersten Austausch mit dem Umweltschutzamt fest, dass ein halb- bis ganztägiger Workshop nicht realisierbar ist. Zudem wurden die Meetings meist aus mehreren Gründen einberufen, so dass das KLIMOPASS-Projekt nur einer der Themenpunkte war. Auch wurde schnell deutlich, dass die AG Adaption eine von „Oben“ auferlegte Veranstaltung ist, es bestand teilweise nicht unbedingt ein echtes Interesse, was sich durch die geringe Teilnehmerzahl bemerkbar machte. Die anwesenden Abteilungen beteiligten sich jedoch rege an den Diskussionen. Dabei trat die Heterogenität des Fachwissens deutlich hervor, was einen Workshop, mit kleinen Arbeitsgruppen, zusätzlich erschwert hätte. Rückblickend betrachtet wären Arbeitsgruppen innerhalb der einzelnen Fachabteilungen, zu den sie betreffenden Handlungsfeldern, eine Alternative zu den Expertengesprächen gewesen. Stattdessen dienten die Zusammenkünfte mit der AG Adaption als Möglichkeit den bisherigen Arbeitsstand vorzustellen und das weitere Vorgehen zu beschreiben. Zudem wurde die Zusammenarbeit mit den Vertretern der einzelnen Ämter geklärt und die durch sie benötigte Unterstützung genau erläutert.

Aus einer dieser Sitzungen entstammt der Vorschlag ein quantitatives Bewertungsverfahren für die inhaltliche Eignung der Indikatoren zu entwickeln. Bisher basiert die Auswahl auf der subjektiven

Einschätzung der befragten Experten. Diese Idee wurde aufgrund der kurzen Projektlaufzeit nicht weiter verfolgt, stellt aber einen guten Ansatzpunkt zur qualitativen Verbesserung des Indikatoren-systems dar und sollte bei Etablierung in Betracht gezogen werden.

# 5 Das Indikatoren- bzw. Monitoringsystem

Die für das Projekt ausgewählte Modellregion Freiburg wurde anhand der Kreisgrenzen definiert. Die Beschränkung auf eine Verwaltungseinheit (Ebene Stadtkreis) vereinfachte das Vorgehen dahingehend, dass eine Abstimmung nur mit einer zuständigen Behörde erfolgen musste. Für die infrage kommenden Indikatoren wurden Daten von mehreren Verwaltungsebenen und Verbänden zusammengetragen. Die Informationen wurden so aufbereitet, dass die Auswirkungen des Klimawandels bzw. der Stand und der Erfolg von Anpassungsmaßnahmen dokumentiert werden konnten. Das so entstandene Indikatorensystem greift alle für sinnvoll erachteten Indikatoren in der Modellregion auf.

## 5.1 Das Indikatorensystem

Die ursprünglichen zwölf Handlungsfelder der Stadt Freiburg wurden im Projekt auf neun gekürzt. Die Handlungsfelder Finanz- und Versicherungswesen, Industrie und Gewerbe sowie Infrastruktur sind in die verbleibenden Handlungsfelder eingeflossen. Bei den neun Handlungsfeldern handelt es sich um:

1. Wasserhaushalt – Wh
2. Land- und Forstwirtschaft – LF
3. Innerstädtische Grünfläche – IGr
4. Naturschutz und Biodiversität – NB
5. Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz – GBA
6. Verkehr, Transport und Logistik – VTL
7. Energiemanagement – Em
8. Bauwesen – Bw
9. Tourismus – Tou

Für alle neun Handlungsfelder sind zum Abschluss des Projektes 72 Indikatoren in das Monitoringsystem integriert, 162 noch in der Diskussion und 36 wurden verworfen. Aus unterschiedlichen Gründen konnten noch nicht alle Indikatoren bis zur vollständigen Umsetzungsreife entwickelt werden. Fehlende Datengrundlagen bzw. Dokumentation sind als Ursache dafür zu nennen.

Die Klassifikation in Machbarkeitsstufen ermöglicht einen schnellen Überblick über die Eignung der ausgewählten Indikatoren für das System. Nach derzeitiger Einschätzung sind:

- 66 Indikatoren in der Machbarkeitsstufe 1

- 0 Indikatoren in der Machbarkeitsstufe 2
- 4 Indikatoren in der Machbarkeitsstufe 3
- 0 Indikatoren in der Machbarkeitsstufe 4
- 2 Indikatoren in der Machbarkeitsstufe 5.

Bei einigen der Indikatoren die bisher unter Machbarkeitsstufe 1 einsortiert sind, ist bei Beibehaltung im Indikatorensystem zukünftig mit Kosten zu rechnen. Die Informationen und Daten z. B. im Handlungsfeld „Naturschutz und Biodiversität“ stammen hauptsächlich von privaten Initiativen bzw. Verbänden wie dem NABU. Die meisten Daten bezüglich des Auftretens bestimmter Tier- und Pflanzenarten werden ehrenamtlich und nicht durch städtische Einrichtungen erfasst. Allerdings ist nicht jede Institution dazu bereit, diese dauerhaft kostenfrei zur Verfügung zu stellen.

Für das Indikatorensystem sind nur Machbarkeitsstufe 1, wenn Gelder zur Verfügung stehen Machbarkeitsstufe 2 als praktikabel anzusehen. Zu hoher Aufwand hinsichtlich der Datenerhebung und zusätzliche Kosten beeinträchtigen die Durchführbarkeit des Monitorings. Je einfacher und unkomplizierter die Datenbeschaffung und Darstellung der Indikatoren, desto eher ist auch eine langfristige Umsetzung möglich. Die Indikatoren der Stufen 3-5 zeigen weitere Möglichkeiten auf, welche sich unter Einsatz finanzieller Mittel ebenfalls für das Monitoring eignen könnten. Neben der Erstellung eines anwendbaren Monitoringsystems hatte das Projekt auch zum Ziel, einen umfassenden Überblick über die vielfältigen Indikationsmöglichkeiten zu geben. Bei einigen Vorschlägen besteht auch die Chance eine Datenerhebung ohne großen Aufwand oder Kosten nachträglich einzurichten. Dies betrifft vor allem die mit Machbarkeitsstufe drei eingestuften Indikatoren.

Das vorgeschlagene Indikatorenset verteilt sich bisher ungleich auf die Handlungsfelder, sowie auf die Impact- und Response-Ebenen. Zwischen den einzelnen Bereichen streut die Indikatorenzahl von 0 in „Energiemanagement“ bis 27 in „Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz“. Die reine Anzahl der Indikatoren lässt keine Rückschlüsse auf die Ausgewogenheit der Indikatoren innerhalb der Handlungsfelder bzw. Indikationsfelder zu. Einen Überblick bezüglich der Verteilung der Indikatoren auf die einzelnen Handlungsfelder geben die nachstehenden Tabellen.

Tabelle 4: Verteilung der Indikatoren auf die Handlungsfelder

Handlungsfeld	Indikatoren			
	Impact	Response	noch möglich	ausgeschlossen
Wasserhaushalt	2	2	7/17	0/6
Land- und Forstwirtschaft	17	2	15/16	2/4
Innerstädtische Grünfläche	0	5	6/10	1/0
Naturschutz- und Biodiversität	8	3	18/13	4/1
Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz	6	11	21/22	3/5
Verkehr, Transport und Logistik	3	4	5/10	3/4
Energiemanagement	0	0	2/1	1/1
Bauwesen	2	1	1/6	0/0
Tourismus	3	3	5/9	0/1
<b>Gesamt</b>	<b>41</b>	<b>31</b>	<b>80/104</b>	<b>14/22</b>

## 5.2 Die Indikatoren

Tabelle 5: Ausgewählte und bearbeitete Indikatoren nach Handlungsfeldern

Impact-Indikatoren		Response-Indikatoren	
<b>Handlungsfeld Wasserhaushalt</b>			
Wh1-1-(I)	Entwicklung der Pegel­daten von Grundwassermessstellen	Wh1-2-(R)	Regenwasserversickerungsanlagen
Wh1-3-(I)	Entwicklung der Quellschüttungs­menge	Wh2-1-(R)	Hochwasserrückhaltebecken
<b>Handlungsfeld Land- und Forstwirtschaft</b>			
LF1-1-(I)	Rebenphänologie	LF1-2-(R)	Rebsorten-Anbaufläche
LF1-2-(I)	Huglin-Index	LF4-2-(R)	Impfdichte Blauzungenkrankheit
LF2-2-(I)	Mostgewicht		
LF3-1-(I)	Unwetterschadensmeldung		
LF3-2-(I)	Plasmopara-Infektionsrisiko		
LF4-1-(I)a	Afrikanische Pferdepest		
LF4-2-(I)b	Blauzungenkrankheit		
LF4-2-(I)c	Riftalfieber		

LF4-2-(I)d	West-Nil-Fieber		
LF5-1-(I)	Holzzuwachsraten		
LF5-2-(I)	Forstwegeunterhaltung		
LF6-1-(I)	Schadholzmenge: Zufällige Nutzung		
LF6-2-(I)	Kronenzustand		
LF6-3-(I)	Fruchtausbildung		
LF6-4-(I)	Borkenkäfermonitoring		
LF7-1-(I)	Bodentemperatur		
LF8-1-(I)	Bodenumusgehalte		
<b>Handlungsfeld Innerstädtische Grünfläche</b>			
		IGr1-1-(R)a	GALK Straßenbaumliste (Klima)
		IGr1-1-(R)b	Gießgänge
		IGr1-1-(R)c	Weiß gefärbte Stämme als Schutz vor Sonneneinstrahlung
		IGr1-2-(R)	GALK Straßenbaumliste (Wind)
		IGr1-3-(R)	Laubsammelaktion Kastanienminiermotte
<b>Handlungsfeld Naturschutz und Biodiversität</b>			
NB1-1-(I)a	Ausflug Bienenfresser	NB1-1-(R)a	Veränderung der empfohlenen Mahdzeitpunkte
NB1-1-(I)b	Bruterfolg Bienenfresser	NB1-1-(R)b	Anpassung der allgemeinen Brut- und Setzzeit
NB1-1-(I)c	Bruterfolg Alpensegler	NB1-1-(R)c	Anpassung der zeitlichen Regelungen zu Rodungs- und Gehölzschnittmaßnahmen
NB1-2-(I)	Erst- und Letztsichtungen Alpensegler		
NB2-1-(I)a	Populationsentwicklung Bienenfresser		
NB2-1-(I)b	Populationsentwicklung Alpensegler		
NB3-1-(I)a	Graue Liste möglicher invasiver Fischarten		
NB3-1-(I)b	Schwarze Liste invasiver Fischarten		
<b>Handlungsfeld Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz</b>			

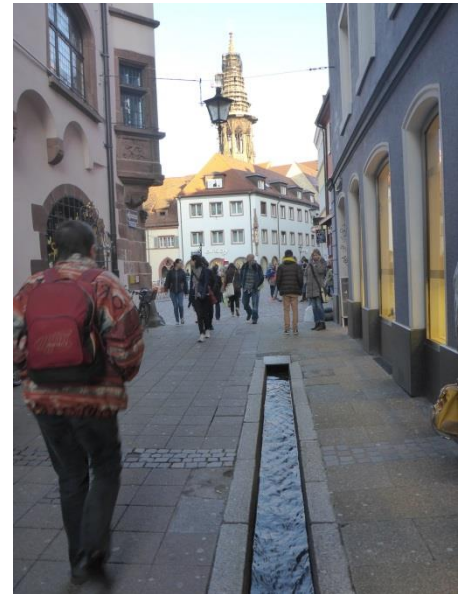
GBA2-1-(I)	Verbreitung des Eichenprozessions-spinners	GBA1-1-(R)a	Straßenbegleitgrün pro Einwohner
GBA3-1-(I)a	FSME	GBA1-1-(R)b	Entwicklung Baumanzahl
GBA3-1-(I)b	Q-Fieber	GBA1-1-(R)c	Entwicklung der jährlichen Neupflanzungen
GBA3-1-(I)c	Dengue-Fieber	GBA1-1-(R)d	Rasengleise der Straßenbahn
GBA3-1-(I)d	Gelbfieber	GBA1-1-(R)e	Anzahl Wasserspender in Schulen
GBA3-1-(I)e	Hanta-Virus	GBA1-1-(R)f	Rundfax an den pflegenden Personenkreis von Kranken und Hilfsbedürftigen z.B. Altenheim durch die SM
		GBA1-2-(R)a	Klimatisierung Bahn
		GBA1-2-(R)b	Klimatisierung Bus
		GBA2-1-(R)a	Maßnahmen zur Eichenprozessions-spinnerkontrolle
		GBA2-1-(R)b	Aktueller Hinweis EPS
		GBA7-1-(R)	Verkehrsbeschränkungsmaßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität
<b>Handlungsfeld Verkehr, Transport und Logistik</b>			
VTL1-1-(I)	Überflutung und Sperrung des Dreisamradwegs	VTL1-3-(R)a	Streusalz
VTL1-2-(I)	Ausfall der Schauinslandbahn infolge von Sturmereignissen	VTL1-3-(R)b	Winterdiensteinsätze der VAG
VTL1-3-(I)	Technische Hilfeleistung: Sturmschäden	VTL1-3-(R)c	Winterdiensteinsätze der ASF
		VTL3-1-(R)	Anzahl temporärer Fahrverbote aufgrund von Hitze
<b>Handlungsfeld Energiemanagement</b>			
<b>Handlungsfeld Bauwesen</b>			
Bw1-1-(I)	Schadaufwand Elementarschadensversicherung	Bw2-1-(R)	Anzahl öffentlicher Gebäude mit Erdkollektoren
Bw1-2-(I)	Technische Hilfeleistung: Wasserteinsätze		
<b>Handlungsfeld Tourismus</b>			
Tou1-1-(I)	Besucherzahlen des Freiburger	Tou1-1-(R)	Saisonale Öffnungszeiten der Frei-



	Strandbads		bäder
Tou1-2-(I)	Veränderung saisonaler Übernachtungen	Tou1-3-(R)	Hinweise über Badeangebote
		Tou2-1-(R)	Sensibilisierung der Gastgeber durch Rundbriefe

### 5.2.1 Handlungsfeld: Wasserhaushalt – Wh

Das Thema Wasser spielt im Hinblick auf den Klimawandel eine zentrale Rolle. Auch die Infrastruktur der Stadt Freiburg ist vom Thema Wasser geprägt. In der öffentlichen Wahrnehmung sind die Dreisam, das Netz der durch die Innenstadt fließenden „Bächle“, die mittlerweile auch als ein Wahrzeichen der Stadt gelten, und der Gewerbekanal sehr präsent. Die auf Gebiet des Stadtkreises befindlichen Seen bieten den Einwohnern Erholung und Freizeitvergnügen. Die Grundwasservorkommen des Oberrheingrabens spielen eine herausragende Rolle, stellen sie doch eines der wichtigsten Grundwasserreservoirs Europas dar. Für den in der Freiburger Bucht gelegenen Mooswald hat dieses Grundwasser höchsten ökologischen Wert.



**Abbildung 8: Freiburger Bächle  
(H. Sharaf)**

Die Folgen der globalen Erwärmung werden sich regional und saisonal sehr unterschiedlich auswirken. Höhere Temperaturen mit damit einhergehenden steigenden Verdunstungsraten und eine Abnahme des Niederschlags sowie dessen saisonale Verteilungsänderung werden den Wasserkreislauf beeinflussen und im ungünstigsten Fall zukünftig die Wasservorräte gefährden. Eine mögliche Zunahme von klimatischen Extremereignissen in Form von extremen Niederschlägen oder langandauernden Trockenperioden bedeuten eine große Herausforderung für die Stadt Freiburg. Befürchtet werden muss auch eine höhere Hochwassergefahr im Frühjahr und Winter, insbesondere dann wenn sich der Trend der Großwetterlagen in Form des Auftretens von zyklonalen Wetterlagen nach einer Frostperiode verstärkt. Eine verringerte Niederschlagsrate im Sommer wird vor allem die Landwirtschaft treffen und umfangreiche Umstellungen in der Bewirtschaftung und Sortenwahl nach sich ziehen müssen. Zusätzlich kann es durch erhöhte Wassertemperaturen zu einer Verschlechterung des physikalisch-chemischen und biologischen Zustandes der Gewässer kommen.

Die Anpassungen an Hochwassergefahren werden in Freiburg intensiv vorangetrieben. Zahlreiche Regenrückhaltebecken und Versickerungsanlagen sind eingerichtet worden, um möglichen Zer-

störungen durch Starkregenereignissen entgegenzuwirken. Finanzielle Anreize in Form von Beitragssenkungen der kommunalen Abwassergebührenordnung („gesplittete“ Gebühr) für Entsiegelungsmaßnahmen wurden geschaffen, um den Versiegelungsgrad zu senken und damit einerseits die Kanalisation zu entlasten und andererseits Regenwasser im natürlichen Kreislauf zu belassen. Bei Dammsanierungen wird mittlerweile ein Klimafaktor mit eingerechnet, welcher bei der Dammbaumaßnahmen berücksichtigt wird. Die Ausweisung von Überschwemmungsgebieten und die Erstellung von Hochwasserrisikokarten, welche als Managementhilfe in kritischen Hochwassersituationen dienen sollen aber auch um Maßnahmen zur Vorsorge treffen zu können, sind einige weitere durchgeführte Aktionen. Diese Initiativen dienen auch dem Schutz der Wasserreserven, da sie die Grundwasserneubildung unterstützen. (Mdl. Mitteilung: HERR BOLDER (ESE), HERR WEIß (UWSA), HERR LINDINGER (GUT), HERR LINDSIN (RP), HERR SCHNEIDER (UWSA))

Noch Nachholbedarf besteht bei der Adaption an Niedrigwasserstände der Dreisam. Zwar werden im Zuge von Hochwasserschutzmaßnahmen auch ökologische Verbesserungen an Gewässern durchgeführt, jedoch stehen diese bisher noch etwas im Hintergrund. Vor allem die Dreisam ist in trockenen, heißen Jahren gefährdet. Sie droht zukünftig öfter trocken zu fallen. Die Abzweigung von Wasser in den Gewerbekanal verschärft diese Situation noch zusätzlich. Die 2016 anstehende Neuvergabe der wasserrechtlichen Genehmigungen für den Gewerbekanal, die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie und Renaturierungsmaßnahmen an der Dreisam könnten zukünftig entgegenwirken (Mdl. Mitteilung: HERR BOLDER (ESE), HERR WEIß (UWSA), HERR LINDINGER (GUT), HERR LINDSIN (RP), HERR SCHNEIDER (UWSA)).

### **Indikatoren für das Handlungsfeld „Wasserhaushalt“**

Für das Handlungsfeld „Wasserhaushalt“ (Wh) wurden insgesamt drei Indikationsfelder festgelegt:

- Grundwasserstand, Sickerwasser und Quellschüttungen (Wh1),
- Abflussverhältnisse in Fließgewässern (Wh2) und
- Physikalisch-chemischer und biologischer Gewässerzustand (Wh3).

Nach dem aktuellen Arbeitsstand des Indikatorensystems können zwei Impact- und zwei Response-Indikatoren dargestellt werden. Die Indikatoren-Steckbriefe für das Handlungsfeld sind im Anhang zusammengestellt (Anhang 8.2.1, S. 102). Neben diesen wurden weitere sieben Impact- und 17 Response-Indikatoren als denkbar eingestuft (Anhang 8.3, Tabelle 15, S. 345). Im Rahmen dieses Projektes konnten diese aber bislang nicht umfassend bearbeitet werden.

Insgesamt sechs der diskutierten Response-Indikatoren wurden aus dem System ausgeschlossen. Die Indikatoren inklusive der Begründung für ihren Ausschluss sind in der Tabelle 24 im Anhang 8.4, S. 384 aufgeführt.

**Tabelle 6: Indikatoren für das Handlungsfeld „Wasserhaushalt“**

Indikationsfeld	Impact-Indikator	Response-Indikator
Grundwasserstand, Sickerwasser und Quellschüttung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Wh1-1-(I):</b> Entwicklung von Pegeldaten von Grundwassermessstellen</li> <li>• <b>Wh1-2-(I):</b> Entwicklung der Quellschüttungsmenge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Wh1-2-(R):</b> Regenwasserversickerungsanlagen</li> </ul>
Abflussverhältnisse in Fließgewässern		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Wh2-1-(R):</b> Hochwasserrückhaltebecken</li> </ul>
Physikalisch-chemischer und biologischer Gewässerzustand		

### **Erläuterungen zu den Indikatoren des Handlungsfelds „Wasserhaushalt“**

Die Daten für die ausgewerteten Indikatoren wurden von verschiedenen Anlaufstellen bezogen. Die LUBW, das Umweltschutzamt der Stadt Freiburg und die badenova sind die wesentlichen Datenhalter. Die meisten der benötigten Informationen werden regelmäßig gewonnen und führen zu keinem zusätzlichen Erhebungsaufwand.

#### Wh1: Grundwasserstand, Sickerwasser und Quellschüttung

Die Art und Menge des zur Verfügung stehenden Grundwassers ist von vielen Faktoren abhängig. Neben den klimatischen Bedingungen sind die hydrogeologischen Verhältnisse von entscheidender Bedeutung. Durch die prognostizierte saisonale Veränderung der Niederschläge im Zuge des Klimawandels wird die Grundwasserneubildung künftig zunehmend in den Wintermonate stattfinden. Auch wenn sich die Jahresniederschlagssumme insgesamt nicht verändern sollte, können doch größere saisonale Schwankungen des Grundwasserspiegels auftreten. Die allgemeine Verlängerung der Vegetationsperiode und der damit einhergehende Anstieg der Evapotranspirationsrate könnte sich auch auf den Grundwasserstand auswirken. (UM 2014, WATTENDORF ET AL. 2012, SCHÖNTHALER ET AL. 2011)

Um die Klimafolgen zu überwachen, werden die **Pegeldaten von ausgewählten Grundwassermessstellen (Wh1-1-(I))** und die **Quellschüttungsmenge (Wh1-2-(I))** als Indikatoren vorgeschlagen. Zu bedenken gilt, dass die Einflüsse des Menschen auf die Ressource Wasser sehr stark sind. Veränderungen sind deswegen fast immer ein Ergebnis komplexer Einwirkungen. Dies muss bei einer Beurteilung zur Entwicklung der Indikatoren im Handlungsfeld Wasser immer starke Beachtung finden.

Als Adaptionenmaßnahme zur Förderung der Grundwasserneubildungsrate, wird die **Entwicklung der Regenwasserversickerungsanlagen (Wh1-2-(R))** betrachtet.

### Wh2: Abflussverhältnisse in Fließgewässern

Sowohl zunehmende Hochwässer als auch Niedrigwasserstände werden als Folgen des Klimawandels befürchtet. Vor allem Hochwasserereignisse können schwere lokale, als auch großräumige Schäden anrichten. Neben wirtschaftlichen Einbußen sind vor allem Menschen gefährdet. Niedrigwasserpegel und ungleichmäßigere Abflüsse wirken sich ökologisch und wirtschaftlich negativ aus. Die Erwärmung bzw. das Trockenfallen von Fließgewässern kann die aquatische Lebewelt innerhalb kurzer Zeit stark beeinträchtigen. Darüber hinaus wird die Effizienz von Wasserkraftwerken bei stark schwankenden Wasserständen eingeschränkt werden. (UM 2014, WATTENDORF ET AL. 2012, SCHÖNTHALER ET AL. 2011)



**Abbildung 9: Regenrückhaltebecken Breitmatte**  
(H. Sharaf)

Der bisher nicht zur Darstellung ausgearbeitete Indikator **Entwicklung von Pegeldaten in Fließgewässersermessstellen**, würde sowohl die Betrachtung der Entwicklung von Hoch- und Niedrigwasserständen als auch Abflussveränderungen zulassen.

Um Schaden für Mensch, Wirtschaft und Umwelt abzuwenden, wird der Ausbau von **Hochwasserrückhaltebecken (Wh2-1-(R))** von der Stadt Freiburg forciert. Daten zur Erarbeitung eines Indikators, welcher sich mit der Adaption an niedrige Wasserpegel beschäftigt, standen nicht zur Verfügung.

### Wh3: Physikalisch-chemischer und biologischer Gewässerzustand

Die physikalisch-chemischen und biologischen Prozesse in Gewässern, werden maßgeblich durch die Wassertemperatur beeinflusst, wobei Wasserhöhe und Temperatur dabei eng gekoppelt sind. Dies betrifft die Schichtung und Umschichtung in Stillgewässern, die Dauer der Eisdecke, die CO<sub>2</sub>-Zehrung, Artenzusammensetzung und Nährstoffumsetzung. Der Klimawandel verändert die aquatischen Lebensräume und ihre Lebensgemeinschaften, denn bereits kurze Temperaturerhöhungen können irreversible Schäden anrichten. Hochwässer schaffen eine Vielfalt an unterschiedlichen Lebensräumen, führen aber auch zu erheblichen Nährstoffeinträgen durch z. B. Feinsedimente. Auch hier erschwert das komplexe Zusammenwirken von Faktoren die Extrahierung des Klimaeinflusses (UM 2014, WATTENDORF ET AL. 2012, SCHÖNTHALER ET AL. 2011).

Es konnte im Rahmen der Projektlaufzeit kein Indikator für dieses Indikationsfeld darstellungsreif ausgearbeitet werden.

### **Schnittstellen mit anderen Handlungsfeldern**

Das Handlungsfeld „Wasserhaushalt“ besitzt Schnittstellen zu nahezu allen anderen Handlungsfeldern. Der Bereich Raumplanung ist besonders durch das steigende Hochwasserrisiko betroffen. Im Bauwesen ist Überschwemmungsschutz und hochwasserangepasstes Bauen ein zentrales Thema, gleiches gilt für die Infrastruktur. Grünflächen fördern die Grundwasserneubildung und Entlasten die Kanalisation im Falle von Starkregenereignissen, weshalb der Sektor innerstädtische Grünflächen ebenfalls Überschneidungen zum Wasserhaushalt aufweist.

Naturschutz sowie die Land- und Forstwirtschaft sind ebenfalls stark von der Funktion des Wasserhaushalts abhängig. Tiere und Pflanzen müssen mit Wasser versorgt werden und das über eine immer länger werdende Vegetationsperiode hinweg, mit zunehmenden sommerlichen Trockenphasen. Von Veränderungen des Wasserhaushalts werden zukünftig nicht nur wasserabhängige Lebensräume beeinträchtigt werden, sondern auch der Boden und seine Bodenlebewelt.

Wie bereits erwähnt, wirken sich häufig wechselnde Abflussverhältnisse ebenfalls negativ auf die Effizienz von Wasserkraftwerken aus. Erhöhte Wassertemperaturen vermindern zudem den zur Kühlung benötigten Effekt. Aus diesem Grund spielt auch im Energiemanagement der Wasserhaushalt eine beachtliche Rolle.

Des Weiteren ist die menschliche Gesundheit betroffen. Insbesondere die Bereiche Trinkwasser, Badewasserqualität und Katastrophenschutz stehen in enger Verbindung mit diesem Handlungsfeld.

### **Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands des Indikatorensystems für das Handlungsfeld „Wasserhaushalt“**

Die vielfältigen Überlegungen und Bemühungen zur Indikatorenentwicklung für das Handlungsfeld „Wasserhaushalt“, spiegeln sich noch nicht in ausreichendem Maße im dargestellten Indikatorenset wider. Da der Wasserhaushalt als einer der wichtigsten klimabeeinflussten Bereiche eingeschätzt wird, besteht hier, vor allem in den letzten beiden Indikationsfeldern, noch Ergänzungsbedarf. Es gibt jedoch einige konkrete Vorschläge für weitere Indikatoren, für die auch schon mögliche Datenhalter ausfindig gemacht wurden. Der begrenzte Projektzeitraum verhinderte bislang die Ausarbeitung.

Insgesamt werden sehr viele Daten im Bereich Wasserhaushalt erfasst, jedoch handelt es sich dabei um Einzelmessungen und keine Langzeitdatenreihen. Erschwerend kommt hinzu, dass sich die Datensammlung auf sehr viele verschiedene Institutionen verteilt und ein Zusammentragen erschwert. Auch innerhalb der verschiedenen Einrichtungen herrscht oft Unklarheit darüber, welche

Daten gemessen werden und welche vorhanden sind. Dadurch geht häufig die Möglichkeit verloren, einen geeigneten Indikator zu entwickeln. Es wurde deutlich, dass ein allgemeiner Abbau von Messstellen stattfindet. Besonders bedauerlich ist dies bei Stationen mit sehr langen Datenreihen.

## 5.2.2 Handlungsfeld: Land- und Forstwirtschaft – LF

Das Handlungsfeld „Land- und Forstwirtschaft“ unterteilt sich in die drei großen Bereiche Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Boden. Kaum ein anderer Wirtschaftszweig ist so stark von Wetter, Witterung und Klima abhängig, wie die Land- bzw. Forstwirtschaft.

Die Landwirtschaft steht in vielfältiger Wechselbeziehung mit dem Klima. Die Freisetzung von klimarelevanten Spurengasen aus der landwirtschaftlichen Produktion ist unmittelbar im Zusammenhang mit der globalen Erwärmung zu sehen. Gleichzeitig ist die Landwirtschaft auch stark von den Folgen des Klimawandels betroffen und muss sich an diese anpassen (SCHALLER & WEIGEL 2007). Gegenüber extremen Wetterereignissen wie Hitze, Trockenheit, Sonneneinstrahlung aber auch Frost, Sturm, Hagel sowie Starkniederschlägen ist der Sektor vulnerabel. Die CO<sub>2</sub>-Konzentration der Luft, als elementarer Pflanzennährstoff, prägt die Produktivität und Qualität von landwirtschaftlichen Kulturen (UM 2014). Allerdings sind nicht alle Auswirkungen des Klimawandels auf den Bereich Landwirtschaft negativ zu bewerten. Als Beispiel sei hier die Möglichkeit für den Anbau neuer wärmeliebender Sonderkulturen genannt. (WATTENDORF ET AL. 2012)

Allgemein gilt der Sektor als sehr flexibel und anpassungsfähig, da zumindest der Ackerbau relativ kurzfristig reagieren und sich auf die klimatischen Gegebenheiten einstellen kann. Die große Vielfalt an landwirtschaftlichen Standortbedingungen fordert eine ebenso hohe Diversität der Anpassungsmaßnahmen (UM 2014).

22,5 % (3.446 ha) der Gemarkungsfläche Freiburgs wird landwirtschaftlich genutzt, davon der größte Teil als Ackerland (47 %). Auf 6,7 % (1.036 ha) der Fläche Freiburgs befindet sich Dauergrünland. Damit hat es einen Anteil von ca. 30 % der Landwirtschaftsfläche Freiburgs. Rebland hat im Zeitraum von 1999 bis 2010 einen Zuwachs um 68 ha auf 703 ha zu verzeichnen. Der Flächenzuwachs dieser Bewirtschaftungsform steht damit im Gegensatz zu den zuvor genannten Nutzungsarten Ackerbau und Dauergrünland, welche im selben Zeitraum mit -101 ha bzw. -28 ha rückläufig waren. Auf 76 ha der Fläche Freiburgs befinden sich Obstanlagen. Die Tierhaltung spielt eine untergeordnete Rolle, denn es gibt nur verhältnismäßig wenige Viehhalter auf der Gemarkungsfläche Freiburgs. Sowohl der Anzahl der Betriebe (55) als auch der Bestand der Tiere (972 Großvieheinheiten) sind stark rückläufig im Zeitraum 1999-2010 (Alle Angaben Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stand 2010). Der Anteil ökologisch bewirtschafteter Flächen liegt deutlich über dem Landesdurchschnitt (BZ 2011).

Die Landwirtschaft setzt bereits Maßnahmen um, obwohl der Anpassungsdruck, aufgrund der höheren Flexibilität, eher als gering empfunden wird. Hagelnetze, Bewässerungsverfahren oder auch der Einsatz von resistenten Züchtungen bzw. angepassten Sorten zählen zu den angewandten Verfahren.

Baden-Württemberg ist mit 1,4 Mio. Hektar Wald eines der walddreichsten Bundesländer (UM 2014). In Freiburg sind 43 % der Gemarkungsfläche bewaldet und haben eine verhältnismäßig hohe wirtschaftliche Bedeutung. Neben der Holzproduktion, dient der grüne Ring um die Stadt als Ort der Erholung und als Rückzugsraum für die heimische Tier- und Pflanzenwelt. Um diesen vielfältigen Ansprüchen gerecht zu werden, wird ein funktionsfähiger, gesunder Wald benötigt. (STADT FREIBURG) Die Vitalität und Stabilität sind durch sich ändernde Klimafaktoren gefährdet. Häufige Stresssituationen, wie Trockenheit, Spätfröste und Hagel, schwächen die Bäume und machen sie zusätzlich anfällig für Folgeschäden durch Schädlingsbefall. Als besonders problematisch gilt die Geschwindigkeit der Erderwärmung. Bäume haben sehr lange Generationszyklen und ihre natürliche Anpassungsgeschwindigkeit wird als eher gering eingeschätzt. Wie auch in der Landwirtschaft sind nicht alle Arten gleich vulnerabel. Vor allem Nadelholz, darunter der „Brotbaum“ der Forstwirtschaft die Fichte ist benachteiligt. Für die Fichte werden Umsatzeinbußen durch reduzierte Zuwachsraten erwartet. Insgesamt wird eine Verschiebung der Baumartenzusammensetzung zugunsten von Laubholz angestrebt. Aber auch in diesem Bereich bietet das milder werdende Klima Chancen. Die Verlängerung der Vegetationsperiode und die Reduktion von Frosttagen stehen den negativen Auswirkungen entgegen (UM 2014, WATTENDORF ET AL. 2012).

Ziel bei der Anpassung der Forstwirtschaft ist zum einen die Erhaltung des Waldes und zum anderen die Erfüllung der vielfältigen Funktionen. In Freiburg ist die Notwendigkeit der Adaption anerkannt, die Umsetzung erfolgt in einer naturnahen Waldbewirtschaftung und einem Waldumbau zu stabilen Mischbeständen. Nach Einschätzungen des Forstamtes ist Freiburg gut für die Zukunft gerüstet.

Der Boden erfüllt eine Vielzahl von Funktionen im Naturhaushalt und dient als Lebensgrundlage, bzw. Lebensraum für Menschen, Tiere und Pflanzen. Sowohl der Austausch von Spurengasen, wie CO<sub>2</sub>, mit der Atmosphäre, als auch die Kohlenstoffspeicherung im Bodenumus, zählen zu den Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, welche in Wechselwirkung mit dem Klima stehen. Die Veränderung des Niederschlagsregimes hat elementare Auswirkungen auf die Bodenfunktionen. Beispielsweise führen Starkregen und Hochwasser zu Bodenerosion und –rutschungen, hohe Niederschläge im Winter und die dadurch steigenden Versickerungsraten, sorgen für Auswaschung von Nährstoffen ins Grundwasser und Trockenheit fördert den Humusabbau. Alle diese Entwicklungen beeinflussen die Vielfalt, Menge und Aktivität von Bodenorganismen. (UM 2014)

Anpassungen müssen auch zur Erhaltung der Bodenfunktionen durchgeführt werden, um dort Beeinträchtigungen abpuffern zu können. Erosionsschutzmaßnahmen durch dauerhafte Begrünung oder bodenschonende Landbewirtschaftung sind dabei von herausragender Bedeutung.

### Indikatoren für das Handlungsfeld „Land- und Forstwirtschaft“

Für den Bereich „Land- und Forstwirtschaft“ (LF) wurden neun Indikationsfelder festgelegt:

- Agrarphänologie (LF1)
- Ertrag und Qualität der Ernteprodukte (LF2)
- Pflanzengesundheit (LF3)
- Tiergesundheit (LF4)
- Produktivitätseffekte in der Forstwirtschaft (LF5)
- Vitalität und Mortalität von Bäumen (LF6)
- Bodenwasserhaushalt und Bodentemperatur (LF7)
- Humusgehalt des Bodens (LF8) und
- Bodenerosion (LF9).

Des Weiteren standen noch die Themenkreise „Produktivität von Nutztieren“ und „Baumartenzusammensetzung“ zur Debatte. Sie wurden aber nicht als eigene Indikationsfelder in das System integriert. Inhaltlich sind sie in den Bereichen „Tiergesundheit“ bzw. „Vitalität und Mortalität von Bäumen“ berücksichtigt.

Nach aktuellem Arbeitsstand können 17 Impact- und zwei Response-Indikatoren präsentiert werden (Anhang 8.2.2, S. 115). Die Liste der als möglich eingeschätzten Indikatoren enthält weitere 15 Impact- sowie 16 Response-Indikatoren (Anhang 8.3, Tabelle 16, S. 350).

Zwei Auswirkungs- und vier Anpassungs-Indikatoren wurden ausgegliedert. Die Begründung für den Ausschluss ist in der Tabelle 25 im Anhang S. 385 dargestellt.

**Tabelle 7: Indikatoren für das Handlungsfeld „Land- und Forstwirtschaft“**

Indikationsfeld	Impact-Indikator	Response-Indikator
<b>Agrarphänologie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>LF1-1-(I):</b> Rebenphänologie</li> <li>• <b>LF1-2-(I):</b> Huglin-Index</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>LF1-2-(R):</b> Rebsorten-Anbaufläche</li> </ul>
<b>Ertrag und Qualität der Ernteprodukte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>LF2-1-(I):</b> Mostgewicht</li> </ul>	
<b>Pflanzengesundheit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>LF3-1-(I):</b> Unwetterschadensmeldungen</li> <li>• <b>LF3-2-(I):</b> Plasmopara-</li> </ul>	



	Infektionsrisiko	
<b>Tiergesundheit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>LF4-1-(I)a:</b> Afrikanische Pferdepest</li> <li>• <b>LF4-1-(I)b:</b> Blauzungenkrankheit</li> <li>• <b>LF4-1-(I)c:</b> Riftalfieber</li> <li>• <b>LF4-1-(I)d:</b> West-Nil-Fieber</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>LF4-1-(R)b:</b> Impfdichte Blauzungenkrankheit</li> </ul>
<b>Produktivitätseffekte in der Forstwirtschaft</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>LF5-1-(I):</b> Holzzuwachsraten</li> <li>• <b>LF5-2-(I):</b> Forstwegeunterhaltung</li> </ul>	
<b>Vitalität und Mortalität von Bäumen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>LF6-1-(I):</b> Schadholzmenge Zufällige Nutzung</li> <li>• <b>LF6-2-(I):</b> Kronenzustand</li> <li>• <b>LF6-3-(I):</b> Fruchtausbildung</li> <li>• <b>LF6-4-(I):</b> Borkenkäfermonitoring</li> </ul>	
<b>Bodenwasserhaushalt und Bodentemperatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>LF7-1-(I):</b> Bodentemperatur</li> </ul>	
<b>Humusgehalt des Bodens</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>LF8-1-(I):</b> Bodenkohlenstoffgehalte</li> </ul>	
<b>Erosion</b>		

### **Erläuterung zu den Indikatoren des Handlungsfelds „Land- und Forstwirtschaft“**

Die Daten für die ausgewerteten Indikatoren wurden von verschiedenen Anlaufstellen bezogen. Zu ihnen zählen der DWD, das staatliche Weinbauinstitut Freiburg, das Landwirtschaftsamt Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald, die Vereinigte Hagel, das Friedrich-Löffler-Institut, das städtische Forstamt und die Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg. Die Informationen zu den Indikatoren unterliegen einer regelmäßigen Erfassung. Bei der Beschaffung und Auswertung fielen weder Mehraufwand noch Kosten an.

#### LF1: Agrarphänologie

Die „Phänologie“ ist die Lehre der Erscheinungen und beschreibt die Wiederkehr biologischer Phänomene, wie Wachstums- und Entwicklungsmerkmale von Tieren und Pflanzen. Pflanzen gelten als sehr gute Bioindikatoren, denn die Wachstumsphasen im Jahresverlauf werden hauptsächlich von Licht- und Temperaturverhältnissen gesteuert. Die Pflanzenentwicklung steht in enger Korrelation mit meteorologischen Parametern, da die Reaktionsgeschwindigkeit von biochemischen Prozessen beispielsweise mit der Temperatur steigt. Eine zeitliche Veränderung der Phänologie ist eine Anpassungsmaßnahme der Natur an den Klimawandel und kann als eine seiner Auswirkungen be-

obachtet werden. Die stärksten Entwicklungen sind schon heute durch früheren Blattaustrieb und Blüte erkennbar (LUBW 2010, SEYFERT 1960, SCHNELLE 1955).

Landwirte müssen die Planung und Durchführung der Arbeitsgänge für die jeweiligen Kulturen, deren Entwicklungsstand und der aktuellen Witterung anpassen. Die Nutzung ist eng in den jahreszeitlichen Rhythmus eingebunden. Die phänologischen Veränderungen von landwirtschaftlichen Kulturen wirken sich deshalb auf die gesamten Betriebsabläufe aus. Der Weinanbau besitzt eine wichtige Bedeutung in der Region, deshalb wird die **Rebenphänologie (LF1-1-(I))** als Indikator dargestellt. Da sich die Wuchsbedingungen durch den Klimawandel verändern werden und sich in Folge die Anbaueignung von Weinsorten verschiebt, wurde auch der **Huglin-Index (LF1-2-(I))** als Impact-Indikator in das System integriert.

Als Reaktion auf die veränderte Anbaueignung bestimmter Weinsorten, wird die Entwicklung der **Rebsorten-Anbaufläche (LF1-2-(R))** dargestellt.

#### LF2: Ertrag und Qualität der Ernteprodukte

Klimaveränderungen sind nicht nur mit Nachteilen für die landwirtschaftliche Produktion verbunden. Eine Verlängerung der Vegetationsperiode eröffnet die Möglichkeit einer früheren Aussaat. Dadurch sind kürzere Lagerzeiten und eine bessere Marktbeschickung möglich, was sich durch Preisvorteile lohnen kann. Eine steigende Photosyntheseleistung erhöht die Ertragspotenziale und milderes Klima eröffnet zusätzlich die Chance für den Anbau neuer Kulturen. Auf der anderen Seite wird eine Zunahme von Schädlingen und Krankheitserregern erwartet. Spätfrost gefährden vor allem die jungen Pflanzen stärker. Ein Anstieg von Unwettern, Hitze und abnehmende Wasserverfügbarkeit in den Sommermonaten gefährden allerdings den Ertrag und die Produktqualität. Je nach Kulturpflanzenart, Region und Bodenbeschaffenheit, werden sich die Klimafolgen unterschiedlich stark auswirken (UM 2014). Im Weinbau wird deshalb die Entwicklung des **Mostgewichts (LF2-1-(I))** als Indikator dargestellt.

#### LF3: Pflanzengesundheit

Nicht nur Pflanzen profitieren von milderen Temperaturen, sondern auch Schädlinge, Unkräuter und Krankheitserreger. Die winterliche Überlebensrate steigt, sie treten früher auf und können dadurch mehrere Generationszyklen im Jahr durchlaufen. Das wärmere Klima verbessert aber nicht nur die Lebensbedingungen für Schädlinge, Unkräuter und Krankheiten, sondern ermöglicht auch die Einwanderung von neuen. Neben biotischen wirken sich auch abiotische Faktoren, wie Stau-nässe im Winter, Hagel etc., negativ auf die Kulturen aus (UM 2014).



**Abbildung 10: Hagelschnutznetze über Apfelbäumen im Tuniberg (H. Sharaf)**

Für den Stadtkreis Freiburg werden die **Unwitterschadensmeldungen (LF3-1-(I))** und das **Plasmopara-Infektionsrisiko (LF3-2-(I))**, als Indikatoren für die Beobachtung der Auswirkungen des Klimawandels eingesetzt.

Der Vorteil für die Landwirtschaft liegt in den kurzen Bewirtschaftungszyklen, so dass Anpassungsmaßnahmen rel.

flexibel umgesetzt werden können. Bisher konnten jedoch keine Initiativen darstellungsreif ausgearbeitet werden.

#### LF4: Tiergesundheit

Nutztiere haben prinzipiell eine gute Anpassungskapazität an hohe Temperaturen, welche durch geeignete Haltungsformen unterstützt werden kann. Allerdings reagieren insbesondere Hochleistungstiere empfindlicher auf Hitze und hohe Luftfeuchtigkeit. Diese Belastungen drücken sich in Stoffwechselproblemen aus, welche durch Leistungsrückgang und erhöhte Mortalitätsraten zu wirtschaftlichen Einbußen führen können (SCHÖNTHALER ET AL. 2011).

Neben der Beeinträchtigung des Wohlbefindens der Tiere, steigt auch die Gefahr der Ausbreitung von einheimischen und bisher nicht in Deutschland beheimateten Tierkrankheiten und Vektoren zur Verbreitung von Krankheiten. Diese profitieren häufig von den milderen Temperaturen und erhöhen dadurch den Infektionsdruck (UM 2014). Die Verbreitung der Krankheitserreger und deren Vektoren erfolgt heutzutage meist mittels Verschleppung durch den globalisierten Tierhandel. Erreger und Vektoren können so innerhalb kürzester Zeit große Strecken zurücklegen. Für eine dauerhafte Ansiedlung in einem neuen Gebiet spielt die Eignung der ökologischen Parameter, wie das Klima vor Ort, eine große Rolle. Überträgerorganismen, wie Zecken oder Mücken, bevorzugen warme und feuchte Witterung. Die globale Erderwärmung verbessert vielerorts die Bedingungen für Vektoren und fördert deren Vermehrung und Ausbreitung. Zusätzlich verhindern mildere Winter die Reduktion in der kalten Jahreszeit. Da die meisten Wirtstiere nicht nur auf Wärme, sondern auch auf Feuchtigkeit angewiesen sind, wäre bei steigender Trockenheit ein Rückgang der geeigneten Habitate und folglich der Vektoren denkbar. Neben der Verbreitung eingeschleppter Überträgerorganismen, ist eine Ausbreitung der Erreger über heimische Zwischenwirte nicht ausgeschlossen (LAVES 2010).

Bei einigen schweren Erkrankungen, wie z.B. dem West-Nil-Fieber, handelt es sich um Zoonosen, das heißt sie sind auf den Menschen übertragbar. Sie stellen eine Gefahr für die menschliche Gesundheit dar und gewinnen deshalb an Bedeutung, auch wenn sie häufig nur geringfügige Folgen für die infizierten Personen haben. Bei den betroffenen Tieren führen sie jedoch häufig zum Tod und richten in Herden oft großen wirtschaftlichen Schaden an. Aus diesem Grund werden die **Afrikanische Pferdepest (LF4-1-(I)a)**, die **Blauzungenkrankheit (LF4-1-(I)b)**, das **Rifttalfeber (LF4-2-(I)c)** und das **West-Nil-Fieber (LF4-1-(I)d)** als Impact-Indikatoren betrachtet.

Der aktuelle Trend zu besser belüfteten Ställen und moderneren Haltungssystemen soll gesunde, robuste und leistungsfähige Tiere hervorbringen. Er kann durchaus als Anpassungsmaßnahme gewertet werden (SCHÖNTHALER ET AL. 2011). Um diese Entwicklung in einem Indikator abzubilden, konnten für Freiburg jedoch keine ausreichenden Informationen ermittelt werden.

Als Schutz vor insektenübertragenen Krankheiten, wird die Anwendung von Mitteln (Repellentien), die Insekten fernhalten, empfohlen und zur Entfernen von möglichen Brutstätten, wie stehende Gewässern geraten, um eine Vermehrung infizierter Stechmücken zu verhindern. Als wichtigste Anpassungsmaßnahme gilt jedoch die Impfung, wie anhand der **Impfdichte für die Blauzungenkrankheit (LF4-1-(R)b)** nachvollzogen werden kann (LAVES 2015).

#### LF5: Produktivitätseffekte in der Forstwirtschaft

Grundsätzlich steht der Zuwachs bei Bäumen nicht nur im Zusammenhang mit klimatischen Faktoren, sondern auch mit baumspezifischen Eigenheiten. Eine Änderung der zuwachsrelevanten klimatischen Bedingungen, wie Temperatur und Niederschlag, könnten sich sowohl negativ als auch positiv auf die Produktivität von Bäumen auswirken (KOHNLE 2014). Eine längere Vegetationsperiode mit milderen Temperaturen ermöglicht dem Baum eine längere Wachstumsphase. Eine Zunahme von



**Abbildung 11: Tiefe Fahrspuren auf Forstwegen im Mooswald (H. Sharaf)**

Hitze und Trockenheit verringert allerdings das Zuwachspotenzial. Wird der Baum zusätzlich durch Stürme, Unwetter oder auch Spätfröste geschwächt, könnten die Produktivitätseffekte zukünftig auch ins Negative umschlagen. Um hier die Auswirkungen des Klimawandels zu beobachten, werden die jährlichen **Holzzuwachsraten (LF5-1-(I))** verschiedener Baumarten als Indikator genutzt.

Der Klimawandel kann sich aber auch anderweitig ungünstig auf die Forstwirtschaft auswirken. Der fehlende Frost im Winter erschwert die Holzernte. Die Bäume stehen viel länger im Saft, so dass

eine Trocknung der Stämme nach dem Fällen länger andauert und die Lagerungskosten steigen. Gravierender wirkt sich jedoch der fehlende Bodenfrost aus. Schwere Forstmaschinen richten bei aufgeweichtem Boden große Schäden an Forstwegen an und hinterlassen tiefe Spurrillen (Mdl. Mitteilung FRAU SCHMALFUß, FORSTAMT FREIBURG). Deshalb wird zusätzlich die Entwicklung der Kosten für die **Forstwegeunterhaltung ((LF5-2-(I))** als Impact-Indikator vorgeschlagen.

Response-Indikatoren für dieses Indikationsfeld konnten bisher keine darstellungsreif ausgearbeitet werden.



Abbildung 12: Sturmwurf im Mooswald (H. Sharaf)

#### LF6: Vitalität und Mortalität von Bäumen

Eine Änderung der klimatisch wirksamen Faktoren beeinflusst jedoch nicht nur die Produktivität, sondern auch auf die Vitalität und Mortalität von Bäumen. Die Schwächung der Abwehr von Pflanzen, durch Hitzestress, Trockenheit und Unwetter zieht häufig Sekundärerkrankungen nach sich. Vor allem der Befall mit Schädlingen und Pilzen kann in den Folgejahren nach

extremen Wetterereignissen noch verheerende Folgen haben (DELB 2013). Aus diesem Grund wurden insgesamt fünf Parameter ausgewählt, anhand derer die Vitalität und Mortalität von Bäumen abgeschätzt und beobachtet werden kann. Dazu zählen die **Schadholzmenge der „Zufällige Nutzung“ (LF6-1-(I))**, der **Kronenzustand (LF6-2-(I))**, die **Fruchtausbildung (LF6-3-(I))** und das **Borkenkäfermonitoring (LF6-4-(I))**.

Es konnten keine Anpassungsmaßnahmen für dieses Indikationsfeld, in Form eines Response-Indikators, quantifiziert werden.

#### LF7: Bodenwasserhaushalt und Bodentemperatur

Das Klima wirkt unmittelbar auf den Wärme- und Wasserhaushalt des Bodens ein, was wiederum direkte Folgen für die Freisetzung von Nähr- und Schadstoffen sowie klimarelevanten Gasen hat. Eine Verschiebung der Niederschlagsverteilung in die Wintermonate kann durch die erhöhte Versickerungsrate zu einer verstärkten Auswaschung von Stoffen, wie Nitrat, aus den durchwurzelter Bodenschichten führen. So gehen nicht nur Nährstoffe für die Pflanzen verloren, sondern auch das Grundwasser reichert sich mit belastenden Substanzen an. Bodenfeuchte und Bodentemperatur beeinflussen die Bodenlebensgemeinschaften. Diese leisten einen wichtigen Beitrag zur Bereitstellung von Nährstoffen, Stoffumsatz und zur Freisetzung von klimarelevanten Spurengasen. Am güns-

tigsten sind die Lebensbedingungen in stark frischen bis schwach sauren Böden, das heißt, sie erweisen sich vulnerabel gegenüber langen Trockenperioden. (SCHÖNTHALER ET AL. 2011, UM 2014)

Da Bodenfeuchte und –temperatur eine so große Rolle im Bodenhaushalt spielen, wird die **Bodentemperatur (LF7-1-(I))** als Indikatoren für die Auswirkungen des Klimawandels abgebildet.

Auch in diesem Indikationsfeld konnten keine Response-Indikatoren darstellungsreif ausgearbeitet werden.

#### LF8: Humusgehalt des Bodens

Böden zählen zu den wichtigsten Kohlenstoffspeichern und bilden einen elementaren Bestandteil des Kohlenstoffkreislaufs. Sie sind Senke für klimawirksame Gase und können diese über Jahre hinweg speichern. Eine zentrale Bedeutung hat der Humusgehalt des Bodens. Humus besitzt eine Speicher- und Filterfunktion und ist für die Bodenfruchtbarkeit maßgeblich, da er organische Stoffe in Ton-Humus-Komplexen speichert. Damit trägt er zur Gefügestabilität des Bodens bei, so dass die Belüftung und die Wasserspeicherfunktion optimiert werden. Daneben bietet der Boden auch Lebensraum für zahlreiche Organismen. Die durch den Klimawandel bedingte Erwärmung des Bodens beschleunigt die Mineralisierung und somit den Abbau von Humus. Langfristig wird dies die Fruchtbarkeit und die Filterwirkung des Bodens beeinflussen. Gleichzeitig erhöht sich die CO<sub>2</sub>-Abgabe an die Atmosphäre. Bodenabtrag durch Extremniederschläge setzt die Ertragsfähigkeit weiter herab. Fraglich ist, ob eine verlängerte Vegetationsperiode diesen Humuschwund ausgleichen kann (ALN 2007, UM 2014). Auf der anderen Seite hemmen Hitze und Trockenheit ab einem gewissen Punkt die Mineralisierung. Erst ein Monitoring des **Bodenkohlenstoffgehalts (LF8-1-(I))** gibt Aufschluss über die regional unterschiedlich ausgeprägten Folgen der globalen Erwärmung. In diesem Indikationsfeld konnten bisher keine Response-Indikatoren ausgearbeitet werden.

#### LF9: Erosion

Erosion ist vor allem im landwirtschaftlichen Sektor ein großes Problem. Der Verlust des Oberbodens senkt die Produktivität des Standorts. Zudem führt das damit einhergehende sinkende Wasserrückhaltevolumen zum verstärkten Austrag von Nähr- und Schadstoffen. Es kommt zu einer Abnahme von Erträgen. Gleichzeitig verschlechtert sich die Qualität angrenzender Gewässer durch den Eintrag von Nähr- und Schadstoffen. Das Risiko für Erosion steigt deutlich mit zunehmend intensiveren Niederschlägen, dem Schluffgehalt des Bodens, der Hangneigung und einer abnehmenden Vegetationsdecke. Das bedeutet, dass Kulturen wie Mais die Erosion weiter fördern. Neben den negativen Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Produktion kann der Bodenabtrag als Murenabgang oder Hangrutschung auch für die Infrastruktur und damit auch unmittelbar für den

Menschen zur Bedrohung werden. Bisher konnte kein geeigneter Indikator für diese Thematik, weder auf der Anpassungs- noch auf der Response-Seite, ausgearbeitet werden.

### **Schnittstellen mit anderen Handlungsfeldern**

Das Handlungsfeld „Land- und Forstwirtschaft“ hat Überschneidungen mit den Bereichen „Wasserhaushalt“, „Gesundheit, Arbeit- und Bevölkerungsschutz“, „Verkehr, Transport und Logistik“, „Energiemanagement“ und „Naturschutz und Biodiversität“.

Im Handlungsfeld „Naturschutz und Biodiversität“ spielt, wie auch in der Land- und Forstwirtschaft, die Phänologie von Pflanzen wichtige eine Rolle. Zusätzlich erfüllen Wälder, landwirtschaftliche Flächen und Böden zahlreiche ökologische Funktionen, sodass auch hier eine Verbindung zum Sektor Naturschutz und Biodiversität besteht. Die Verunreinigung von Grund- und Oberflächengewässern durch Düngung und Bodenabtrag wirkt sich hingegen negativ aus. Hier hat der Sektor „Land- und Forstwirtschaft“ eine maßgebliche Schnittstelle zu den Handlungsfeldern „Wasserhaushalt“ und „Gesundheit“.

Das Handlungsfeld „Gesundheit“ tangiert zusätzlich die Segmente Tiergesundheit und Vektoren, sowie die von Erdbeben ausgehende Gefahr für das menschliche Wohlbefinden. Hier greift auch der Sektor Verkehr, da durch die unkontrollierte Bewegung größerer Erdmassen Behinderungen entstehen.

Zuletzt wird auch das Handlungsfeld „Energiemanagement“ durch die Produktion nachhaltiger Rohstoffe in der Land- und Forstwirtschaft berührt.

### **Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands des Indikatorensystems für das Handlungsfeld „Land- und Forstwirtschaft“**

Bei der abschließenden Betrachtung des derzeitigen Entwicklungsstandes des Indikatorensystems ist die sehr ungleiche Verteilung von Impact- und Response-Indikatoren auffällig. Die Auswirkungsseite ist in allen Indikationsfeldern, ausgenommen „Bodenerosion“, zufriedenstellend abgedeckt. Die Datengrundlage und -verfügbarkeit kann hier als gut bezeichnet werden. Hingegen besteht auf der Response-Seite noch Nacharbeitungsbedarf. Wie schon in anderen Handlungsfeldern liegt hier das Problem in der Datenverfügbarkeit.

### 5.2.3 Handlungsfeld: Innerstädtische Grünfläche – IGr

Insgesamt 500 Hektar Grünflächen stehen der Freiburger Bevölkerung zur Erholung zur Verfügung. Das Prädikat „Grüne Stadt“ ist unter anderem auf die gute Ausstattung mit öffentlichem Grün zurückzuführen. Neben knapp 22.000 Straßenbäumen setzt sich die innerstädtische Grünfläche aus Parkanlagen, Friedhöfen, Kleingärten, Spielplätzen, Sport- und Freizeitanlagen zusammen (STADT FREIBURG 2015).



Abbildung 13: Stadtpark Freiburg (H. Sharaf)

Die innerstädtische Grünfläche übernimmt wichtige Funktionen im Siedlungsbestand. Sie wirkt sich positiv auf das lokale Klima sowie den Wasserhaushalt aus und bietet Möglichkeiten für die Naherholung. Die bioklimatische Wirkung von Bäumen auf das Stadtklima äußert sich unter anderem durch hitzereduzierende Beschattung, Luftfilterung sowie Verdunstungskühlung. Die Versorgung der Bevölkerung mit öffentlichem Grün wird vor dem Hintergrund der Erderwärmung zukünftig weitere Bedeutung gewinnen (BIRKMANN, VOLLMER & SCHANZE 2013, UM 2014).

Aus Sicherheitsgründen werden die Freiburger Stadt- und Straßenbäume jährlich optisch durch einen Baumkontrolleur begutachtet. Schäden werden vermerkt und Maßnahmen durchgeführt, wenn diese für nötig erachtet werden. Zusätzlich wird bei Neuanpflanzungen auf „Klimatauglichkeit“ geachtet. Bei großer Trockenheit werden vor allem junge Bäume gegossen und durch einen weißen Anstrich vor der Sonneneinstrahlung geschützt. Neben diesen gibt es weitere Maßnahmen die zur Anpassung an die Auswirkungen die Klimawandels zum Einsatz kommen. Jedoch nur einige werden standardisiert dokumentiert, um sie als Indikatoren darstellen zu können.



Abbildung 14: Mit Bäumen gesäumte Straße in Freiburg. (H. Sharaf)

#### Indikatoren für das Handlungsfeld „Innerstädtische Grünfläche“

Für das Handlungsfeld „Innerstädtische Grünfläche“ (IGr) wurde nur ein Indikationsfeld festgelegt:

- Veränderung und Beeinflussung von Vegetation in Städten (IGr1).



Die „Veränderung des Freizeitverhaltens“ stand als ein weiteres Indikationsfeld zur Diskussion, wurde aber aufgrund der Schwierigkeit dies in unmittelbaren Zusammenhang zum Klimawandel zu stellen, nicht in das Indikatorensystem aufgenommen. Nach dem aktuellen Arbeitsstand konnten keine Impact-, dafür fünf Response-Indikatoren bearbeitet werden. Die zugehörigen Indikatoren-Steckbriefe sind im Anhang S. 185 zusammengestellt. Neben diesen sind weitere fünf bis sechs Auswirkungs- und neun bis zehn Anpassungsindikatoren als denkbar eingestuft worden. Diese sind in Tabelle 17 im Anhang S. 356 aufgeführt. Ein Impact-Indikator wurde aus dem System ausgeschlossen.

**Tabelle 8: Indikatoren für das Handlungsfeld „Innerstädtische Grünfläche“**

Indikationsfeld	Impact-Indikator	Response-Indikator
Veränderung des Freizeitverhaltens		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>IGr1-1-(R)a:</b> Entwicklung der GALK Straßenbaumliste (Klima)</li> <li>• <b>IGr1-1-(R)b:</b> Gießgänge</li> <li>• <b>IGr1-1-(R)c:</b> Weiß gefärbte Stämme zum Schutz vor Sonneneinstrahlung</li> <li>• <b>IGr1-2-(R):</b>Entwicklung der GALK Straßenbaumliste (Wind)</li> <li>• <b>IGr1-3-(R):</b>Laubsammelaktion Kastanienminiermotte</li> </ul>

### **Erläuterung zu den Indikatoren des Handlungsfelds „Innerstädtische Grünfläche“**

Die für die Indikatoren verwendeten Daten stammen größtenteils vom Garten- und Tiefbauamt der Stadt Freiburg. Die Inhalte der GALK-Straßenbaumliste und weiterführende Informationen wurden vom Verein Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz (GALK e. V.) zur Verfügung gestellt. Die Daten sind leicht zu erfassen, werden jedoch in den meist nicht regelmäßig aktualisiert.

#### IGr 1: Veränderung und Beeinflussung von Vegetation in Städten

Innerstädtische Grünflächen sind schon heute den extremeren Bedingungen, wie Hitze-, Strahlungs- und Trockenstress ausgesetzt. Zusätzlich werden Pflanzen in Städten durch Salzausbringung im Zuge der Verkehrssicherung belastet. Der Klimawandel wird diese Probleme weiter verschärfen. Eine Schädigung des städtischen Grüns hat negative Folgen auf das menschliche Wohlbefinden, den Verkehr sowie die touristische Attraktivität der Stadt. Eine regelmäßige Begutachtung des all-

gemeinen Zustandes sowie Maßnahmen zur Anpassung der städtischen Vegetation an neue Klimabedingungen sind aus diesen Gründen von großer Bedeutung.

Obwohl der Gesundheitszustand von Stadt- und Straßenbäumen jährlich begutachtet wird, existiert darüber bisher keine standardisierte Dokumentation. Mit der geplanten Einführung des Baumkatas-ters werden diese Informationen abrufbar und sind dann zur Nutzung als Indikatoren geeignet. Eine Unterteilung der Beobachtung der Auswirkungen in die Punkte Klima, Wind und Insektenschäden wird als sinnvoll erachtet. Nach diesem Schema wurden die im Indikatorensystem beschriebenen Response-Indikatoren angelegt. Als Anpassung an heißeres, trockeneres und strahlungsintensiveres Klima wurden die **Entwicklung der GALK-Straßenbaumliste hinsichtlich geeigneter Pflanzenarten (IGr1-1-(R)a)** und die **jährliche Anzahl der Gießgänge (IGr1-1-(R)b)** bei frisch gepflanzten Bäumen ausgewertet. Zusätzlich ist das **weiß streichen von jungen Baumstämmen zum Schutz vor zu starker Sonneneinstrahlung (IGr1-1-(R)c)** als weitere Aktion beschrieben, auch wenn hierzu keine genauen Zahlen zur Verfügung standen. Um extremen Wetterereignissen wie Stürmen zu trotzen wurde die **GALK-Straßenbaumliste auch hinsichtlich ihrer Anzahl an ausdrücklich windfesten Baumarten (IGr1-2-(R))** untersucht. Als dritter Punkt ist eine Anpassungsmaßnahme an das verstärkte Auftreten von Insektenkalamitäten anhand der **Laubsammelaktion zur Bekämpfung der Kastanienminiermotte (IGr1-3-(R))** im Indikatorensystem aufgeführt.

### **Schnittstellen mit anderen Handlungsfeldern**

Das Handlungsfeld „Innerstädtische Grünfläche“ besitzt Schnittstellen zu allen anderen Handlungsfeldern. Besonders betrifft dies jedoch das Handlungsfeld „Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz“ (GBA). Die schon angesprochenen positiven Auswirkungen von Grünflächen auf das Wohlbefinden und die Gesundheit des Menschen sowie die Anpassungsmaßnahmen sind durch Indikatoren im Handlungsfeld GBA wiedergegeben. Das Handlungsfeld IGr behandelt hingegen nur den Zustand der Pflanzen.

Grünflächen können bei Starkregenereignissen Wasser in der Fläche zurückhalten, ins Grundwasser versickern und so die Kanalisation entlasten. Sie sind deshalb auch im Bereich „Wasserhaushalt“ relevant. Dort werden sie in Form von Versickerungsanlagen ins Indikatorensystem integriert.

Auch wenn Vegetation in den Handlungsfeldern „Bauwesen“ (Bw) und „Energiemanagement“ (Em) bisher noch nicht explizit aufgeführt ist, so trägt die Beschattung von Gebäuden durch Bäume oder auch die Dach- und Fassadenbegrünung zu einem angenehmeren Innenraumklima bei und kann so auch zu einer Reduzierung von Energieaufwand bzw. -kosten führen, da Mittel zur Kühlung reduziert werden können. Die jährlichen Baumkontrollen werden zudem auch aus Verkehrssicherungsgründen durchgeführt und tangieren somit auch den Bereich „Verkehr, Transport und

Logistik“ (VTL). Letztendlich wird auch der Bereich „Tourismus“ (Tou) gestreift, da Grünflächen eine Stadt als Urlaubsziel attraktiver gestalten.

### **Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands des Indikatorensystems für das Handlungsfeld „Innerstädtische Grünfläche“**

Die Entwicklung von Indikatoren für das Handlungsfeld „Innerstädtische Grünfläche“ deckt noch nicht in ausreichendem Maße alle Bereiche ab. Es gibt jedoch einige konkrete Vorschläge für weitere denkbare Indikatoren, für die auch schon mögliche Datenhalter ausfindig gemacht wurden. Der begrenzte Projektzeitraum verhinderte bisher die Ausarbeitung. Vor allem im Bereich der Impact-Indikatoren besteht noch Ergänzungsbedarf, um das Handlungsfeld optimal abzudecken. Mit der Einrichtung des Baumkatasters sollte dies möglich sein.

Eine Anpassung des Freizeitverhaltens, also die Verlegung der Aktivitäten in die Morgen- und Abendstunden aufgrund hoher Temperaturen, könnte zu einer Veränderung der Lärmsituation insbesondere rund um Spielplätze und Parkanlagen führen. Die DAS widmet sich der Fragestellung inwieweit die Lärmbelastung infolge von Freiluftaktivitäten zunimmt und hat als Indikator den „Nachbarschaftslärm“ (BAU-I-3) in ihr Indikatorensystem aufgenommen. Dieser Idee wurde auch für Freiburg nachgegangen, sie ist aber aufgrund der Schwierigkeit dies auf den Klimawandel zurückzuführen bisher nicht weiter verfolgt worden.

#### **5.2.4 Handlungsfeld: Naturschutz und Biodiversität – NB**

Aufgrund des ausgeprägten Höhengradienten weist die Stadt Freiburg eine hohe biologische Vielfalt auf. Das Gebiet beherbergt sowohl montane (Schauinsland) als auch mediterrane (Tuniberg) Arten. Aufgrund dieser Reichhaltigkeit ergibt sich für die Stadt Freiburg eine besondere Verantwortung für deren Schutz und Erhaltung.

In den letzten Jahrzehnten verschlechterten sich allerdings die Voraussetzungen zum Erhalt der Biodiversität. Der anhaltende Flächenverbrauch, die Landschaftszerschneidung und die Intensivierung der Landwirtschaft zerstörten wichtige Habitate. Mit dem voranschreitenden Klimawandel verschärft sich die Situation zusätzlich, da Temperatur, Niederschlag oder Extremereignisse direkten Einfluss auf die Flora und Fauna nehmen. Pflanzen benötigen Wärme und Wasser zum wachsen, aber auch Tiere sind an ein ökologisches Optimum gebunden (KINZELBACH 2007, UM 2014).

Nicht jedes Biotop bzw. jede Art ist in gleichem Maße von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen. Sie reagieren unterschiedlich auf die anthropogen verursachte Erwärmung und weisen eine differenzierte Vulnerabilität auf. Wasserabhängige Ökosysteme, wie Moore, sowie auf Feuchtigkeit und kühlere Temperaturen angewiesene Lebewesen sind durch die zunehmende sommerliche

Trockenheit gefährdet. Kleine, isolierte Populationen können durch ein Extremereignis ausgelöscht werden, während für wärmeliebende Arten Konkurrenzvorteile zu erwarten sind.

Eine Änderung der Artenzusammensetzung, das Verschwinden und Hinzukommen neuer Arten sowie das Entstehen neuer Lebensgemeinschaften, sind unvermeidlich und Teil eines natürlichen Prozesses. Ökosysteme sind dynamisch und die Ermöglichung einer beständigen Fortentwicklung ist, bei der Ausarbeitung von Handlungsmaßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel, sicherzustellen. Um die negativen Folgen für die biologische Vielfalt möglichst gering zu halten, bedarf es ausreichend großer, stabiler und leistungsfähiger Ökosysteme. Flächenbereitstellung sowie Vernetzung gibt den Arten und Artengemeinschaften Raum, um widerstandsfähiger zu werden und sich den wandelnden Gegebenheiten anzupassen (LUBW, MLR & IFOK 2008, KRAUS & OTT 2014, KINZELBACH 2007).

In Freiburg werden bereits einige Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel durchgeführt. Die Mehrzahl dieser Projekte wird jedoch infolge anderer Schutzziele vollzogen. So findet eine Ausweisung von Naturschutzgebieten nicht aufgrund des Klimawandels statt, sondern z. B. wegen des Artenschutzes. Der Flächenschutz bietet Flora und Fauna Rückzugsmöglichkeiten, um sich weitestgehend ungestört zu entwickeln und anpassen zu können. Die Rückhaltung bzw. Rückführung von Wasser in der Fläche, wird als eine der wichtigsten Anpassungsmaßnahmen betrachtet, um die Auswirkungen des Klimawandels entgegen zu treten. Wiedervernässung, Bewässerung und Neueinrichtung von Feuchtgebieten finden in Freiburg bereits statt. Biotopverbundmaßnahmen, welche Ausbreitungs- und Rückzugsbewegungen ermöglichen, zählen ebenfalls zu den anerkannten Methoden. Häufig sind diese Maßnahmen nicht dokumentiert, so dass eine Darstellung als Indikator nicht immer möglich ist. Als Beispiele sind hier Wiedervernässungsmaßnahmen im Mooswald (GUENTHER & BRAUN 2008) oder auch das Biotopvernetzungsprojekt Tuniberg-Oberrhein (WATTENDORF ET AL. 2012) zu erwähnen.



**Abbildung 15: Biotopvernetzungsmaßnahmen, Amphibienschutz und Wiedervernässung des Mooswalds.**  
(H. Sharaf)

## Indikatoren für das Handlungsfeld „Naturschutz- und Biodiversität“

Für das Handlungsfeld „Naturschutz und Biodiversität“ (NB) wurden insgesamt drei Indikationsfelder festgelegt:

- Phänologie (NB1)
- Arealveränderung und Wanderbewegung (NB2) und
- Biologische Vielfalt (NB3).

Nach dem aktuellen Arbeitsstand des Indikatorensystems können acht Impact- und vier Response-Indikatoren dargestellt werden. Die Indikatoren-Steckbriefe für das Handlungsfeld „Naturschutz und Biodiversität“ (NB) sind im Anhang 8.2.4 S. 203 zusammengestellt. Neben diesen wurden weitere 18 Impact- und 13 Response-Indikatoren als denkbar eingestuft. Diese sind in Tabelle 18 im Anhang S. 359 zu finden.

Insgesamt fünf der diskutierten Indikatoren wurden aus dem System ausgeschlossen. Davon vier Auswirkungs- und ein Anpassungsindikator. Die Indikatoren und die Begründung für den Ausschluss sind in der Tabelle 27 im Anhang S. 386 aufgeführt.

**Tabelle 9: Indikatoren für das Handlungsfeld „Naturschutz und Biodiversität“**

Indikationsfeld	Impact-Indikator	Response-Indikator
<b>Phänologie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NB1-1-(I)a:</b> Brutverhalten Vögel: Ausflug Bienenfresser</li> <li>• <b>NB1-1-(I)b:</b> Brutverhalten Vögel: Bruterfolg Bienenfresser</li> <li>• <b>NB1-1-(I)c:</b> Brutverhalten Vögel: Bruterfolg Alpensegler</li> <li>• <b>NB1-2-(I):</b> Zugverhalten: Erst- und Letztsichtungen Alpensegler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NB1-1-(R)a:</b> Veränderung der empfohlenen Mahdzeitpunkte</li> <li>• <b>NB1-1-(R)b:</b> Anpassung der allgemeinen Brut- und Setzzeit</li> <li>• <b>NB1-1-(R)c:</b> Anpassung der zeitlichen Regelungen zu Rodungs- und Gehölzschnittmaßnahmen</li> </ul>
<b>Arealveränderung, Wanderbewegung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NB2-1-(I)a:</b> Auftreten und Abundanz: Populationsentwicklung Bienenfresser</li> <li>• <b>NB2-1-(I)b:</b> Auftreten und Abundanz: Populationsentwicklung Alpensegler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NB2-1-(R):</b> Schutzgebietsfläche in Freiburg</li> </ul>
<b>Biologische Vielfalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NB3-1-(I)a:</b> Fremdländische / invasive Arten: Graue Liste</li> </ul>	

	potenziell invasiver Fischarten • <b>NB3-1-(I)b:</b> Fremdländische / invasive Arten: Schwarze Liste invasiver Fischarten	
--	--	--

### **Erläuterung zu den Indikatoren des Handlungsfelds „Naturschutz und Biodiversität“**

Die Informationen und Daten stammen im Bereich Naturschutz hauptsächlich von privaten Initiativen bzw. Verbänden wie dem NABU. Die meisten Daten bezüglich des Auftretens bestimmter Tier- und Pflanzenarten werden ehrenamtlich und nicht durch städtische Einrichtungen erfasst. Besteht Interesse das Indikatorensystem hier zu erweitern, ist mit zusätzlichen Kosten zu rechnen, da nicht jede Institution bereit ist ihre Ergebnisse dauerhaft kostenfrei zur Verfügung zu stellen. Die bisher erstellten Indikatoren vermitteln einen Einblick welche Möglichkeiten in diesem Bereich noch ausgeschöpft werden können.

#### NB 1: Phänologie

Die „Phänologie“ ist die Lehre der Erscheinungen und beschreibt die Wiederkehr biologischer Phänomene, wie Wachstums- und Entwicklungsmerkmale von Tieren und Pflanzen. Tiere passen ihr zeitliches Verhaltensmuster im Jahresverlauf den klimatischen Gegebenheiten an. Beispielsweise zeigen Libellen einen temperaturbedingten früheren Flugbeginn und Borkenkäfer nutzen die längere Vegetationsperiode, um mehrere Generationen im Jahr zu produzieren (ESSL & RABBITSCH 2013). Vögel verändern nicht nur ihre Brut- und Zugzeiten, sondern zum Teil auch ihre Zugstrecken. Die Mönchsgrasmücke (*Sylvia atricapilla*) ist hierfür eines der bekanntesten Beispiele, da einige Schwärme mittlerweile, anstatt in den Süden nach Spanien oder Marokko zu ziehen, in England überwintern (GEO 2011). Wärmeliebende Vogelarten, wie der Bienenfresser oder der Alpensegler, verändern ebenfalls ihre Brut- und Zugzeiten. Sie werden von ehrenamtlichen Ornithologen rund um Freiburg erfasst. Die Ergebnisse sind als Indikatoren **NB1-1-(I)a Brutverhalten Vögel: Ausflug Bienenfresser, NB1-1-(I)b Brutverhalten Vögel: Bruterfolg Bienenfresser, NB1-1-(I)c Brutverhalten Vögel: Bruterfolg Alpensegler** und **NB1-2-(I) Zugverhalten: Erst- und Letzt-sichtungen Alpensegler** im Indikatorensystem dargestellt. Die Daten zum Bienenfresser stammen von der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft (DO-G) und begrenzen sich zeitlich von 1990 bis 1996, da anschließend der Arbeits- und Zeitaufwand für die ehrenamtliche Erfassung als zu hoch eingestuft wurde. Eine Weiterführung könnte mit Hilfe des neu eingerichteten Monitoringsystems Ornitho.de des Dachverbands Deutscher Avifaunisten (DDA) ermöglicht werden. Die Daten zum Alpensegler wurden durch Matthias Schmidt (NABU) bereitgestellt, können aber zukünftig ebenfalls bei Ornitho.de abgerufen werden.

Als Anpassungsmaßnahmen an die sich verändernden phänologischen Phasen von Tieren und Pflanzen sind die **Veränderung der empfohlenen Mahdzeitpunkte (NB1-1-(R)a)**, **Anpassung der allgemeinen Brut- und Setzzeit (NB1-1-(R)b)** und **Anpassung der zeitlichen Regelungen zu Rodungs- und Gehölzschnittmaßnahmen (NB1-1-(R)c)** in das Indikatorensystem aufgenommen worden. Bisher hat es noch keine zeitlichen Anpassungen gegeben, die Thematik wurde jedoch mehrfach als möglicher Ansatzpunkt in Betracht gezogen. Die Regelungen zu Brut- und Setzzeiten sowie Rodungs- und Gehölzschnittmaßnahmen sind gesetzlich im Bundesjagdgesetz bzw. Bundesnaturschutzgesetz verankert. Eine Anpassung bedürfte einer Gesetzesänderung. Die empfohlenen Mahdzeitpunkte werden vom Bundesamt für Naturschutz festgelegt und sind aus diesem Grund leichter veränderbar.

## NB 2: Arealveränderung, Wanderbewegung

Tiere und Pflanzen reagieren bei Veränderungen ihres Lebensraums mit Ausbreitungs- und Rückzugsbewegungen. Der Klimawandel ermöglicht es wärmeliebenden Arten ihren Aktionsradius weiter nach Norden auszudehnen und zugleich in höhere Lagen vorzudringen. Sie vergrößern ihre Areale und haben meist einen Konkurrenzvorteil, der es ihnen ermöglicht ansässige Tiere und Pflanzen zu verdrängen. Feuchtigkeits- und kälteliebende Arten hingegen ziehen sich nach Norden oder in die Höhenlagen zurück. Wenn kein weiteres Zurückweichen möglich ist und die Grenzen ihrer physiologischen Toleranz erreicht sind, verkleinern sich dadurch ihre Areale. Die Geschwindigkeit mit der Flora und Fauna sich den neuen Gegebenheiten anpassen reicht jedoch meist nicht aus, um mit den anthropogen induzierten Klimaveränderungen mithalten können. (WATTENDORF ET AL. 2012, KINZELBACH 2007, LUBW, MLR und IFOK 2008).

Vögel zählen zu den mobilen Arten und reagieren daher rel. schnell auf klimatische Veränderungen. Sie eignen sich deshalb besonders gut als Indikatoren. Um die Auswirkungen der globalen Erwärmung zu beobachten, wurden das **Auftreten und die Abundanz bzw. die Populationsentwicklung des Bienenfressers (NB2-1-(I)a)** und **des Alpenseglers (NB2-1-(I)b)** als Indikatoren für das Freiburger Klimamonitoringsystem ausgewählt und dargestellt. Die Daten zum Bienenfresser wurden durch die DO-G und die Informationen zum Alpensegler durch Matthias Schmidt (NABU) bereitgestellt. Sie könnten zukünftig bei Ornitho.de abgerufen werden.

Neben den mobilen Spezies dürfen jedoch die „langsameren“ nicht außer Acht gelassen werden. Da diese nicht so anpassungsfähig und deshalb stärker gefährdet sind, müssen sie unbedingt berücksichtigt werden (BMU 2007). Jedoch konnten im Rahmen der Projektlaufzeit keine geeigneten Quellen erschlossen werden.

Als Response-Indikator für dieses Indikationsfeld konnten Informationen zu den **Schutzgebietsflächen im Raum Freiburg (NB2-1-(R))** zusammen getragen werden. Die Flächen dienen Flora und

Fauna als Rückzugsort, um sich dort weitestgehend ungestört zu entwickeln und sich anpassen zu können. Die Daten wurden den Schutzgebietszusammenstellungen des BfN und der LUBW entnommen.

### NB 3: Biologische Vielfalt

Das Indikationsfeld „Biologische Vielfalt“ untergliedert sich in die Bereiche „Artenvielfalt“, „Genetische Vielfalt“, „Invasive Arten“ und „Ökologische Entkopplung“. Im Rahmen der Projektlaufzeit konnten nur für den Sektor „Invasive Arten“ darstellbare Indikatoren ausgearbeitet werden.

Es gibt einige Studien, welche den Umfang des zu erwartenden Artensterbens innerhalb der nächsten Jahrzehnte untersuchen. Allen gemein ist die Prognose eines Biodiversitätsverlustes, Uneinigkeit herrscht bezüglich des Ausmaßes (UBA 2012). Da als eine der Ursachen für das Artensterben der Klimawandel angeführt wird, ist die Aufnahme in das Monitoringsystem gerechtfertigt. Bisher konnte kein Indikator ausreichend für eine Darstellung ausgearbeitet werden. Die Beobachtung der Entwicklung von Beständen häufiger bzw. bedrohter Arten, Rote-Liste-Arten, Biotoptypen oder die Untersuchung allgemeiner Artenzahlen in Freiburg wurden hierzu in Betracht gezogen. Die Ausweitung und Einrichtung von Schutzgebieten als Rückzugsräume (**NB2-1-(R)**) kann auch hier als geeignete Anpassungsmaßnahme betrachtet werden, wurde aber nicht nochmals aufgeführt.

Vielfalt ist nicht nur zwischen den Arten und Ökosystemen zu finden, sondern auch innerhalb der Spezies selbst. Verschiedene Herkünfte eröffnen unterschiedliche Möglichkeiten sich an wandelnde klimatische Gegebenheiten anzupassen. Jedes Individuum besitzt eine gewisse genetische Plastizität, um auf verändernde Bedingungen zu reagieren, einige sind jedoch aufgrund ihres Standortes bereits an wärmere und trockenere Umstände angepasst (HOPPICHLER 2013, KINZELBACH 2007). Aus diesem Grund trägt die Erhaltung der genetischen Vielfalt zum Arterhalt bei. Für diesen Bereich konnte noch kein Indikator ausgearbeitet werden. Erste Ansätze bezogen sich hauptsächlich auf die Erfassung von Nutztierassen und -sorten. Als Anpassungsmaßnahmen dienen beispielsweise Erhaltungs- und Samenplantagen.

Zu den nachteiligen Entwicklungen des Klimawandels zählt die Ausbreitung von invasiven Arten. Gebietsfremde Spezies besitzen oft eine breite ökologische Amplitude und haben das Potenzial sich schnell sehr weit zu verbreiten und dabei einheimische Arten zu verdrängen. Dieser Umstand lässt das Entstehen von biodiversitätsarmen, großflächig einheitlichen Ökosystemen befürchten. In der Regel ist die Verschleppung durch die Globalisierung bedingt und nicht durch die Erwärmung. Jedoch schwächt der Klimawandel die heimischen Arten und stärkt so zusätzlich die Konkurrenzstärke der Einwanderer. Die erhöhte Durchlässigkeit der Landschaft ermöglicht Ausbreitungs- und Rückzugsbewegungen, erleichtert aber auch invasiven Arten die Ausbreitung (MILAD, SCHAICH & KONOLD 2012). Zur Bewertung gebietsfremder Arten und Benennung von naturschutzfachlich



problematischen Arten entwickelt das Bundesamt für Naturschutz derzeit Listen zur Kategorisierung. Bisher gibt es für Deutschland eine **Schwarze Liste invasiver Fischarten (NB3-1-(I)a)** sowie eine **Graue Liste potenziell invasiver Fischarten (NB3-1-(I)b)**, welche hier als mögliche Indikatoren im System dargestellt werden, auch wenn sie sich nicht speziell auf Freiburg beziehen. Weitere Überlegungen betrafen die Betrachtung einzelner wärmeliebender Neobiota, wie z.B. der Nilgans. Diese konnten im Rahmen der Projektlaufzeit jedoch nicht weiter verfolgt werden. Als Response-Indikatoren kommen jegliche Handlungen, die zum Zurückdrängen der Arten dienen, wie die spezielle Bekämpfung in Frage.

Neben invasiven Arten kann auch eine zeitliche Desynchronisation von Interaktionspartnern zu einer Abnahme der Biodiversität führen. Dies kann Räuber-Beute-Beziehungen, Herbivorie und Parasitismus betreffen (ESSL & RABBITSCH 2013). Beispielsweise treibt die Eiche aufgrund der Klimaerwärmung immer früher aus und auch der Eichenprozessionsspinner schlüpft immer zeitiger. Er ist im ersten Larvenstadium auf die noch weichen und jungen Eichenblätter als Nahrung angewiesen. Obwohl beide sich an den Klimawandel anpassen, kann es doch sein, dass sie dies nicht in gleichem Maße tun und sich die Koinzidenz auseinanderbewegt. Eine Entkopplung dieser ökologischen Beziehung würde dazu führen, dass es zu einer Abnahme des Eichenprozessionsspinnerbestandes kommt, da er zu spät schlüpft und die jungen Eichenblätter schon zu robust sind oder zu früh, so dass die Eiche noch gar nicht ausgetrieben hat. Bisher zählt der Eichenprozessionsspinner zu den Gewinnern des Klimawandels (Mündl. Mitteilung: HERR DELB, FVA). Modellierungen zu Schlupf und Blattaustrieb werden von der FVA durchgeführt, und könnten für das Indikatorensystem eingesetzt werden. Dieser Indikator konnte jedoch bisher nicht ausgearbeitet werden. Anpassungsmaßnahmen konnten für diesen Bereich bisher nicht ausgemacht werden.

### **Schnittstellen mit anderen Handlungsfeldern**

Das Handlungsfeld „Naturschutz und Biodiversität“ besitzt Schnittstellen zu den Handlungsfeldern „Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz“ (GBA) sowie „Land- und Forstwirtschaft“ (LF).

Im Bereich Gesundheit betrifft dies die Gefährdung durch *Ambrosia artemisiifolia*. Sie gilt als besonders allergieauslösend und wird durch den Klimawandel begünstigt. Gleichzeitig besitzt sie auch das Potenzial sich invasionsartig auszubreiten, weshalb sie sowohl eine Gefahr für die Gesundheit als auch die biologische Diversität darstellt.

Im Handlungsfeld „Land- und Forstwirtschaft“ spielt, wie auch im Naturschutz, die Phänologie von Pflanzen eine Rolle.

### **Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands des Indikatorensystems für das Handlungsfeld „Naturschutz und Biodiversität“**

Die vielfältigen Überlegungen zur Indikatorenentwicklung für das Handlungsfeld „Naturschutz und Biodiversität“ spiegeln sich noch nicht in ausreichendem Maße im dargestellten Indikatorenset wider. Es gibt jedoch einige konkrete Vorschläge für weitere Indikatoren, für die bereits mögliche Datenhalter ausfindig gemacht wurden. Vor allem in den Bereichen der Biologischen Vielfalt und der Anpassungsmaßnahmen besteht noch Ergänzungsbedarf zur optimalen Abdeckung des Handlungsfelds. Zudem sollten neben Vögeln auch solche Artgruppen betrachtet werden, die weniger reaktionsfähig sind.

Wie einleitend schon angemerkt, werden in Freiburg bereits heute Maßnahmen durchgeführt, welche der Anpassung an den Klimawandel dienen. Eine Verbesserung der Dokumentation wäre Voraussetzung für eine Darstellung als Indikator.

### 5.2.5 Handlungsfeld: Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz – GBA

Der Hitzesommer 2003 forderte europaweit 55.000 Menschenleben, 7.000 davon in Deutschland. Eine ungewöhnlich heiße und lang anhaltende Hitzewelle führte vor allem im August dazu, dass mehr Menschen starben als sonst zu dieser Zeit. In Deutschland war besonders der Süden betroffen, die hitzebedingten, zusätzlichen Sterbefälle beliefen sich alleine für Baden-Württemberg auf 1.100. Dieses Beispiel zeigt bereits die Verletzbarkeit der Gesellschaft durch das Klima sehr deutlich auf. Menschen reagieren, je nach ihren Lebensumständen, den persönlichen Veranlagungen und ihrem Alter unterschiedlich auf die Klimaerwärmung. Ältere und hilfsbedürftige Menschen reagieren wesentlich anfälliger auf extreme Wetterereignisse. Deutlich wird, dass die Auswirkungen des Klimawandels in zunehmendem Maße die Gesundheit, das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit der Menschen beeinträchtigen werden (BAUMANN 2005, JENDRITZKY 2007, ÖGD 2004, UM 2014).

Die Folgen des Klimawandels können direkter oder indirekter Natur sein. Das vermehrte Auftreten und die Intensität von extremen Wetterereignissen, wie Hitzewellen oder Sturm, wirken unmittelbar auf die menschliche Gesundheit. Auf indirektem Wege wird sie, z. B. durch die Verbesserung der Lebensumstände von Krankheitserregern und Überträgerorganismen sowie durch Pflanzen und Tiere, als Träger von für den Menschen gefährlichen Luftallergenen, beeinflusst. Auch wenn die potenziellen Auswirkungen des Klimawandels, aufgrund zahlreicher Unsicherheiten noch schwer abzuschätzen sind, ist die Entwicklung von Anpassungsstrategien zur Minimierung gesundheitlicher Risiken unerlässlich. Die Entwicklung der Altersstruktur innerhalb der Bevölkerung und der demografische Wandel müssen bei der Bewertung der Vulnerabilität berücksichtigt werden (JENDRITZKY 2007, UM 2014).

Der Hitzesommer 2003 traf Freiburg relativ unvorbereitet. Obwohl die Region als eine der wärmsten Deutschlands gilt und gerade heiße Sommertemperaturen keine Seltenheit sind, hat auch hier die

Hitzewelle große Auswirkungen gehabt. Die Stadt hat seitdem zahlreiche Vorbeugemaßnahmen entwickelt. Die Einrichtung von Frühwarnsystemen, der Ausbau der medizinischen Versorgung, Vorsorgekataloge und Aufklärungsmaßnahmen sind, neben technisch-baulichen Veränderungen nur einige der umgesetzten Aktionen. Freiburg als „Grüne“ Stadt legte aber auch schon vor 2003 Wert auf Grünflächen in urbanen Zentren und besitzt zahlreiche Naherholungsgebiete. Diese dienen gerade an heißen Sommertagen als kühlere Rückzugsräume und mindern die Hitzebelastung. Neben der Adaption an steigende Temperaturen wappnet sich die Stadt auch heute schon gegen die von Tieren und Pflanzen produzierten Luftallergene und andere Gefahren, wie Krankheitsüberträger, Luftverschmutzung und Unwetterereignisse.

### Indikatoren für das Handlungsfeld „Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz“

Zum Thema „Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz“ (GBA) wurden sieben Indikationsfelder festgelegt:

- Hitzebedingte Erkrankungen und Todesfälle (GBA1),
- Gesundheitliche Auswirkungen von aerogenen Stoffen (GBA2),
- Vektorübertragene Krankheiten (GBA3),
- Gesundheitliche Auswirkungen durch verminderte Badewasserqualität (GBA4),
- Verletzungen und Todesfälle durch Unwetter, Hochwasser etc. (GBA5),
- Gesundheitliche Auswirkungen von UV-Strahlung (GBA6) und
- Umweltqualität im städtisch geprägten Raum (GBA7).

Nach aktuellem Arbeitsstand können sechs Impact- und elf Response-Indikatoren ausgearbeitet werden (Anhang 8.2.5, S. 241). Die Liste der als möglich eingeschätzten Indikatoren enthält weitere 21 Impact- sowie 22 Response-Indikatoren. Diese sind in Tabelle 19 im Anhang S. 366 aufgeführt.

Drei Impact- und fünf Response-Indikatoren wurden aus dem System ausgeschlossen. Begründung für den Ausschluss ist in der Tabelle 28 im Anhang S. 387 dargestellt.

**Tabelle 10: Indikatoren für das Handlungsfeld „Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz“**

Indikationsfeld	Impact-Indikator	Response-Indikator
<b>Hitzebedingte Erkrankungen und Todesfälle</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>GBA1-1-(R)a:</b> Straßenbegleitgrün pro Einwohner</li> <li>• <b>GBA1-1-(R)b:</b> Entwicklung der Baumanzahl im Stadtgebiet</li> <li>• <b>GBA1-1-(R)c:</b> Entwicklung der jährlichen Neupflanzungen</li> <li>• <b>GBA1-1-(R)d:</b> Rasengleise der</li> </ul>

		<p>Straßenbahn</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>GBA1-1-(R)e:</b> Anzahl der Wasserspender in Schulen</li> <li>• <b>GBA1-1-(R)f:</b> Rundfax an den pflegenden Personenkreis von Kranken und Hilfsbedürftigen durch das Sozialministerium</li> <li>• <b>GBA1-2-(R)a:</b> Klimatisierung von Straßenbahnen</li> <li>• <b>GBA1-2-(R)b:</b> Klimatisierung von Bussen</li> </ul>
<b>Gesundheitliche Auswirkungen von aerogenen Stoffen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>GBA2-1-(I):</b> Verbreitung des Eichenprozessionsspinners</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>GBA2-1-(R)a:</b> Maßnahmen zur Eichenprozessionsspinnerkontrolle</li> <li>• <b>GBA2-1-(R)b:</b> Aktuelle Hinweise zum Eichenprozessionsspinner</li> </ul>
<b>Vektorübertragene Krankheiten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>GBA3-1-(I)a:</b> FSME-Erkrankungsfälle</li> <li>• <b>GBA3-1-(I)b:</b> Q-Fieber - Erkrankungsfälle</li> <li>• <b>GBA3-1-(I)c:</b> Dengue-Fieber-Erkrankungsfälle</li> <li>• <b>GBA3-1-(I)d:</b> Gelbfieber - Erkrankungsfälle</li> <li>• <b>GBA3-1-(I)e:</b> Hantavirus - Erkrankungsfälle</li> </ul>	
<b>Gesundheitliche Auswirkungen durch verminderte Badewasserqualität</b>		
<b>Verletzungen und Todesfälle durch Unwetter, Hochwasser etc.</b>		
<b>Gesundheitliche Auswirkungen von UV-Strahlung</b>		
<b>Umweltqualität im städtisch geprägten Raum</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>GBA7-1-(R):</b> Verkehrsbeschränkungsmaßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität</li> </ul>

## **Erläuterung zu den Indikatoren des Handlungsfelds „Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz“**

Das breite Spektrum an Indikationsfeldern gibt Hinweise darauf, dass die Daten für die Indikatoren weit verstreut sind und aus verschiedensten Institutionen zusammengetragen wurden. Zu den Datenhaltern der dargestellten Indikatoren zählen der Deutsche Wetterdienst (DWD), die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), sowie die Verkehrsbetriebe AG (VAG), das Grünflächen und Tiefbauamt (GuT), das städtische Forstamt der Stadt Freiburg und das Robert Koch Institut (RKI). Die Bandbreite weiterer möglicher Quellen für Indikatoren ist umfangreich.

### GBA 1: Hitzebedingte Erkrankungen und Todesfälle

Der menschliche Organismus reagiert direkt auf thermische Bedingungen. Er ist in der Lage sich an hohe Umgebungstemperaturen anzupassen, denn zum Überleben müssen Wärmeproduktion und -abgabe für eine optimale physiologische Funktion in Einklang gebracht werden. Bei jungen, gesunden Menschen funktioniert dieses Thermoregulationssystem i. d. R. sehr gut, insbesondere wenn eine zusätzliche Verhaltensanpassung, z. B. die Wahl geeigneter Kleidung, stattfindet. Bei älteren Personen ist dieser Mechanismus durch die Abnahme von Schweißdrüsen und Venen bzw. Arterien unter der Haut beeinträchtigt. Zusätzlich wird das Herz-Kreislauf-System durch Wärme- bzw. Kältebelastung stärker beansprucht, was ältere oder geschwächte Menschen bei hoher Hitze einwirkung schnell an ihre körperliche Belastbarkeitsgrenze bringt. Auch Kinder sind durch ihre noch instabile Thermoregulation, besonders durch hohe Temperaturen, gefährdet (JENDRITZKY 2007, KOPPE, JENDRITZKY & PFAFF 2003, UM 2014).

Die Auswirkung von Hitzewellen ist von verschiedenen Einflussfaktoren abhängig. Vor allem die Wahrnehmung des Menschen spielt eine wichtige Rolle, denn die „gefühlte“ Temperatur entspricht nicht unbedingt der gemessenen Lufttemperatur. Diese wird beispielsweise durch Windgeschwindigkeit und Luftfeuchtigkeit beeinflusst. Je extremer die Hitze wahrgenommen wird, desto stärker wirkt sie sich negativ auf die Gesundheit und körperliche sowie geistige Leistungsfähigkeit aus. Im schlimmsten Falle können die Umstände zum Tod führen, was der Anstieg der Sterblichkeitsrate belegt. Ohne geeignete Anpassungsmaßnahmen werden diese nachteiligen Folgen der anthropogenen Klimaerwärmung insbesondere in Verdichtungsräumen mit nur wenigen Grünflächen ansteigen (UM 2014).

Um die Folgen des Klimawandels zu überwachen, war die Integration der **hitzebedingte Übersterblichkeit**, der **thermische Gefahrenindex des DWD** sowie die **Wetterfühligkeit des DWD** geplant, konnten aber bis Projektende nicht realisiert werden. Die Einrichtung der Kennziffern des

DWD kann nicht nur der Beobachtung der Auswirkungen dienen, sondern ist gleichermaßen als ein der Adaption dienendes Frühwarnsystem zu werten.

Initiativen mit dem Ziel die nachteiligen Konsequenzen des Klimawandels abzumildern sind zahlreich. Auch wenn eine Zuteilung der Maßnahmen zu einzelnen Impact-Indikatoren durchgeführt wurde, wirken sie ebenfalls positiv auf alle beschriebenen Impact-Indikatoren. Um die hitzebedingte Übersterblichkeit zu verringern, wird das Angebot von ausreichend kühlen Rückzugsorten wie Grünflächen (**GBA1-1-(R)a-c**), die Belüftung urbaner Gebiete (**GBA1-1-(R)d**), das zur Verfügung stellen von Wasser (**GBA1-1-(R)e**) und Aufklärung über Folgen von Hitze auf den menschlichen Organismus (**GBA1-1-(R)f**) als Maßnahmen abgebildet.



Abbildung 16: Rasengleise (H. Sharaf)

Als Gegenpol zum thermischen Gefahrenindex war die Darstellung der **Hitzewarnungen des DWD** geplant, konnte aber innerhalb der Projektlaufzeit nicht mehr bearbeitet werden. Dafür wurden die **Klimatisierung von Bussen und Straßenbahnen (GBA1-2-(R)a-b)** als Indikatoren ausgearbeitet.

#### GBA2: Gesundheitliche Auswirkungen von aerogenen Stoffen

Das Allergiegesehen ist von den verschiedensten Faktoren, wie beispielsweise der genetischen Vorbelastung oder Allergenexposition, abhängig. Da es sich um ein kompliziertes Ursachen-Wirkungs-Gefüge handelt, ist der Aspekt Klimawandel nur schwer herauszustellen. Hauptsächlich Einfluss auf das Allergiegesehen nimmt die Veränderung bei der Entstehung und die Wirkungsdauer von Pollen und Sporen durch die verlängerte Vegetationsperiode sowie die Zunahme allergener Stoffe tierischer und pflanzlicher Herkunft durch wärmebedingte Ausbreitung. Diese können Asthma, allergische Reaktionen sowie Herz- und Atemwegserkrankungen auslösen (SCHÖNTHALER ET AL. 2011).

Besonders gefürchtet ist die Zunahme allergener Pollen durch Neophyten, wie der Beifuß-Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*). Sie stammt aus Nordamerika und das milder werdende Klima verbessert ihre Wuchsbedingungen zusehends (NAWRATH & ALBERTERNST 2013). Aus diesem Grund wurde die **Anzahl gemeldeter Ambrosiavorkommen** und die Entwicklung der Belastung mit **Ambrosiapollen** als Impact-Indikatoren in Betracht gezogen, konnten aber während der Projektlaufzeit nicht mehr bearbeitet werden. Der **Eichenprozessionsspinner** produziert durch seine Brennhaare ge-

sundheitlich belastende aerogene Stoffe tierischer Herkunft und wird deshalb ebenfalls in seiner Verbreitung beobachtet (**GBA2-1-(I)**).

Sowohl gegen die Ambrosia als auch den Eichenprozessionsspinner werden Initiativen zu deren Zurückdrängung durchgeführt. Die Aktionen reichen von **Aufklärung, Beseitigung der Pflanzen und vorbeugender Spritzung** bis hin zum **Absaugen der betroffener Bäume**. Die Maßnahmen sind in Form der Response-Indikatoren **GBA2-1-(R)a** und **GBA2-1-(R)b** für den Eichenprozessionsspinner dargestellt.

### GBA3: Vektorübertragene Krankheiten

Krankheitsüberträger, sogenannte Vektoren, können sich besonders schnell an veränderte Umweltbedingungen anpassen. Die Klimaerwärmung kann zu einer Verlängerung der Lebensdauer und einem Anstieg der Überlebensrate führen, sich aber auch auf Reproduktion, Aktivitätsperioden und Verbreitung auswirken. Die Voraussetzung für die Verbreitung einer vektorübertragenen Krankheit, ist die Präsenz eines geeigneten Überträgerorganismus (JENDRITZKY 2007, SCHÖNTHALER ET AL. 2011). Zu den wichtigsten Vektoren zählen Zecken, Mücken und Nagetiere. In Deutschland sind 24 durch Arthropoden und Nagetiere übertragene Krankheiten endemisch. Die meisten davon (13) werden von der Schildzecke übertragen (FAULDE & HOFFMANN 2001). Zecken und Mücken bevorzugen warmes und feuchtes Klima und durch die globale Erderwärmung verbessern sich somit vielerorts die Bedingungen für ihre Vermehrung und Ausbreitung. Nagetiere hingegen profitieren am meisten vom höheren Nahrungsangebot. Zusätzlich mildere Winter verhindern die Reduktion von Nagetierpopulationen in der kalten Jahreszeit. Da die meisten Vektoren nicht nur auf Wärme, sondern auch auf Feuchtigkeit angewiesen sind, wäre bei steigender Trockenheit auch ein Rückgang der geeigneten Habitate und somit der Vektoren denkbar (UM 2015).

Die Verbreitung fremdländischer Krankheitserreger und deren Vektoren erfolgt heutzutage meist durch die Verschleppung, im Zuge des globalisierten Handels. Erreger und Überträger können so innerhalb kürzester Zeit große Strecken zurücklegen und Hindernisse überqueren. Für eine dauerhafte Ansiedlung in einem neuen Gebiet spielt die Eignung der ökologischen Parameter, wie die klimatischen Bedingungen eine große Rolle. Neben der Verbreitung eingeschleppter Vektoren, ist eine Ausbreitung der Erreger in heimischen Zwischenwirten nicht ausgeschlossen. Bei einigen der Infektionen (Malaria, Dengue- und Gelbfieber) kann von einer Wiederansiedlung der Erreger gesprochen werden, da diese in Deutschland bzw. Europa schon einmal heimisch waren und nur durch Maßnahmen wie Trockenlegungen und dem Versprühen von Insektiziden (DDT) ausgerottet wurden (UM 2015, JENDRITZKY 2007).

Neben dem Klima wirken sich auch Änderungen des Siedlungsverhaltens, der Freizeitaktivitäten und der landwirtschaftlichen Nutzung auf die Ausbreitung und Ansteckung mit vektorübertragenen

Krankheiten aus, weshalb auch hier keine eins zu eins Beziehung zum Klimawandel gegeben ist (MAIER ET AL. 2001).

Die Beobachtung der Entwicklung von Erkrankungs-Fallzahlen beschränkt sich auf meldepflichtige Krankheiten, da diese einer allgemeinen Datenerfassung unterliegen und über das SurvStat des Robert-Koch-Instituts (RKI) auf Landkreisebene abrufbar sind. Zur Betrachtung ausgewählt wurden **FSME (GBA3-1-(I)a)**, **Q-Fieber (GBA3-1-(I)b)**, **Dengue-Fieber (GBA3-1-(I)c)**, **Gelbfieber (GBA3-1-(I)d)** und **Hanta-Virus-Infektionen (GBA3-1-(I)e)**. Weitere Erkrankungen, die durch die Klimaerwärmung in Deutschland auftreten könnten, wie die Leishmaniose, Malaria, Babesiose oder Borreliose mussten aufgrund des Datenmangels außer Acht gelassen werden.

Leider konnte kein ausreichendes Datenmaterial für die Darstellung von Anpassungsmaßnahmen als Indikator ermittelt werden. Das bedeutet allerdings nicht, dass nicht schon heute Adaption stattfindet. Als wichtige Beispiele können die Entwicklung von Impfstoffen und die Durchführung von Impfungen oder aber auch Zurückdrängungsmaßnahmen gegen Vektoren angeführt werden.

#### GBA4: Gesundheitliche Auswirkungen durch verminderte Badewasserqualität

An heißen Sommertagen nutzen viele Erholungssuchende die Badeseen rund um Freiburg. Steigende Temperaturen lassen auch einen Anstieg der Besucherzahlen erwarten, können aber auch zu einer Verminderung der Badewasserqualität führen. Die physikalisch-chemischen und biologischen Prozesse in Gewässern werden maßgeblich durch die Wassertemperatur beeinflusst. Dies betrifft die Schichtung und Umschichtung in Stillgewässern, die Dauer einer Eisbedeckung im Winter, die CO<sub>2</sub>-Zehrung, die Artenzusammensetzung im See und die Nährstoffumsetzung.



**Abbildung 17: Der Opfinger Baggersee (H. Sharaf)**

Besonders bedenklich ist der Anstieg von Cyanobakterien in Stillgewässern durch höhere Wassertemperaturen (SCHÖNTHALER ET AL. 2011). Blaualgen produzieren das Toxin Microcystin, um sich vor oxidativem Stress zu schützen. Dieser entsteht in warmen, nährstoffreichen und schlecht durchmischten Gewässern durch die Zersetzung von Kohlenstoffverbindungen zu Superoxid (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) und Wasserstoffperoxid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Das Toxin gilt als leberschädigend und krebserregend. Zudem vermehren sich die meisten Cyanobakterien explosionsartig und schaffen dadurch eine lebensfeindliche Trübung der Gewässer (OTTEN & PEARL 2013).



Zwar werden die Badegewässer rund um Freiburg während der Badesaison regelmäßig hinsichtlich ihrer Qualität untersucht, doch betreffen diese Analysen nicht die im Gewässer enthaltenen Cyanobakterien. Bei Auftreten eines Befalls würde für den See vermutlich nicht nur ein Badeverbot verhängt werden, sondern eine generelle Herausnahme aus dem Badesseenregister stattfinden, da die Algen, sollten sie einmal im Gewässer aufgetreten sein, erhalten bleiben (OTTEN & PEARL 2013, Mdl. Mitteilung: HERR UNMÜSSIG, GESUNDHEITSAMT STADT FREIBURG).

Für den Bereich konnten aufgrund mangelnder Datenverfügbarkeit keine Indikatoren ausgearbeitet werden.

#### GBA5: Verletzungen und Todesfälle bedingt durch Unwetter, Hochwasser etc.

In den letzten Jahrzehnten ist eine Zunahme von Naturkatastrophen zu verzeichnen. Durch den Klimawandel ist mit einem weiteren Anstieg zu rechnen. Das Ausmaß, der zeitliche Verlauf und die betroffenen Gebiete sind jedoch sehr variabel, so dass eine quantitative Abschätzung der Folgen schwierig ist. Einig ist man sich über eine Zunahme der Starkregenereignisse und eine Verlagerung der Niederschläge in die Wintermonate (JENDRITZKY 2007). Dies kann sich in Form von Hochwasser direkt auf die menschliche Gesundheit (Ertrinken) oder indirekt (steigendes Infektionsrisiko) auswirken. Dasselbe gilt für die Auswirkungen von Stürmen. Der Katastrophenschutz dient der Sicherung der Bevölkerung und ihrer Lebensgrundlage und ist genau auf diese Situationen vorbereitet. Der Klimawandel ist eine zusätzliche Herausforderung (UM 2014).

Die Anzahl der **Unwetterwarnungen des DWD** kann sowohl über einen Anstieg der Unwetter Auskunft geben, gleichzeitig aber auch als Anpassungsmaßnahme angesehen werden. Dieser geplante Indikator konnte während der Projektlaufzeit nicht mehr bearbeitet werden und ist deshalb noch nicht in das Monitoringsystem integriert.

#### GBA6: Gesundheitliche Auswirkungen von UV-Strahlung

In den letzten Jahrzehnten ist eine Zunahme der UV-Strahlung durch einen Rückgang des stratosphärischen Ozons zu verzeichnen. Als Hauptursache wird der Ausstoß von FCKW angeführt. Insbesondere die sonnenbrandwirksame UV-B-Strahlung hat in den letzten 30 Jahren zugenommen. In alpinen Bereichen wurde im Frühjahr ein Anstieg um 25 % und im Sommer um 10 % gemessen. In den flacheren Lagen ist die Zunahme aufgrund von Luftverschmutzung und Bewölkung geringer (JENDRITZKY 2007). Diese Gefahren für die menschliche Gesundheit werden durch den Klimawandel zusätzlich verstärkt. Die Folgen zeigen sich in einer erhöhten Hauttumorrates, insbesondere bei hellhäutigen Menschen, einem Anstieg von Katarakten und Immunsuppressionen im Organismus. Menschen, die im Freien arbeiten oder sich viel dort aufhalten, sind als besonders gefährdet zu betrachten. Auch Kinder, deren Schutzmechanismus der Haut noch nicht vollständig entwickelt ist,

zählen zu einer weiteren Risikogruppe. Hinzu kommt, dass die Gefahr aufgrund der langen Latenzzeit zwischen Exposition und Manifestation der Erkrankung, unterschätzt wird und sich viele Menschen der Strahlung unbewusst aussetzen (JENDRITZKY 2007, UM 2014).

Der **UV-Index des DWD** war an dieser Stelle als Impact-Indikator geplant, um eine Entwicklung der UV-Belastung beobachtbar zu machen. Er konnte während der Projektlaufzeit nicht mehr bearbeitet und deshalb noch nicht in das Monitoringsystem integriert werden.

#### GBA7: Umweltqualität im städtisch geprägten Raum

Eine klimabedingte Änderung bei der Entstehung und Wirkungsdauer von Luftschadstoffen wird insbesondere im urbanen Raum befürchtet. Höhere Lufttemperaturen stehen in engem Zusammenhang mit der Bildung von Photooxidantien, wie dem bodennahem Ozon. Bei einer Langzeitbelastung können chronische Leiden wie Allergien, Asthma sowie andere Herz- und Atemwegserkrankungen auftreten. Insbesondere Kinder, ältere und durch chronische Krankheiten vorbelastete Menschen sind hier besonders betroffen. Aber auch im Freien arbeitende Personen sind vermehrt gefährdet (JENDRITZKY 2007, UM 2014).

Um die Entwicklung der Luftschadstoffe im Stadtkreis Freiburg zu beobachten, hätten die Werte der Online-Statistik FRITZ herangezogen werden können. Die **Konzentration der Luftschadstoffe** konnte im Rahmen der Projektlaufzeit nicht mehr in das Indikatorensystem integriert werden.

Die **Verkehrsbeschränkungsmaßnahme (GBA7-1-(R))**, in Form der Umweltplakette zur Verbesserung der Luftqualität, wird als Adaptionenindikator abgebildet.

#### **Schnittstellen mit anderen Handlungsfeldern**

Das Handlungsfeld „Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz“ steht im Zentrum der Anpassungsstrategien und -maßnahmen. Die Abwendung von Gefahren und die Sicherstellung einer hohen Lebensqualität haben allgemein eine hohe Priorität. Aus diesem Grund ist es nicht verwunderlich, dass Schnittpunkte zu allen anderen Handlungsfeldern vorhanden sind.

Insbesondere der Raumplanungssektor ist eng an die Vorsorgemaßnahmen zur menschlichen Gesundheit gekoppelt. Städtische Grünflächen, die allgemeine Infrastruktur und das Bauwesen tragen alle zum Wohlbefinden der Bevölkerung bei. Gerade in urbanen Wärmeinseln spielt dieser Bereich eine tragende Rolle. Viele der ausgearbeiteten Indikatoren hätten in mehreren Handlungsfeldern aufgeführt werden können.

Aber auch die Land- und Forstwirtschaft hat eine wichtige Bedeutung im Zusammenhang mit der Gesundheit. Die Sicherung der Nahrungsmittel- und Energieproduktion oder auch die Vorsorge zur Vermeidung von Waldbränden und anderen Katastrophen, können hier genannt werden.

Das Handlungsfeld Wasserhaushalt überschneidet sich nicht nur im Punkt der Gewässerqualität, sondern trägt auch zur Grundsicherung und Reinhaltung von lebensnotwendigem Trinkwasser bei.

### **Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands des Indikatorensystems für das Handlungsfeld „Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz“**

Das Handlungsfeld „Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz“ kann bereits viele umgesetzte Indikatoren nachweisen. Für die Indikationsfelder steht aber noch eine Weiterentwicklung und Konkretisierung der Indikatoren aus. Es mangelt jedoch nicht an Indikationsideen, so dass aus einem großen Angebot geschöpft werden kann. Die Hauptproblematik liegt vielmehr darin, dass die Datenhalter sehr breit gestreut sind.

Trotz vieler Unsicherheiten bezüglich der tatsächlichen Auswirkungen des Klimawandels sind schon heute Anpassungsstrategien umgesetzt, um das Risiko für die Bevölkerung zu reduzieren.

#### **5.2.6 Handlungsfeld: Verkehr, Transport und Logistik – VTL**

Die Region Freiburg wird von wichtigen Verkehrsachsen (A5, B31) durchquert. Sie grenzt an Frankreich und die Schweiz und verbindet so nationale und internationale Wirtschaftsräume. Neben diesen Verkehrswegen spielen der ÖPNV und das Fahrradverkehrsnetz in Freiburg eine große Rolle, der Bahnverkehr tritt eher in den Hintergrund, obwohl europäische Hauptstrecken über Freiburg fahren und die Stadt ein eigenes Container-Terminal und eine Verladestation besitzt. Der Flugverkehr hat, trotz des City-Flugplatzes-Freiburg, kaum eine Bedeutung für den Stadtkreis. Dasselbe gilt aufgrund fehlender schiffbarer Gewässer auch für die Schifffahrt (WRF 2015).

Der Klimawandel gefährdet auch die öffentliche Infrastruktur. Vor allem die Verkehrsinfrastruktur ist durch extreme Wetterereignisse wie Stürme, Überschwemmungen oder extreme Hitze belastet. Da viele wirtschaftliche und gesellschaftliche Funktionen von einem reibungslosen Verkehrsablauf abhängen, müssen Adaptionenmaßnahmen auch hier rechtzeitig Beachtung finden (CHAMÄLEON – ADAPTION AN DEN KLIMAWANDEL 2015).

Freiburg hat im Verkehrssektor schon einige Anpassungsmaßnahmen vorgenommen, welche die Auswirkungen des Klimawandels mindern sollen. Die Thematik scheint aber noch nicht in allen Bereichen als grundlegende Handlungsoption erkannt zu sein oder wird noch angezweifelt. Vor allem Schäden die durch Hitze entstehen, werden unterschätzt. Beispielsweise wird bei Straßenerneuerungen immer der „neueste“ und „belastbarste“ Asphalt verwendet. Dieser unterliegt einer ständigen Entwicklung und die Verbesserung der Hitzebeständigkeit ist nur einer von vielen Faktoren. Auch konnten die Freiburger Verkehrsbetriebe (VAG) keine Auswirkungen von Hitze auf den Schienenverkehr (Schienen, Oberleitungen etc.) feststellen. Da der Einfluss des Klimas als gering eingeschätzt wird, entfallen entsprechende Kontrollen (Mdl. Mitteilung: HERR WAIBEL, VAG). Eine

intensivere Auseinandersetzung mit dem Thema muss noch stattfinden. Wie auch in anderen Handlungsfeldern werden hier viele der durchgeführten Maßnahmen bisher nicht ausreichend dokumentiert, so dass eine Darstellung mittels Indikator nicht möglich ist.

### **Indikatoren für das Handlungsfeld „Verkehr, Transport und Logistik“**

Für das Handlungsfeld „Verkehr, Transport und Logistik“ wurden insgesamt drei Indikationsfelder festgelegt:

- Verkehrsablauf: Straßen- und Schienenverkehr (VTL1),
- Verkehrssicherheit (VTL2) und
- Verkehrsinfrastruktur (VTL3).

Nach dem aktuellen Arbeitsstand des Indikatorensystems können drei Impact- und vier Response-Indikatoren dargestellt werden. Die Indikatoren-Steckbriefe für das Handlungsfeld sind im Anhang 8.2.6 S. 304 zusammengestellt. Neben diesen wurden weitere fünf Impact- und zehn Response-Indikatoren als denkbar eingestuft. Diese sind in Tabelle 20 im Anhang S. 376 zu finden.

Insgesamt sieben der diskutierten Indikatoren wurden aus dem System ausgeschlossen. Davon drei Auswirkungs- und vier Anpassungsindikatoren. Die Indikatoren und die Begründung für den Ausschluss sind in der Tabelle 29 im Anhang S. 389 aufgeführt.

**Tabelle 11: Indikatoren für das Handlungsfeld „Verkehr, Transport und Logistik“**

<b>Indikationsfeld</b>	<b>Impact-Indikator</b>	<b>Response-Indikator</b>
<b>Verkehrsablauf: Straßen- und Schienenverkehr</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>VTL1-1-(I):</b> Überflutung und Sperrung des Dreisamradwegs</li> <li>• <b>VTL1-2-(I):</b> Ausfall der Schauinslandbahn infolge von Sturmereignissen</li> <li>• <b>VTL1-2-(I)b:</b> Technische Hilfeleistung: Sturmschäden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>VTL1-1-(R)a:</b> Streusalz</li> <li>• <b>VTL1-1-(R)b:</b> Winterdienst-einsätze der VAG</li> <li>• <b>VTL1-1-(R)c:</b> Winterdienst-einsätze der ASF</li> </ul>
<b>Verkehrssicherheit</b>		
<b>Verkehrsinfrastruktur</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>VTL3-1-(R):</b> Anzahl temporärer Fahrverbote aufgrund von Hitze</li> </ul>

## Erläuterungen zu den Indikatoren des Handlungsfelds „Verkehr, Transport und Logistik“

Die Daten für die ausgewählten Indikatoren wurden durch das Garten- und Tiefbauamt (GuT), die Freiburger Verkehrs AG, das Amt für Brand- und Katastrophenschutz und die Abfallwirtschaft und Stadtreinigung Freiburg GmbH zur Verfügung gestellt. Die Informationen sind leicht zu erfassen und werden regelmäßig aktualisiert. Infrastrukturschäden beeinflussen den Verkehrsablauf negativ und führen zu z. T. erheblichen Kosten. Durch Extremwetterereignisse wie Starkregen und Sturm wirken die Klimafolgen direkt auf die Funktionsfähigkeit des Verkehrs ein. Hangrutschungen, Überflutungen, umgestürzte Bäume führen zu Behinderungen, ebenso wie schlechte Straßenzustände oder hitzebedingte Böschungsbrände (WATTENDORF ET AL. 2012, ROTTER, GLAHE & HOFFMANN 2011, ROTTER, HOFFMANN & WELP 2011).



Abbildung 18: Hangbefestigung nach einem Erdbeben am Tuniberg. (H. Sharaf)



Abbildung 20: Schranke am Dreisamuferweg, welche sich bei Hochwasser automatisch schließt. (H. Sharaf)

Um zu beobachten, wie sich die Klimaerwärmung auf den Verkehrssektor auswirkt, wird für den Bereich Starkregen/Hochwasser die **Überflutung bzw. Sperrung des Dreisamradwegs (VTL1-1-(I))** betrachtet. Für die Folgen von Sturm bieten sich die Dokumentation **Ausfall der Schauinslandbahn infolge von Sturmereignissen (VTL1-2-(I))** und die Einsatzzahlen der **Technischen Hilfeleistung für Sturmschäden (VTL1-3-(I))** an. Zur Bewertung steigender Temperaturen ist auf der Impact-Seite noch kein Indikator ausgewertet worden.

Die Anwendung von **Streusalz (VTL1-1-(R)a)** sowie die **Winterdiensteinsätze der VAG bzw. ASF (VTL1-1-(R)b / VTL1-1-(R)c)** sind als Adaptionsmaßnahmen an winterliche Niederschläge und daraus resultierendes Blitzeis zu betrachten.

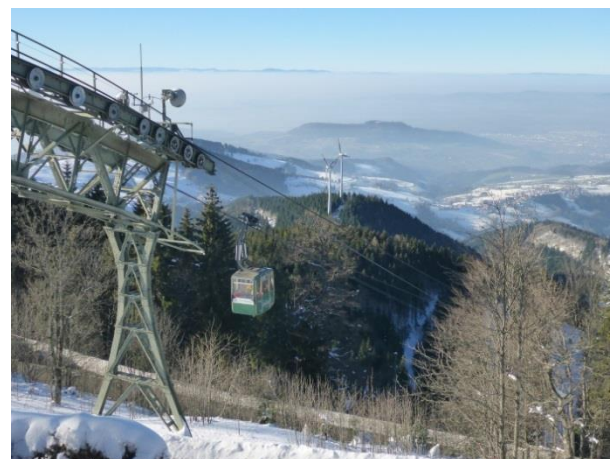


Abbildung 19: Die Schauinslandbahn (H. Sharaf)

## VTL2: Verkehrssicherheit

Infrastrukturschäden verursachen nicht nur Verkehrsbehinderungen, sondern stellen auch immer ein Sicherheitsrisiko für Verkehrsteilnehmer dar. Die Indikatoren des Indikationsfelds „Verkehrsablauf: Straßen- und Schienenverkehr“ können prinzipiell auch in diesem Bereich angesiedelt werden. Eigenständige Indikatoren für dieses Feld sind bisher noch nicht in das Indikatorensystem eingebunden.

## VTL3: Verkehrsinfrastruktur

Die Straßeninfrastruktur ist auf große Temperaturschwankungen ausgelegt. Trotzdem führen das ständige Aufheizen und Abkühlen oder Hitze über längere Zeit zu frühzeitiger Materialalterung und -ermüdung. Die Klimaerwärmung bewirkt, dass solche Schäden künftig zahlreicher und früher auftreten können.

Im Rahmen der Projektlaufzeit konnten keine geeigneten Datenquellen zu Straßenzuständen und Schaderfassungen in Erfahrung gebracht werden. Dasselbe gilt für die Anpassungsseite. Hier konnte immerhin die **Anzahl temporärer Fahrverbote aufgrund von Hitze (VTL3-1-(R))** als Option angegeben werden, auch wenn in Freiburg noch kein solches Verbot geltend gemacht wurde.

### **Schnittstellen mit anderen Handlungsfeldern**

Das Handlungsfeld „Verkehr, Transport und Logistik“ hat Schnittpunkte zu den Bereichen „Innerstädtische Grünfläche“, „Energiemanagement“, „Tourismus“ und „Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz“.

Ebenso wie das städtische Grün, zählt der Verkehrssektor zur Raumplanung. Bei der Anpassung können Maßnahmen miteinander konkurrieren aber auch harmonieren. Die Anwendung von Salz beispielsweise findet aus Gründen der Verkehrssicherheit statt, wirkt sich aber negativ auf die Vitalität von straßennahen Bäumen aus, welche mit dem daraus resultierenden Salzstress zu kämpfen haben. Hingegen dient die Baumkontrolle sowohl der Verkehrssicherheit als auch der Pflanzengesundheit. Weitsichtige Planung kann so Schäden und Kosten vermeiden und Synergieeffekte nutzen.

Die Schnittstelle mit dem Bereich Energie betrifft eine mögliche Abnahme der Energiekosten durch die Speicherkapazität von Wärme im Straßenbelag. Vor allem in Winter kann dies zu einer Senkung der Heizkosten führen. Es wurde jedoch kein Indikator ausgearbeitet, welcher diesen Umstand überwacht.

Auch den Tourismus betrifft die Funktionsfähigkeit der Infrastruktur. Verkehrsbehinderungen oder auch der Ausfall von „Attraktionen“ wie der Schauinslandbahn können die Attraktivität einer

Urlaubsregion senken und sollten deshalb nicht außer Acht gelassen werden. Das Angebot von Indoor-Aktivitäten ist eine der anerkannten Adaptionsmaßnahmen zur Förderung der Anziehungskraft einer Region. Diese Indikatoridee wurde für den Bereich Tourismus zwar verfolgt, musste aber aufgrund von Datenmangel zurückgestellt werden.

Wie in allen anderen Handlungsfeldern gibt es auch in diesem Überschneidungen mit dem Handlungsfeld Gesundheit. Dies betrifft zum einen die Hitzebelastung der Bevölkerung durch versiegelte Flächen und zum anderen das Katastrophenmanagement. Vor allem bei letzterem kommt der Funktionsfähigkeit der Verkehrsinfrastruktur eine bedeutende Rolle zu.

### **Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands des Indikatorensystems für das Handlungsfeld „Verkehr, Transport und Logistik“**

Die Bereiche Schifffahrt und Flugverkehr wurden außer Acht gelassen. Auch beim Schienenverkehr bezogen sich die Untersuchungen nur auf die von der VAG betreuten Straßenbahnen.

Bei einzelnen Indikationsfeldern besteht noch Nacharbeitungsbedarf. Vor allem der Bereich Verkehrssicherheit müssen aussagekräftige Indikatoren entwickelt werden. Das Gleiche gilt für die Verkehrsinfrastruktur. Da die Trennung von Verkehrsablauf und -sicherheit sehr schwierig ist, kann auch über eine Zusammenlegung der Indikationsfelder infrage kommen.

Die Datenlage zur Bildung von Indikatoren mit Anpassungsbezug ist derzeit eher als schlecht einzustufen. Es ist jedoch eine Vielzahl an wirksamen Anpassungsoptionen vorhanden und es gibt konkrete Vorschläge für weitere Indikatoren. Für einige sind auch schon mögliche Datenhalter auffindig gemacht worden. Für andere wäre die Datenerhebung ohne viel Aufwand und Kosten möglich.

#### **5.2.7 Handlungsfeld: Energiemanagement – Em**

Wenn es um ein nachhaltiges Energiemanagement geht, kann Freiburg eine Vielzahl von ökologischen, technischen und organisatorischen Lösungen nachweisen. Trotz des ehrgeizigen Ziels bis 2030 den CO<sub>2</sub>-Ausstoß um 40 % zu reduzieren, können die Folgen des Klimawandels nicht völlig aufgehalten werden. So ist neben Klimaschutzmaßnahmen auch Anpassung gefragt (STADT FREIBURG 2015).

Das Energiemanagement der Stadt Freiburg ist vom Grundsatz her so ausgelegt, dass die Nachfrage zu jeder Zeit gedeckt werden kann und auch mittel- und längerfristige Schwankungen ausgleichbar sind. Die Veränderung der Struktur des Energiebedarfs, also z. B. die Häufung und Intensivierung von Lastspitzen, ist als problematisch zu betrachten. Zudem führen höhere Temperaturen zu Schwierigkeiten bei der Kühlwasserversorgung, da durch Trockenheit die verfügbare Wassermenge sinkt. Gerade in Kraftwerken, welche Wasser zur Kühlung und Stromerzeugung nutzen, kann dieser

Umstand zu Verzögerungen in der Produktion führen. Des Weiteren sind überirdisch verlegte Strecken des Versorgungsnetzes anfällig gegenüber Sturm, Hochwasser, Hangrutschungen und Blitzschlag. Wetterbedingte Unterbrechungen der Stromversorgung aufgrund von Extremwetterereignissen könnten sich in der Zukunft ebenfalls häufen (SCHÖNTHALER ET AL. 2011).

Eines der wichtigsten Ziele ist es, die Versorgungssicherheit aufrecht zu erhalten. Anpassungen an den Klimawandel können im Bereich Energiemanagement auf vielfältige Weise stattfinden. Innovationen für ein resilienteres Stromnetz, die Weiterentwicklung und Verbesserung der eigentlichen Stromerzeugung sowie der Rückbau von überirdisch verlegten Strecken sind nur einige davon. Auch in Freiburg wird an der Optimierung von Kraftwerken gearbeitet und die Verlegung von Erdkabeln gefördert. Kennzahlen, die den Grad der elektrischen Versorgungssicherheit messen, wie beispielsweise der SAIDI (System Average Interruption Duration Index) geben an, mit welcher Wahrscheinlichkeit und Dauer ein Kunde zu einem beliebigen Zeitpunkt von einer Versorgungsunterbrechung betroffen sein könnte. Der SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) gibt an wie oft im Jahr mit Unterbrechungen zu rechnen ist (ELCOM 2012).

### **Indikatoren für das Handlungsfeld „Energiemanagement“**

Für das Handlungsfeld „Energiemanagement“ (Em) wurde nur ein Indikationsfeld festgelegt: „Energieumwandlung und -bedarf“. Die „Energieinfrastruktur“ stand ebenfalls zur Diskussion, wurde aber unter Em 1 zusammengefasst. Nach dem aktuellen Arbeitsstand können keine Impact- oder Response-Indikatoren ausgearbeitet werden. Die Liste der als möglich eingeschätzten Indikatoren enthält zwei Impact- sowie zwei Responseindikatoren. Davon sollten zumindest die Informationen zu den Kennzahlen SAIDI, SAIFI und CAIDI abrufbar und als Indikatoren darstellbar sein. Diese sind in Tabelle 21 im Anhang S. 379 aufgeführt.

Ein Impact- Indikator wurde aus dem System ausgeschlossen. Dieser ist mit Begründung für den Ausschluss in der Tabelle 30 im Anhang S. 390 dargestellt.

**Tabelle 12: Indikatoren für das Handlungsfeld „Energiemanagement“**

<b>Indikationsfeld</b>	<b>Impact-Indikator</b>	<b>Response-Indikator</b>
<b>Energieumwandlung und -bedarf</b>		

SAIDI, SAIFI und CAIDI sind Kennzahlen, die von der badenova und der Bundesnetz AG erhoben werden. Genannte Einrichtungen dienen auch als Ansprechpartner für weitere mögliche Indikatoren.



## Em 1: Energieumwandlung und -bedarf

Das Indikationsfeld Energieumwandlung und -bedarf befasst sich mit der Strukturveränderung beim Energiebedarf, den Einflüssen des Klimas auf die Effizienz der Elektrizitätsproduktion und der Energieinfrastruktur, welche für eine optimale Versorgung benötigt wird. Diese Ressorts spielen für die Erhaltung der Versorgungssicherheit eine wichtige Rolle und sind auch die Hauptansatzpunkte für Anpassungsmaßnahmen. Bisher sind jedoch für keinen dieser Bereiche Indikatoren ausgearbeitet.

### **Schnittstellen mit anderen Handlungsfeldern**

Der Sektor Energie überschneidet sich generell mit allen Handlungsfeldern. Vor allem steht aber der Bereich Wasserhaushalt in engem Zusammenhang mit der Energieversorgung, da sich Niedrigwasser und zu hohe Wassertemperaturen nachteilig auf die Stromproduktion auswirken. Diese zwei Faktoren werden daher als mögliche Indikatoren näher behandelt.

### **Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands des Indikatorensystems für das Handlungsfeld „Energiemanagement“**

Der Stand der Entwicklung von Indikatoren für das Handlungsfeld „Energiemanagement“ ist noch sehr unbefriedigend. Es gibt durchaus konkrete Vorschläge für Indikatoren, jedoch scheitert die Umsetzung und Darstellung an der Zusammenarbeit mit den ansässigen Stromversorgern.

Die DAS besitzt im Vergleich zu diesem System deutlich mehr Indikationsfelder für den Energiesektor. Eine Aufspaltung in mehrere Teilbereiche könnte nachträglich durchgeführt werden.

### **5.2.8 Handlungsfeld: Bauwesen – Bw**

Die Stadtplanung steuert die strukturelle Gesamtentwicklung einer Stadt. Bei dieser Aufgabe fällt dem Bauwesen eine wichtige Verantwortung zu. Seinen Auftrag erfüllt es als Bauleitplanung, im Städtebau und dem Ressort Sanierungsmaßnahmen. Als wachsende Stadt bemüht sich Freiburg darum Wohnraum zu schaffen und bei der Stadtgestaltung die Aufenthalts- und Lebensqualität beizubehalten und zu verbessern (STADT FREIBURG 2015).

Die Folgen des Klimawandels stellen weitere Herausforderungen dar, welche im Planungsprozess beachtet werden sollten. Extreme Wetterereignisse wie Stürme, Überschwemmungen und Hitze führen nicht nur zu Schäden an Gebäuden, sondern wirken sich auch stark auf die Wohnqualität aus. Aus diesem Grund sind Adaptionsmaßnahmen auch in diesem Sektor notwendig (UM 2014).

In Freiburg werden bereits einige Adaptionsmaßnahmen umgesetzt, wobei in diesen Bereichen die Erstellung von Indikatoren oft an der Datenverfügbarkeit scheitert. Die kontinuierliche Weiterentwicklung von Baumaterialien, sturmsicheren Verankerungen, die Anpassung von Gebäudehöhen,

Maßnahmen zur Gebäudekühlung (Klimaanlagen, Beschattung, Belüftungssysteme), hochwasser-sicheres Bauen sowie Förderungen von Dach- und Fassadenbegrünung (Dämmung, Beschattung, Verzögerung des Wasserabflusses) zählen zu den aktuell durchgeführten Initiativen (Mdl. Mitteilung: HERR WIESE, GEBÄUDEMANAGEMENT STADT FREIBURG).

### Indikatoren für das Handlungsfeld „Bauwesen“

Für das Handlungsfeld „Bauwesen“ wurden insgesamt zwei Indikationsfelder festgelegt:

- Schäden an Bauwerken durch Wetterextremereignisse (Sturm, Hagel, Hochwasser etc.) und sich allmählich verändernde Witterungsbedingungen (z. B. Materialermüdung durch Hitze) (Bw1) und
- Gebädefunktionalität.

Die „Umweltqualität im städtisch geprägten Raum“ stand als drittes Indikationsfeld zur Debatte, wurde aber dem Handlungsfeld Gesundheit zugeordnet.

Nach dem aktuellen Arbeitsstand des Indikatorensystems können zwei Impact- und ein Response-Indikator dargestellt werden. Die Indikatoren-Steckbriefe für das Handlungsfeld sind im Anhang 8.2.7 S. 326 zusammengestellt. Neben diesen wurden ein weiterer Impact- und sechs Response-Indikatoren als denkbar eingestuft. Diese sind in Tabelle 22 im Anhang S. 380 zu finden. Keiner der diskutierten Indikatoren wurde aus dem System ausgeschlossen.

**Tabelle 13: Indikatoren für das Handlungsfeld „Bauwesen“**

Indikationsfeld	Impact-Indikator	Response-Indikator
Schäden an Bauwerken durch Wetterextremereignisse (Sturm, Hagel, Hochwasser etc.) und sich allmählich verändernde Witterungsbedingungen (z.B. Materialermüdung durch Hitze)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Bw1-1-(I):</b> Schadaufwand Elementarschadensversicherung</li> <li>• <b>Bw1-2-(I):</b> Technische Hilfeleistungen: Anzahl der „Wasser-noteinsätze“</li> </ul>	
Gebädefunktionalität		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Bw2-1-(R):</b> Anzahl öffentlicher Gebäude mit Erdkollektoren</li> </ul>

### Erläuterungen zu den Indikatoren des Handlungsfelds „Bauwesen“

Die Daten für die ausgewählten Indikatoren wurden durch die Stadtkämmerei und das Gebäudemanagement der Stadt Freiburg zur Verfügung gestellt. Die Daten werden, ausgenommen des

Response-Indikators, regelmäßig erfasst. Auch die kontinuierliche Zusammenstellung der Informationen für Bw2-1-(R) ist ohne großen Aufwand und Kosten zu bewerkstelligen.

Bw1: Schäden an Bauwerken durch Wetterextremereignisse (Sturm, Hagel, Hochwasser etc.) und sich allmählich verändernde Witterungsbedingungen (z.B. Materialermüdung durch Hitze)

Ständiges Aufheizen und Abkühlen oder Hitze über eine längere Zeitspanne führen zu frühzeitiger Materialalterung, Bauteilermüdung, Dehnungsrissen bis hin zum Ausfall technischer Gebäudeanlagen. Neben der Temperatur beeinträchtigen auch extreme Wetterereignisse wie Sturm, Hagel und Hochwasser den Gebäudezustand. Der Klimawandel bewirkt, dass solche Schäden zahlreicher und beschleunigter auftreten können (UM 2014).

Um den Einfluss der Klimaerwärmung zu messen, werden der **Schadaufwand der Elementarschadensversicherung (Bw1-1-(I))** und die **Anzahl der Wassernoteinsätze der Feuerwehr (Bw1-2-(I))** betrachtet.

Bw2: Gebäudefunktionalität

Vor allem steigende Temperaturen wirken sich auf die Aufenthaltsqualität in Gebäuden aus. Durch den Klimawandel wird die sommerliche Hitzebelastung zunehmen. Gleichzeitig wird ein Sinken der Heizgradtage für die Wintermonate prognostiziert (WATTENDORF ET AL. 2012, SCHÖNTHALER ET AL. 2011). Die Entwicklung der Heizgradtage wäre dementsprechend ein sinnvoller Indikator, welcher im Rahmen der Projektlaufzeit nicht mehr bearbeitet werden konnte.

Als eine von vielen Adaptionsmaßnahmen wird die **Anzahl öffentlicher Gebäude mit Erdkollektoren (Bw2-1-(R))** abgebildet. Erdkollektoren können im Winter zum Heizen, im Sommer aber auch zum Kühlen der Innenräume verwendet werden.

### **Schnittstellen mit anderen Handlungsfeldern**

Das Handlungsfeld „Bauwesen“ weist Überschneidungen mit den Handlungsfeldern „Innerstädtische Grünfläche“, „Verkehr, Transport und Logistik“, „Wasserhaushalt“, „Energiemanagement“ und „Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz“ auf.

Ebenso wie der Verkehrssektor und das städtische Grün, zählt das Bauwesen zur Raumplanung und Städteentwicklung. Bei weitsichtiger Planung können diese drei Bereiche dazu beitragen, die Aufenthalts- und Lebensqualität in der Stadt, trotz Klimawandel, beizubehalten und zu verbessern.

Im Handlungsfeld „Wasserhaushalt“ gehören alle Indikatoren, welche sich mit Hochwasser- und Hochwasserrückhaltung beschäftigen, auch zum Sektor Bauwesen.

Die Schnittstelle mit dem Bereich Energie ergibt sich aus einer möglichen Abnahme der Energiekosten durch einen allgemeinen Temperaturanstieg. Vor allem in Winter kann dies zu einer Sen-

kung der Heizkosten führen. Dieser Indikator hätte auch im Energiemanagement angesiedelt werden können.

Wie in allen anderen Sektoren gibt es auch in diesem Überschneidungen mit dem Handlungsfeld Gesundheit. Dies betrifft zum einen die Hitzebelastung der Bevölkerung im städtischen Raum und innerhalb von Gebäuden und zum anderen das Katastrophenmanagement.

### **Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands des Indikatorensystems für das Handlungsfeld „Bauwesen“**

Die Impact-Seite beider Indikationsfelder wird ausreichend durch die ausgearbeiteten Indikatoren abgedeckt. Das erste Indikationsfeld könnte jedoch noch um einen Indikator erweitert werden, welcher sich näher mit Schäden durch Temperatur beschäftigt.

Die Datenlage zur Bildung von Indikatoren mit Anpassungsbezug für den Bereich Bauwesen ist derzeit eher als schlecht einzustufen. Es ist jedoch eine Vielzahl an wirksamen Anpassungsoptionen vorhanden und es gibt konkrete Vorschläge für weitere Indikatoren. Für einige sind auch schon mögliche Datenhalter ausfindig gemacht worden. Für weitere Indikatoren wäre die Datenerhebung ohne viel Aufwand und Kosten möglich. Eine Nacharbeitung auf der Adaptionseite wird für notwendig erachtet, um ein ausgeglichenes Indikatorensystem zu erhalten.

#### **5.2.9 Handlungsfeld: Tourismus - Tou**

Der Tourismus hat in Freiburg eine hohe wirtschafts-, arbeitsmarkt- und strukturpolitische Bedeutung. Freiburg zieht Besucher für Städte-, Kultur-, Geschäfts-, Shopping- und Eventtourismus in die Region und bietet gleichzeitig stadtnahe Erholungsflächen für outdoorbezogene Aktivitäten. Das Klima ist einer der zahlreichen Faktoren, welche das Reiseverhalten beeinflussen. Insbesondere der Tagestourismus hängt stark von der aktuellen Witterung ab (UM 2014).

Sämtliche temperatur- und niederschlagsbedingten Parameter wirken auf die Reisebranche ein. Heißere, trockenere Sommer und dazu milde Winter haben regionale und saisonale Folgen für den Tourismus. Die Vulnerabilität in den meisten Tourismussegmenten ist eher gering und bietet vielmehr Chancen. Zwar sind outdoorabhängige Bereiche stärker von den Klimafolgen betroffen, aber Freiburg bietet zahlreiche Aktivitäten, welche als Alternativen genutzt werden können. Besonders der Wintersporttourismus wird durch die milderen Wintermonate empfindlich beeinträchtigt. Für Freiburg selbst spielt dieser Faktor jedoch eine eher untergeordnete Rolle, auch wenn mit dem Schwarzwald ein Wintersportgebiet angrenzt. Schneemangel im Schwarzwald, kann durch Tagesausflüge der Wintertouristen in die Stadt sogar einen positiven Effekt haben (UM 2014, WATTENDORF ET AL. 2012, SCHÖNTHALER ET AL. 2011).

In Freiburg sind Anpassungsmaßnahmen bisher zukunftsgerichtet und noch nicht in der eigentlichen Umsetzung. In der Regel wird über die Diversifizierung des Sommer- und Winterangebots, vor allem dem Schaffen von witterungsunabhängigen Attraktionen diskutiert. Für die Tourismusbranche gilt es die Folgen des Klimawandels ökonomisch zu bewerten, Chancen rechtzeitig zu erkennen und durch Investitionen wahrzunehmen. Ein an den Klimawandel angepasstes Angebot ist ein wichtiger Einflussfaktor zur Weiterentwicklung des regionalen Tourismus.

### Indikatoren für das Handlungsfeld „Tourismus“

Für das Handlungsfeld „Tourismus“ (Tou) wurden zwei Indikationsfelder ausgearbeitet:

- Veränderung saisonaler Witterungsbedingungen (Tou1) und
- Wetterextremereignisse (Tou2).

Nach aktuellem Arbeitsstand können zwei Impact- und drei Response-Indikatoren präsentiert werden. Die zugehörigen Indikatoren-Steckbriefe sind im Anhang 8.2.8 S. 334 zusammengestellt. Neben diesen sind ein weiterer Auswirkungs-, fünf Anpassungsindikatoren sowie vier Indikatoren die beides abbilden können als denkbar eingestuft worden. Diese sind in Tabelle 23 im Anhang S. 381 aufgeführt. Ein Response-Indikator wurde aus dem System ausgeschlossen. Dieser ist mit Begründung für den Ausschluss in der Tabelle 31 im Anhang S. 391 dargestellt.

**Tabelle 14: Indikatoren für das Handlungsfeld "Tourismus"**

Indikationsfeld	Impact-Indikator	Response-Indikator
<b>Veränderung saisonaler Witterungsbedingungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tou1-1-(I):</b> Besucherzahlen Freibäder</li> <li>• <b>Tou1-2-(I):</b> Veränderung der saisonalen Übernachtungszahlen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tou1-1-(R):</b> Saisonale Öffnungszeiten der Freibäder</li> <li>• <b>Tou1-3-(R):</b> Hinweise über Badeangebote</li> </ul>
<b>Wetterextremereignisse</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tou2-1-(R):</b> Sensibilisierung Gastgeber durch Rundbriefe</li> </ul>

### Erläuterungen zu den Indikatoren des Handlungsfelds „Tourismus“

Die für die Indikatoren verwendeten Daten stammen aus verschiedenen Quellen. Die FWTM, LUBW und der DWD lieferten einen Teil der Informationen sowie Zeitungsberichte der Badischen Zeitung und die Websete [www.Freiburg-Schwarzwald.de](http://www.Freiburg-Schwarzwald.de). Die zur Verfügung gestellten Daten der ersten drei Anlaufstellen werden regelmäßig aktualisiert und sind ohne viel Aufwand verfügbar. Letztere Angaben hätten wesentlich einfacher bei der Regio Bäder GmbH eingeholt werden können, dies scheiterte aber an der Bereitschaft die Daten zur Verfügung zu stellen.

## Tou1: Veränderung saisonaler Witterungsbedingungen



Abbildung 21: Der Schauinsland im Winter (H. Sharaf)

Insbesondere tiefere Lagen und Städte sind von sommerlichem Hitzestress betroffen. Landschaftseindrücke wie in Abbildung 1 von einem schneebedeckten Schauinsland werden zukünftig vermutlich seltener. Jedoch kann die negative Wirkung durch eine längere Saison, mit einer Verschiebung in das Frühjahr und den Herbst, kompensiert werden. Das gleiche gilt für den Rad-, Wander- und Naturtourismus. Zahlreiche Badeseen rund

um Freiburg bieten für diese Phasen des Jahres eine gern genutzte Alternative. Aufgrund längerer Trockenperioden wäre allerdings eine Verschlechterung der Badewasserqualität möglich. Neben dem Besuch von Badeseen ist auch die „Flucht“ in frischere, höhere Lagen möglich, um dem städtischen Hitzestress zu entkommen. (UM 2014) Der Schauinsland ist hierfür sowohl im Sommer als auch im Winter ein beliebtes Ausflugsziel. Um die Veränderung von saisonalen Witterungsbedingungen, welche den Tourismusbereich betreffen, zu überwachen, werden die **Besucherzahlen von Freibädern (Tou1-1-(I))** und die **Veränderung der saisonalen Übernachtungszahlen (Tou1-2-(I))** beobachtet.

Für bisher durchgeführte Anpassungsmaßnahmen konnten die **saisonalen Öffnungszeiten des Freiburger Strandbads (Tou1-1-(I))** und die **Hinweise der LUBW über Badeangebote (Tou1-3-(R))** genutzt werden.

## Tou2: Extremereignisse

Eine Zunahme der Niederschläge, besonders von Starkregenereignissen schadet vor allem outdoor-bezogenen Tourismusaktivitäten. Dies kann z. B. durch ein diverses Angebot an Indoorattraktionen kompensiert werden.

Trotz vielfältiger Indikationsideen konnte bisher kein Impact-Indikator ausgearbeitet werden. Die Adaptionenmaßnahme **Sensibilisierung der Gastgeber durch Rundbriefe (Tou2-1-(R))** wurde schon in das System integriert, ist derzeit aber noch in der Planung und nicht in der Umsetzung.

## **Schnittstellen mit anderen Handlungsfeldern**

Für das Handlungsfeld „Tourismus“ wurden einige Schnittstellen mit anderen Handlungsfeldern festgestellt. Insbesondere alle Sektoren die der Raumplanung zugeordnet sind, wie städtische Grünflächen, Bauwesen und Infrastruktur sind auch für die Tourismuswirtschaft von Bedeutung, da diese Segmente im Wesentlichen für die Attraktivität einer Stadt als Urlaubsziel verantwortlich sind.

Zahlreiche Indikatoren aus dem Handlungsfeld „Gesundheit, Arbeits- und Bevölkerungsschutz“, welche sich mit hitze- und kälte- sowie unweatherbedingten Erkrankungen oder Todesfällen beschäftigen, sind auch für den Tourismussektor von generellem Interesse. Ebenso wie die gesundheitlichen Auswirkungen von verminderter Badewasserqualität. Diese Überschneidung trifft auch für das Handlungsfeld Wasserhaushalt zu.

## **Abschließende Bewertung des Entwicklungsstands des Indikatorensystems für das Handlungsfeld „Tourismus“**

Das momentan verfügbare Indikatorenspektrum ist bisher eher unbefriedigend. Vorschläge für weitere Indikatoren sind zwar schon konkretisiert, es fehlt aber bislang an der Verfügbarkeit geeigneter Daten. Es gibt eher unspezifische Informationen wie Übernachtungszahlen. Es mangelt jedoch an für brauchbare Indikatoren an Daten. Das liegt in erster Linie daran, dass Adaptionenmaßnahmen generell vom Anbieter bzw. Gastgeber durchgeführt werden und somit keiner einheitlichen Erfassung unterliegen. Es ist deshalb sehr schwierig das benötigte Datenmaterial zusammenzutragen. Des Weiteren liegt heutzutage der Fokus noch vermehrt auf dem Klimaschutz, so dass Anpassungsmaßnahmen zwar schon im Gespräch sind aber eher in die Zukunft gerichtet sind und nicht vor einer unmittelbaren Umsetzung stehen. Eine Ergänzung um weitere Indikatoren, sowohl auf Auswirkungs- als auch Anpassungsseite wird deshalb als notwendig erachtet, um das Handlungsfeld optimal für ein Monitoring abzudecken.

## **5.3 Monitoring-Plattform**

Die Projektziele sahen vor, dass die Ergebnisse des Forschungsprojektes der Stadt Freiburg nach Abschluss zur Verfügung gestellt werden. In Form eines Internet-Auftritts sollen für möglichst alle der bearbeiteten Handlungsfelder Indikatoren zur Auswirkung des Klimawandels und zu Anpassungsmaßnahmen aufbereitet werden. Nach Absprache mit Vertretern der Stadt Freiburg wurde vereinbart zunächst eine Webseite auf Basis von HTML (Hypertext Markup Language) und CSS (Cascading Style Sheets) zu entwerfen. Bei dieser ersten Umsetzung werden die Indikatoren textlich und grafisch einheitlich präsentiert. Animationen oder Interaktivitäts-Möglichkeiten sind

nicht vorgesehen. Da die meisten Daten in diesem Projekt einen geografischen Bezug haben, wäre zukünftig auch eine Präsentation in Form eines Web-GIS denkbar.

Abbildung 22 zeigt die Startseite zur Internetpräsenz. Über das vertikale Menü können die Indikatoren der einzelnen Handlungsfelder erreicht werden. Zudem ist dort auch eine Zusammenfassung über die klimatischen Bedingungen und Entwicklungen in Freiburg über den Menüpunkt „Klima“ angelegt. Das horizontale Menü bietet die wichtige Möglichkeit Kontakt in Form einer Email mit dem Betreiber der Webseite aufzunehmen. Außerdem findet sich dort der Menüpunkt Impressum.

Mit der Stadt Freiburg ist vereinbart, dass aus der Sammlung, der im Forschungsprojekt erarbeiteten Indikatoren, möglichst zu jedem Handlungsfeld die geeignetsten Indikatoren ausgewählt werden. Die Stadt Freiburg wird anhand des Abschlussberichtes diese Auswahl treffen. Der Projektnehmer wird diese dann in einheitlicher Form für die Homepage aufbereiten und an die Stadt übermitteln. Auf diese Weise soll das Thema Klimawandel und Anpassung möglichst umfassend für die Stadt Freiburg in Internet für die Öffentlichkeit präsentiert werden.



Klima
Bauwesen
Wasserhaushalt
Energiemanagement
Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz
Land- und Forstwirtschaft
Innerstädtische Grünflächen
Naturschutz und Biodiversität
Tourismus
Verkehr, Transport und Logistik
Infrastruktur
Industrie und Gewerbe
Finanz- und Versicherungswesen

## Etablierung eines regionalspezifischen Monitoring von Klimafolgen und Anpassungsmaßnahmen im Modellraum Freiburg

Durch Klimaschutz sowie Anpassungsmaßnahmen an sich bereits vollziehende und zukünftig zu erwartende Klimaveränderungen können die negativen Auswirkungen des Klimawandels reduziert werden. Auf der anderen Seite lassen sich durch aktive Anpassungsmaßnahmen auch die sich möglicherweise bietenden Chancen, die sich durch veränderte klimatische Bedingungen ergeben, nutzen. Erfolg und Effizienz von Strategien zur Anpassung an den Klimawandel können aber nur erwartet werden, wenn sowohl die Folgen des Klimawandels als auch die Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel einem Monitoring mit geeigneten Indikatoren unterliegen. Gegebenenfalls können mittels der Beobachtungen im Rahmen des Monitorings die Anpassungsmaßnahmen justiert werden und an sich verändernde klimatische Rahmenbedingungen adaptiert werden.

Auf dieser Website werden die im Rahmen des vom Land Baden-Württemberg geförderten [Forschungsprogramms KLIMOPASS](#) erzielten Projektergebnisse dargestellt. Gemäß der Zielstellung wurde bis zum Ende der Projektlaufzeit (März 2015) eine möglichst umfassende Übersicht von Indikatoren erarbeitet, die sowohl die Auswirkungen des Klimawandels als auch die Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel handlungsfelderübergreifend anzeigen. Durch Einbeziehung von Vertretern von Fachbehörden, Forschungseinrichtungen und Verbänden wurden Indikatoren durch Beurteilung von deren Eignung - also im Wesentlichen durch Abschätzung der Stärke der Zusammenhangs zwischen Auswirkung und Klimawandel - und der Verfügbarkeit von Daten zu einem geeignet erscheinenden Indikator ausgewählt.

Räumlich sollte sich die Auswahl der Indikatoren möglichst auf das Gebiet des Stadtkreises Freiburg im Breisgau beschränken. Allerdings wurde in Fällen, in denen sich keine relevanten Daten zu einem Indikator finden ließen, auch auf Messungen oder Beobachtungen, die sich außerhalb dieses Modellraumes befinden, zurückgegriffen. Bei diesem Vorgehen wurde darauf geachtet, dass nur Erhebungen aus benachbarten Gebieten mit naturräumlich ähnlich Bedingungen berücksichtigt wurden.



### Die Indikatoren im Überblick

- [Klima](#)
- [Bauwesen](#)
- [Wasserhaushalt](#)
- [Energiemanagement](#)
- [Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz](#)
- [Land- und Forstwirtschaft](#)
- [Innerstädtische Grünflächen](#)
- [Naturschutz und Biodiversität](#)
- [Tourismus](#)
- [Verkehr, Transport und Logistik](#)
- [Infrastruktur](#)
- [Industrie und Gewerbe](#)
- [Finanz- und Versicherungswesen](#)

Abbildung 22: Webseite zur Indikatoren-Darstellung

## 5.4 Übertragbarkeit

Grundsätzlich wird das Indikatorensystem zu den Auswirkungen des Klimawandels und zu den Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel als übertragbar eingeschätzt. Da es sich um ein offenes System handelt, kann dies ohne Aufwand durchgeführt werden. Das erarbeitete Indikatorensystem wurde gezielt auf Basis von Expertenaussagen für das Modellgebiet Freiburg erstellt. Innerhalb des vorgegebenen räumlichen Rahmens wurde versucht, ein möglichst umfassendes Monitoringsystem zu entwerfen. Das System kann jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, insbesondere in Bezug auf die Anpassungsmaßnahmen. Das Indikatorensystem bildet momentan nur einen Teil der bisher durchgeführten Initiativen zur Adaption ab. Dies resultiert daraus, dass im Projektzeitraum nicht für alle als sinnvoll eingeschätzten Indikatoren entsprechende Daten besorgt werden konnten.

Das Modellgebiet beschränkt sich auf den Stadtkreis Freiburg. Die Abgrenzung auf eine Verwaltungseinheit vereinfachte die Zusammenarbeit mit den zuständigen Behörden. Freiburg bietet die Möglichkeit eine Vielfalt an Naturräumen mit unterschiedlicher Betroffenheit zum Klimawandel zu betrachten. Entsprechend dem großen Höhengradient decken die in Freiburg vorkommenden Höhenlagen vom Rheintal bis zum Schauinsland nahezu vollständig das im Land mögliche Spektrum für Naturräume ab. Auf der anderen Seite fehlen allerdings große und intensiv wirtschaftende Tierhaltungsbetriebe, für welche bei einer Systemübertragung auf andere Städte oder Regionen Indikatoren ergänzt werden müssten. Für Städte in der Größenordnung Freiburgs sind die Gegebenheiten des Siedlungs- und Verkehrsinfrastruktursektors als repräsentativ anzusehen. Die für Freiburg erarbeiteten Indikatoren zu den Auswirkungen des Klimawandels können daher durchaus auf andere Regionen bzw. größere Gebiete übertragen werden. Aufgrund der geringeren Bedeutung für Freiburg wurden die Schifffahrt, der Flug- und Schienenverkehr sowie Meeres- und Küstenschutz nicht näher behandelt. Bei einem Transfer auf andere Städte bzw. Regionen muss das Indikatorensystem an diesen Stellen ggf. ergänzt werden. Die meisten der in Freiburg durchgeführten Adaptionenmaßnahmen sind ebenfalls auf andere Gebiete und Regionen übertragbar. Beispielsweise werden Hochwasserschutzmaßnahmen überall mit vergleichbarer Vorgehensweise durchgeführt. Werden die einzelnen Handlungsfelder näher betrachtet, kann man eine Abdeckung der wichtigsten Bereiche festhalten. Die Handlungsfelder lassen sich dementsprechend auch in anderen Städten oder Regionen als Basis für ein Indikatorsystem nutzen.

## 6 Schlussfolgerung und Ausblick

Indikatoren stellen eine wertvolle Hilfe bei der Einschätzung von Zuständen in der Umwelt dar. Sie lassen sich daher auch zur Beurteilung der Auswirkungen des Klimawandels heranziehen. Ebenso können die vom Menschen durchgeführten Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel durch Indikatoren dargestellt werden. Die systematische Zusammenstellung einer möglichst vielfältigen Auswahl an Indikatoren in einem Monitoring im Sinne einer Dauerbeobachtung stellt ein Mittel zu einer „ganzheitlichen“ Beurteilung eines Umweltzustandes dar. Die in diesem Forschungsprojekt erarbeiteten Indikatoren bieten für den Stadtkreis Freiburg die Möglichkeit einer handlungsfeldübergreifenden Betrachtung zu den Problemen, die der Klimawandel schon heute aber zukünftig wohl in viel größerem Umfang für den Menschen und seine Umwelt mit sich bringt. Die Auswirkungen des Klimawandels erscheinen zum jetzigen Zeitpunkt noch verhältnismäßig beherrschbar. Es ist aber nach Meinung der überwiegenden Anzahl der Klimaforscher in den kommenden Jahrzehnten mit einer weiteren Erwärmung der Atmosphäre und den damit einhergehenden sich verschärfenden Problemen des Klimawandels zu rechnen. Aus diesem Grund erscheint es wichtig, bereits jetzt eine fundierte Datenbasis zum Stand und zu den bisherigen Entwicklungen der Auswirkungen des Klimawandels zu schaffen. Ebenso sollte für die Anpassungsmaßnahmen verfahren werden. Nur durch eine möglichst langfristige Beobachtung der Maßnahmen, lässt sich deren Effizienz nachweisen. Insofern entfalten die in diesem Projekt zusammengestellten Indikatoren z. T. wohl erst zukünftig ihre Wirkung. Daten zu den einzelnen Indikatoren bereits jetzt zu eruiieren macht allerdings Sinn, denn diese retrospektiv zu gewinnen würde für einige Indikatoren insbesondere dann zum Problem werden, wenn sie nicht ausreichend dokumentiert sind.

Die Ergebnisse dieses Forschungsprojektes werden dem Umweltschutzamt der Stadt Freiburg zur Verfügung gestellt. Mit den Vertretern des Umweltschutzamtes ist vereinbart die geeignetsten Indikatoren aus der Gesamtheit aller erarbeiteten Indikatoren für eine Internetpräsenz vorzubereiten. Bei der Auswahl sollen möglichst alle Handlungsfelder abgedeckt werden. Kriterien zur Auswahl werden auch aus der Verfügbarkeit von Daten zum Indikator abgeleitet. Dies ist insbesondere bei Datenhaltern außerhalb der Stadt Freiburg wichtig. Durch dieses Vorgehen gelingt es zunächst vielleicht nur ein Teil der hier als brauchbar eingestuften Indikatoren auf der Webseite darzustellen. Die durch die Webseite entstehende Signalwirkung zur Problematik des Klimawandels kann dann aber möglicherweise zur Vervollständigung der Indikatoren beitragen.

# 7 Literaturverzeichnis

## Literatur

- ALN = AMT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND NATUR (2007): Bedeutung und Entwicklung des Humusgehaltes in Böden: Einfluss von Standort, Bewirtschaftung und Klimawandel, Zürich.
- ARL = AKADEMIE FÜR RAUMFORSCHUNG UND LANDESPLANUNG (unbek.): Expertengremium fordert bessere Anpassung an den Klimawandel
- BAUMANN, L. (2005): Die „Hitzetoten“ des Jahres 2003, in: Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg 4/2005, S. 23-27.
- BIRKMANN, B., M. VOLLMER & J. SCHANZE (Hrsg.) (2013): Raumentwicklung im Klimawandel – Herausforderung für die räumliche Planung, Forschungsberichte der ARL2, Hannover.
- BMU = BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT (2007): Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt.
- DELB, H. (2013): Auswirkungen des Klimawandels auf den Wald in Rheinland-Pfalz. Teilbericht Waldschutz und Klimawandel, RHEINLAND-PFALZ KOMPETENZZENTRUM FÜR KLIMAWANDELFOLGEN (Hrsg.) Schlussberichte des Landesprojekts Klima- und Landschaftswandel in Rheinland-Pfalz (KlimLandRP), Teil 4, Modul Wald.
- DIE BUNDESREGIERUNG (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS).
- DWD = DEUTSCHER WETTERDIENST (1991): Anleitung für die phänologischen Beobachter des Deutschen Wetterdienstes (BAPH).- Vorschriften und Betriebsunterlagen, Nr. 17 (VuB 17), 3. Aufl., Selbstverlag des DWD, Offenbach am Main.
- EIDGENÖSSISCHE ELEKTRIZITÄTSKOMMISSION ELCOM (2012): Stromversorgungsqualität 2011, Bern.
- ESSL, F. & W. RABITSCH (Hrsg.) (2013): Biodiversität und Klimawandel. Auswirkungen und Handlungsoptionen für den Naturschutz in Mitteleuropa.
- FALLER, S. (13.04.2011): Wie wichtig ist die Landwirtschaft für Freiburg? In: Badische Zeitung (Online verfügbar unter: [www.badische-zeitung.de](http://www.badische-zeitung.de))

- FAULDE, M. & G. HOFFMANN (2001): Vorkommen und Verhütung vektorassoziierter Erkrankungen des Menschen in Deutschland unter Berücksichtigung zoonotischer Aspekte, in: Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 44 (2), S. 116-136.
- FISCHER, H. & H.-J. KLINK (1967): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 177 Offenburg, Geografische Landesaufnahme 1:200.000, Bad Godesberg.
- GUENTHER, S. & A. BRAUN (2008): Der Mooswald – 44 Quadratkilometer für den Landschaftsschutz und die Erholung, in: Amtsblatt Freiburg im Breisgau „Natur in Freiburg“, Freiburg i. Breisgau.
- HÄCKEL, H. (1985): Meteorologie, Uni-Taschenbücher, Stuttgart.
- HOPPICHLER, J. (2013): Vom Wert der Biodiversität. Wirtschaftliche Bewertungen und Konzepte für das Berggebiet. Forschungsbericht Nr. 67, Bundesanstalt für Bergbauernfragen (Hrsg.), Wien.
- IPCC (2014): Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, FIELD, C.B., V.R. BARROS, D.J. DOKKEN, K.J. MACH, M.D. MASTRANDREA, T.E. BILIR, M. CHATTERJEE, K.L. EBI, Y.O. ESTRADA, R.C. GENOVA, B. GIRMA, E.S. KISSEL, A.N. LEVY, S. MACCRACKEN, P.R. MASTRANDREA & L.L. WHITE (Hrsg.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC (2014): Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, BARROS, V.R., C.B. FIELD, D.J. DOKKEN, M.D. MASTRANDREA, K.J. MACH, T.E. BILIR, M. CHATTERJEE, K.L. EBI, Y.O. ESTRADA, R.C. GENOVA, B. GIRMA, E.S. KISSEL, A.N. LEVY, S. MACCRACKEN, P.R. MASTRANDREA, AND L.L. WHITE (Hrsg.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- JENDRITZKY, G. (2007): Folgen des Klimawandels für die Gesundheit, in: ENDLICHER, W. UND GERSTENGABE, F.-W. (Hrsg.): Der Klimawandel – Einblicke, Rückblicke und Augenblicke, S. 108-118.
- KINZELBACH, R. (2007): Der Treibhauseffekt und die Folgen für die Tierwelt. Klimawandel – ein Feigenblatt?, in: Biologie unserer Zeit 4, S. 250-259.

- KOHNLE, U. ET AL. (2014): Wachstumstrend der Hauptbaumarten in Südwestdeutschland, in: AFZ – Der Wald, S. 6-8.
- KOPPE, C., G. JENDRITZKY & G. PFAFF (2003): Die Auswirkungen der Hitzewelle 2003 auf die Gesundheit, in: DWD Klimastatusbericht 2003, S. 152-162.
- KÖPPEL, K. (2014): Anpassung an den Klimawandel: Empfehlungen und Maßnahmen der Städte, Erfahrungen zum Positionspapier des Deutschen Städtetages, in: Städtetag aktuell, Nr. 9, S. 7-8.
- KRAUS, K. & K. OTT (2014): Ist eine Anpassung des Zielsystems des Naturschutzes an den Klimawandel notwendig? In: Natur und Landschaft, 89. Jahrgang Heft 3, S. 105-109.
- LUBW = LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNG UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (2010): Eintrittsdaten phänologischer Phasen und ihre Beziehung zu Witterung und Klima. Darstellung und Auswertung phänologischer Langzeitbeobachtungen des Deutschen Wetterdienstes in Baden-Württemberg.
- LUBW, MLR & IFOK (Hrsg.) (2008): Strategiepapier. Nachhaltigkeitsstrategie Baden-Württemberg. Klimawandel und biologische Vielfalt – welche Anpassungen von Naturschutzstrategien sind erforderlich? Teil C: Materialsammlung, Berlin/ Stuttgart/ Karlsruhe.
- MAIER, A. ET AL. (2001): Mögliche Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die Ausbreitung von primär humanmedizinisch relevanten Krankheitserregern über tierische Vektoren sowie auf die wichtigen Humanparasiten in Deutschland, Umweltbundesamt (Hrsg.), Bonn.
- MILAD, M., H. SCHAICH & W. KONOLD (2012): Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel – eine Analyse von Vorschlägen aus Forstwirtschaft und Naturschutz, in: Allgemeine Forst- und Jagdzeitung Jg. 9/10, S. 183-196.
- NAWRATH, S. & B. ALBERTERNST (2013): Aktionsprogramm Ambrosia-Bekämpfung in Bayern: Ergebnisse aus sechs Jahren Monitoring, in: ANliegen Natur 35 (2), S. 44-58, Laufen.
- ÖG = ÖFFENTLICHER GESUNDHEITSDIENST (2004): Auswirkungen der Hitzewelle 2003 eingehend untersucht: In der ersten Augushälfte 2003 gab es landesweit etwa 1100 Hitzetote, Pressemitteilung des Sozialministeriums.
- REICHELT, G. (1964): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 185 Freiburg im Breisgau, Geografische Landesaufnahme 1:200.000, Bad Godesberg.

- ROTTER, M., J. GLAHE & E. HOFFMANN (2011): Klimawandel: Was kommt zukünftig auf die Verkehrsbranche zu – Neben Vermeidung ist Anpassung gefragt, in: Verkehr und Umwelt 5/2011, S. 14-17, Berlin.
- ROTTER, M., E. HOFFMANN & M. WELP (2011): Themenblatt: Anpassung an den Klimawandel: Verkehr.
- RP FREIBURG (2007): Referat 53.1: Vorbeugender Hochwasserschutz an Gewässern 1. Ordnung in der Region Südlicher Oberrhein, Bearb. HEINRICH, M., Freiburg im Breisgau.
- SCHALLER, M. & H.-J. WEIGEL (2007): Landbauforschung Völkenrode - FAL Agricultural Research. Analyse des Sachstands zu Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die deutsche Landwirtschaft und Maßnahmen zur Anpassung, FAL – BUNDESFORSCHUNGSANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (Hrsg.), Sonderheft 316, Braunschweig.
- SCHLÜNZEN, K. H., P. HOFFMANN, G. ROSENHAGEN & W. RIECKE (2010): Long-term changes and regional differences in temperature and precipitation in the metropolitan area of Hamburg, in: International Journal of climatology 30, S. 1121-1136
- SCHNELLE, F. (1955): Pflanzen-Phänologie. Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Porting K.-G., Leipzig.
- SCHÖNTHALER, K., S. VON ADRIAN-WERBURG & D. NICKEL (2011): Entwicklung eines Indikatorensystems für die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS), UBA (Hrsg.), Dessau-Roßlau.
- SEYFERT, F. (1960): Phänologie.- A. Ziemsen-Verlag, Wittenberg Lutherstadt.
- SMUL = SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (2014): Klimafolgenmonitoring in Sachsen - Indikatoren zur Beobachtung von Klimafolgen.
- SSYMANK, A. (1994): Neue Anforderungen im europäischen Naturschutz: Das Schutzgebietssystem Natura 2000 und die FFH-Richtlinie der EU, Natur und Landschaft 69 (Heft 9), S. 395-406.
- UBA = UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.) (Juni 2012), Kosten und Nutzen von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel – Analyse von 28 Anpassungsmaßnahmen in Deutschland, Dessau-Roßlau.

UM = MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG (UM)  
(2014): Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Baden-Württemberg.  
Vulnerabilitäten und Anpassungsmaßnahmen in relevanten Handlungsfeldern, Version 1.4.

UMWELT - UND ARBEITSSCHUTZ STADT KARLSRUHE (2013): Anpassung an den Klimawandel –  
Bestandsaufnahme und Strategie für die Stadt Karlsruhe, Karlsruhe.

UMWELTAMT STADT NÜRNBERG (2012): Handbuch Klimaanpassung – Bausteine für die Nürnberger  
Anpassungsstrategie, Nürnberg.

WATTENDORF, P., F. PHILIPPS, P. HÖLDIN & W.KONOLD (2012): Forschungsbericht KLIMOPASS.  
Monitoring von Klimafolgen in einem Modellraum. Entwicklung eines Konzepts zum  
Monitoring von Klimafolgen und Anpassungsmaßnahmen für einen Modellraum in Baden-  
Württemberg, LUBW (Hrsg.), Freiburg im Breisgau.

### **Internetauftritte**

BAFU = BUNDESAMT FÜR UMWELT SCHWEIZ:

<http://www.bafu.admin.ch/klimaanpassung/index.html?lang=de> (13.03.2015)

BFN = BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ:

<http://www.bfn.de/> (16.03.2015)

BVOED = BUNDESVERBAND ÖFFENTLICHE DIENSTLEISTUNGEN:

<http://www.bvoed.de/nr.-502013-eu-kommission-stellt-eu-strategie-zur-anpassung-an-den-klimawandel-vor.html> (13.03.2015)

CHAMÄLEON – ADAPTION AN DEN KLIMAWANDEL:

[www.climate-chameleon.de](http://www.climate-chameleon.de) (27.01.2015)

CLIMATE X-CHANGE:

<http://www.climateexchange.org.uk/> (13.03.2015)

DEUTSCHER STÄDTETAG (2012)

<http://www.staedtetag.de/presse/beschluesse/059022/index.html> (13.04.2015)

DIE BUNDESREGIERUNG:



[http://www.bundesregierung.de/Webs/Breg/DE/Themen/Nachhaltigkeitsstrategie/\\_node.html](http://www.bundesregierung.de/Webs/Breg/DE/Themen/Nachhaltigkeitsstrategie/_node.html)

(13.03.2015)

DDA = DACHVERBAND DEUTSCHER AVIFAUNISTEN E.V.:

<http://www.dda-web.de/> (16.03.2015)

DO-G = DEUTSCHE ORNITHOLOGEN-GESELLSCHAFT E.V.:

<http://www.do-g.de/> (16.03.2015)

DWD = DEUTSCHER WETTERDIENST:

[www.dwd.de](http://www.dwd.de) (19.02.2015)

FLI = FRIEDRICH-LÖFFLER-INSTITUT:

<https://www.fli.bund.de/> (16.03.2015)

FRITZ – DIE ONLINE-STATISTIK DER STADT FREIBURG:

[www.wiki.stadt.freiburg.de](http://www.wiki.stadt.freiburg.de) (5.03.2014)

GALK E.V.:

[www.galk.de](http://www.galk.de) (26.01.2015)

GEO:

<http://www.geo.de/GEO/natur/tierwelt/zugvoegel-warum-in-die-ferne-schweifen-69881.html>

(13.03.2015)

LANUV = LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NRW:

<http://www.lanuv.nrw.de/liki-newsletter/> (13.03.2015)

LAVES = NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND  
LEBENSMITTELSICHERHEIT:

[http://www.laves.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation\\_id=20132&article\\_id=73987&psma\\_nd=23](http://www.laves.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=20132&article_id=73987&psma_nd=23) (19.02.2015)

<http://www.tierseucheninfo.niedersachsen.de> (19.02.2015)

LUBW = LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNG UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG:

<http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/35855/> (16.03.2015)

NABU = NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND:

<https://www.nabu.de/> (16.03.2015)

REGIOWASSER (AK WASSER):

[www.akwasser.de](http://www.akwasser.de) (05.02.2015)

RKI = ROBERT-KOCH-INSTITUT:

<https://survstat.rki.de/Content/Query/Main.aspx> (06.02.2015)

STADT FREIBURG:

<http://www.freiburg.de/pb/,Lde/233116.html> (27.01.2015)

<http://www.freiburg.de/pb/,Lde/232049.html> (30.01.2015)

<http://www.freiburg.de/pb/,Lde/208092.html> (02.02.1015)

<http://www.freiburg.de/pb/,Lde/234732.html> (19.02.2015)

UBA = UMWELTBUNDESAMT:

<http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/anpassung-auf-eu-ebene> (13.03.2015)

UM = BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT:

<http://www.bmub.bund.de/themen/gesundheit-chemikalien/gesundheit-und-umwelt/klimawandel/tiere-als-vektoren-und-wirtstiere-fuer-krankheitserreger/> (06.02.2015)

WRF = WIRTSCHAFTSFÖRDERUNG REGION FREIBURG E.V.:

[www.wrf-freiburg.de](http://www.wrf-freiburg.de) (27.01.2015)

### **Zitierte Gesprächspartner**

FRAU SCHMALFUß (Städtisches Forstamt – 05.03.2014)

HERR BOLDER (ESE -14.01.2014)

HERR DELP (FVA Baden-Württemberg – 01.07.2014)

HERR LINDIGER (GuT - 12.02.2014)

HERR LINDSIN (RP Freiburg - 21.02.2014)

HERR SCHMIDT (NABU Freiburg – 14.04.2014)

HERR UNMÜSSIG (Gesundheitsamt)

HERR WAIBEL (VAG Freiburg)

HERR WEIß & HERR SCHNEIDER (UwSA - 05.02.2014)

HERR WIESE (Gebäudemanagement Stadt Freiburg 18.03.2014)

# 8 Anhang

## 8.1 Formular der Metadatenerhebung

**Metadatenerhebung zum Forschungsprojekt  
„Etablierung eines regionalspezifischen Monitoring von Klimafolgen und  
Anpassungsmaßnahmen im Modellraum Freiburg“**

Amt:

Name:

Datum:

<u>Indikator</u>	<u>Indikationsfeld</u>	<u>Handlungsfeld</u>
GBA-1-1 (I)	GBA-1	GBA
Gemeldete FSME-Fälle	Vektorübertragene Krankheiten	Gesundheit, Bevölkerungs- u. Arbeitsschutz

Fragen zum Indikator GBA-1-1 (I)

1) Wird dieser Indikator erhoben?     Ja     Nein     Weiß nicht

Folgende Fragen nur beantworten wenn Frage 1) mit „Ja“ beantwortet wurde.

2) Wer erhebt Daten zu diesem Indikator (Institution, Ansprechpartner...)?

3) Wo werden diese Daten erhoben (z. B. Gemarkung FR, regional, landesweit...)?

4) Seit wann werden diese Daten erhoben?

5) Werden die Daten in einem Turnus erhoben? Wenn ja, in welchem Turnus (z. B. wöchentlich, saisonal, jährlich...)?

6) Liegen Ihnen diese Daten bereits vor? Wenn ja, in welcher Form (z. B. als Bericht, Tabelle, Grafik, Karte...) und in welchem Datenformat (z. B. Word-, Excel-Datei, JPG, Shape-Datei, nicht digital sondern nur analog...)?


7) Können diese Daten für das Projekt verwendet werden?


8) Was wäre aus Ihrer Sicht ein geeigneter Anpassungsindikator zu diesem Wirkungsindikatoren?


Bemerkungen (z. B. Persönliche Einschätzung zur Aussagekraft des Indikators...)


Abbildung 23: Formular zur Metadatenerhebung

## 8.2 Indikatoren-Steckbriefe

### 8.2.1 Handlungsfeld Wasserhaushalt – Wh

1. Indikator	
<i>Handlungsfeld</i>	<i>Indikationsfeld</i>
Wasserhaushalt (Wh)	Grundwasserstand, Sickerwasser und Quellschüttung (Wh1)
<i>Indikator</i>	<i>Kennnummer</i>
Grundwasserpegel	Wh1-1-(I)
<i>Stand</i>	<i>Machbarkeitsstufe</i>
02.12.2014	1 – unmittelbar darstellbar
<i>DAS-Abgleich</i>	
Grundwasserstände (WW-I-1)	
<i>Definition</i>	
Grundwasserstand	
<i>Relevanz / Klimasensitivität</i>	
Das Grundwasser ist Teil des globalen Wasserkreislaufs. Durch den Klimawandel werden sich die Niederschläge in Zeitpunkt, Stärke und Dauer ändern. Die Auswirkungen auf die Grundwasserneubildung haben besonders im Oberrheingebiet eine große Bedeutung, da die öffentliche Wasserversorgung wie die Brauchwasserversorgung zum größten Teil aus dem Grundwasser oder aus Uferfiltrat des Rheins gewonnen wird.	
<i>Berechnungsvorschrift</i>	
<i>Unsicherheiten / Hinweise</i>	

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Grundwasserstand

### *Datenhalter*

LUBW, Daten- und Kartendienst  
(UDO)

### *Übergaberestriktionen*

Abstimmung mit LUBW erforderlich

### *Einheit / Datenformat*

m + NN / Excel-File

### *Erhebungsintervall*

wöchentlich

### *Zeitraum*

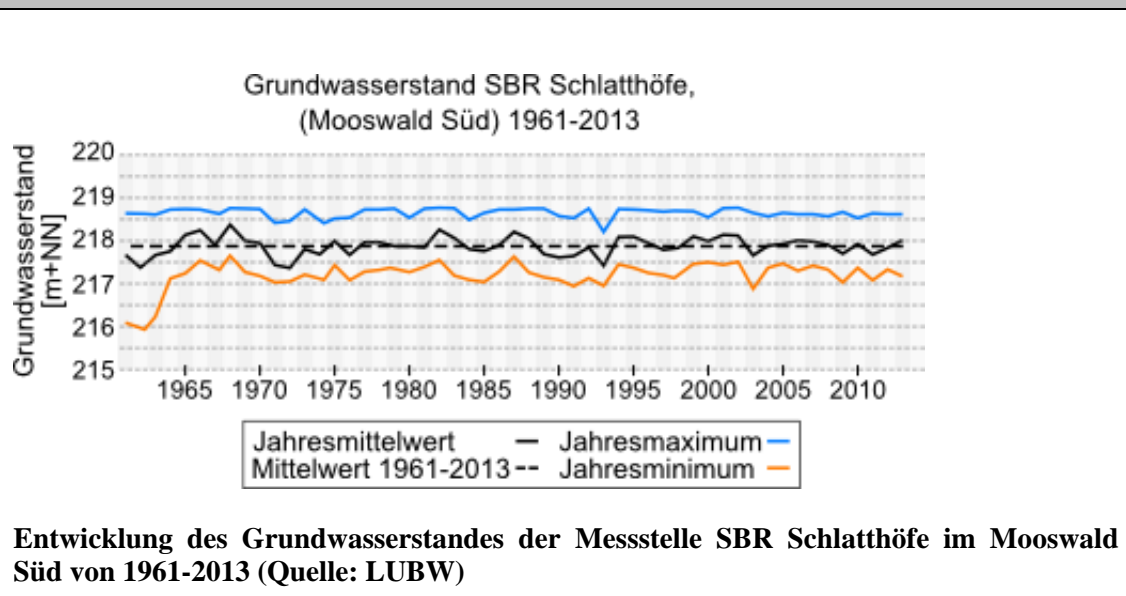
seit 1961

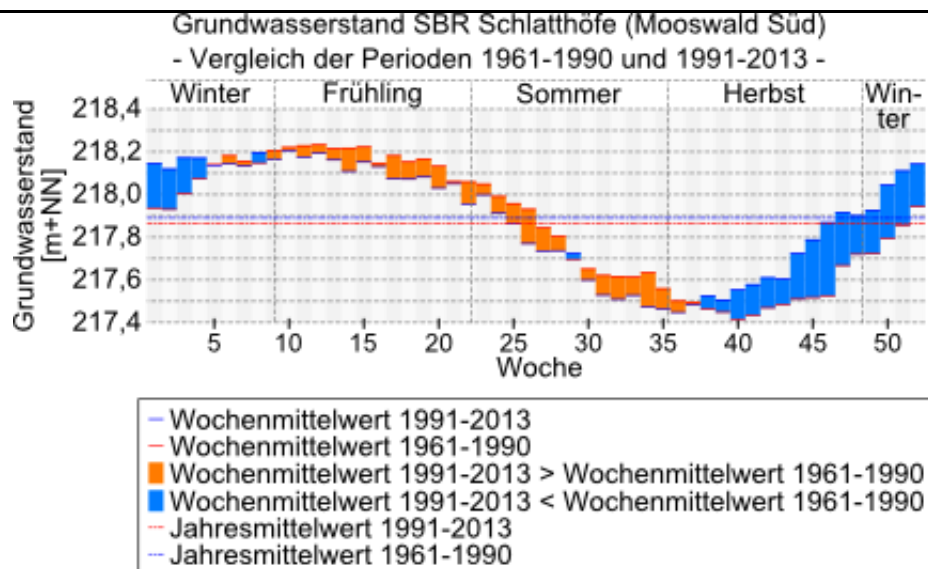
### *Räumliche Abdeckung*

Stadtkreis Freiburg

## 3. Bisheriges Ergebnis

### *Darstellung*





**Vergleich des jahreszeitlichen Grundwasserstandes der Messstelle SBR Schlatthöfe im Mooswald Süd zwischen den Perioden 1961-1990 und 1991-2013 (Quelle: LUBW)**

#### *Dateninterpretation*

Dargestellt wird die Grundwassermessstelle SBR Schlatthöfe im Mooswald Süd. Diese Grundwassermessstelle weist eine lange Zeitreihe auf und ist gegenüber den übrigen Grundwassermessstellen des Stadtkreises Freiburg rel. unbeeinflusst von menschlicher Nutzung wie z.B. der Grundwasserentnahme oder -absenkung infolge Siedlungstätigkeit.

Das Jahresmittel des Grundwasserstandes seit dem Jahr 1961 zeigt nur eine sehr leicht ansteigende Tendenz. Hingegen tritt beim Vergleich der Perioden 1961-1990 und 1991-2013 eine deutliche Veränderung des Grundwasserstandes im Jahresverlauf hervor. So zeigen die Jahreszeiten Frühling und Sommer geringere Grundwasserstände, während im Herbst und Winter höhere Grundwasserstände zu verzeichnen sind.

## 4. Literatur

KLIWA-BERICHT (2011): Langzeitverhalten von Grundwasserständen, Quellschüttungen und grundwasserbürtigen Abflüssen in Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz. Heft 16.

KLIWA-BERICHT (2012): Auswirkungen des Klimawandels auf Bodenwasserhaushalt und Grundwasserneubildung in Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz – Untersuchungen auf Grundlage von WETTREG2003- und WETTREG2006-Klimaszenarien. Heft 17.



## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Wasserhaushalt (Wh)

### *Indikationsfeld*

Grundwasserstand, Sickerwasser und Quellschüttung (Wh1)

### *Indikator*

Quellschüttung

### *Kennnummer*

Wh1-2-(I)

### *Stand*

31.12.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n.v.

### *Definition*

Quellschüttung

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Grundwasser tritt – neben der Infiltration von Oberflächengewässern über die Bodenpassage – in Quellen zutage. Die Intensität einer Quellschüttung hängt damit direkt von den Grundwasserverhältnissen ab, welche wiederum direkt von den Niederschlagsbedingungen abhängig sind. Durch den Klimawandel werden sich die Niederschläge in Zeitpunkt, Stärke und Dauer ändern, was Auswirkungen auf die Grundwasserneubildung und somit auch auf Quellschüttungen haben wird.

### *Berechnungsvorschrift*

### *Unsicherheiten / Hinweise*

## 2. Datensatz

### Titel Datensatz

Quellschüttung Kleislewaldquelle

### Datenhalter

Daten- und Kartendienst (UDO)  
der LUBW

### Übergaberestriktionen

keine

### Einheit / Datenformat

l/s / Excel-File

### Erhebungsintervall

monatlich

### Zeitraum

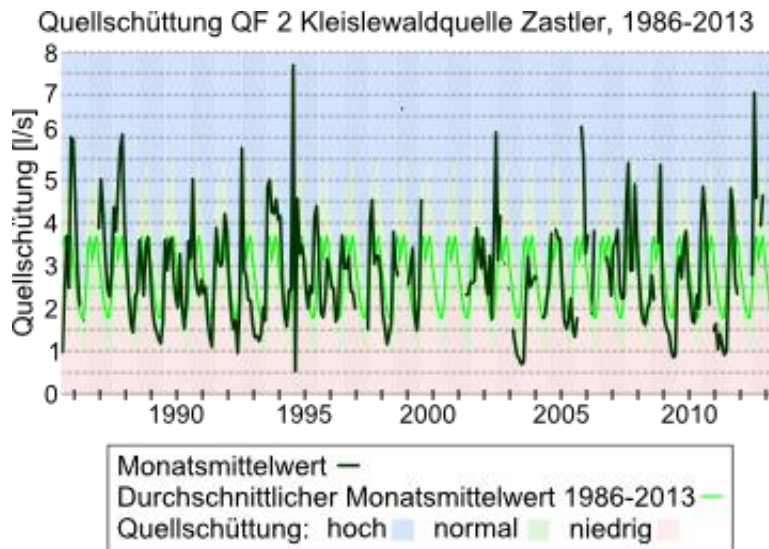
seit 1986

### Räumliche Abdeckung

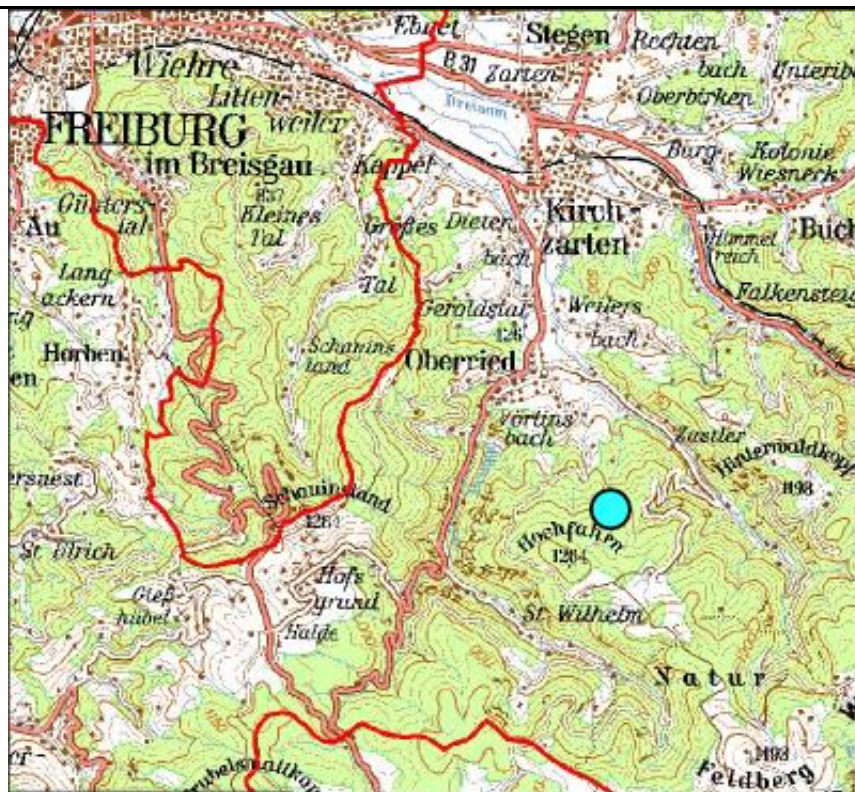
LK Breisgau-Hochschwarzwald

## 3. Bisheriges Ergebnis

### Darstellung



Entwicklung der Quellschüttung der Kleislewaldquelle Zastler von 1986-2013 (Quelle: LUBW)



**Lage der Kleislewaldquelle**

#### *Dateninterpretation*

Dargestellt ist die Schüttung der Kleislewaldquelle von 1986-2013. Die Kleislewaldquelle befindet sich nicht innerhalb des Stadtgebietes Freiburg, sondern liegt etwa 5 Kilometer westlich des Schauinsland-Gipfels in der Gemeinde Oberried (LK Breisgau-Hochschwarzwald). Die Quellschüttung soll hier dennoch dargestellt werden, da diese Quelle schon seit Ende 1985 im Grundwasserüberwachungsprogramm der Landesanstalt für Umweltschutz, Messungen und Naturschutz (LUBW) ist und es innerhalb des Stadtkreises Freiburg keine weiteren Quellen mit durchgehender Messung gibt. Die Kleislewaldquelle tritt unterhalb des Hochfahrns im kristallinen Grundgestein aus.

Bei der Betrachtung des Verlaufs der Kurve im Zeitraum von 1986 bis 2013 fällt auf, dass es in einigen Jahren überdurchschnittlich hohe (>90. Perzentil) Quellschüttungen zu verzeichnen sind. Es handelt sich dabei um Schüttungs-Spitzen aufgrund länger andauernder Niederschlagsperioden. Quellschüttungen unterhalb des Normalbereiches, also mit Werten kleiner des 10. Perzentils, treten hingegen bislang nur vereinzelt auf. Der auffälligsten Werte liegen dabei erwartungsgemäß im Jahr 2003: In diesem Jahr erreichte die Quellschüttungen über mehrere Monate hinweg nicht den Normalbereich.

#### **4. Literatur**

KLIWA-BERICHT (2011): Langzeitverhalten von Grundwasserständen, Quellschüttungen und grundwasserbürtigen Abflüssen in Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz. Heft 16.

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Wasserhaushalt (Wh)

### *Indikationsfeld*

Grundwasserstand, Sickerwasser und Quellschüttung (Wh1)

### *Indikator*

Regenwasser-  
Versickerungsanlagen

### *Kennnummer*

Wh1-2-(R)

### *Stand*

01.12.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n.v.

### *Definition*

Regenwasser-Versickerungsanlagen als Anpassungsmaßnahme zur Dämpfung von Auswirkungen von Extremniederschlägen und zur Vergrößerung der Grundwasserneubildungsrate.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Die Regenwasserversickerung im Siedlungsraum als Anpassungsmaßnahme an den Klimawandel wird aus zwei Gründen durchgeführt: (1) Regenwasser wird nicht oberflächlich abgeleitet, sondern durch Versickerungsanlagen dem Grundwasser zugeführt. Diese vermehrte Grundwasserneubildung wirkt auch Auswirkungen von prognostizierten längeren Trockenperioden entgegen. (2) Regenwasser-Versickerungsanlagen verzögern bei Extremereignissen wie Starkregen den Oberflächenabfluss und entlasten die Kanalisation, so dass folgenschwere Auswirkungen zumindest gedämpft werden können.

### *Berechnungsvorschrift*

Absolute Entwicklung der Regenwasserversickerungsflächen in Freiburg. Wünschenswert wäre es die Entwicklung ins Verhältnis zur versiegelten Fläche zu setzen.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Bei den Versickerungsanlagen handelt es sich i. d. R. nur um Flächen, die über das Umweltschutzamt Freiburg eingereicht oder genehmigt wurden. Teilweise sind jedoch auch andere Anlagen erfasst worden (z. B. größere nachträgliche Entsiegelungen oder Umplanungen der Entwässerung in dezentralen Versickerungsanlagen). Versickerungsanlagen, welche über den Eigenbetrieb Stadtentwässerung im Rahmen vom Entwässerungsgesuch beantragt und genehmigt wurden (i. d. R. Wohngebietsflächen <1.000 m<sup>2</sup>) werden hier nicht berücksichtigt. Bei größerem Umfang kann es sich um die dezentrale Niederschlagsversickerung von größeren Baugebieten, wie dem Rieselfeld, handeln. Bei den Versickerungsanlagen wurden die Versickerungsarten nicht explizit aufgeführt. Es kann sich um Flächen-, Mulden- Beckenversickerung, Bodenfilter, Filterschächte (DIBt-Zulassung), Filterrinnen, Rigolenversickerung (bei begrünten Dachflächen) handeln.

## **2. Datensatz**

### *Titel Datensatz*

Regenwasser-Versickerungsanlagen (Flächen der durch das Umweltschutzamt genehmigten Regenwasserversickerungsanlagen, mit Angaben zur geografischen Lage, genehmigten Wassermenge und versiegelten bzw. begrünten Fläche.)

### *Datenhalter*

Umweltschutzamt Freiburg

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> / Excel-File

### *Erhebungsintervall*

unregelmäßig

### *Zeitraum*

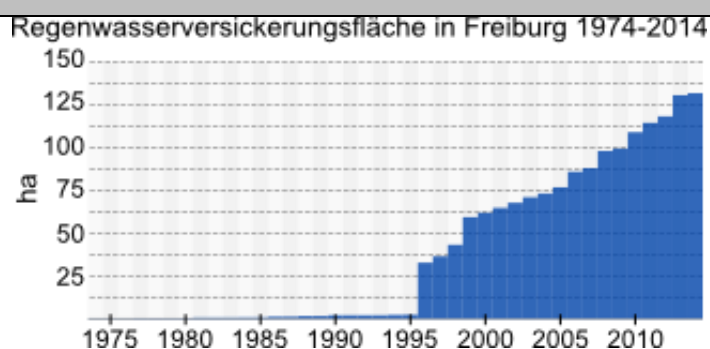
seit 1974

### *Räumliche Abdeckung*

Stadtkreis Freiburg

### 3. Bisheriges Ergebnis

#### Darstellung



**Die Entwicklung der Regenwasserversickerungsflächen in Freiburg seit 1975 (Quelle: Umweltschutzamt Freiburg)**

#### Dateninterpretation

Aufgrund der topografischen Lage bringen Starkniederschläge erhebliche Wassermassen von den angrenzenden Schwarzwaldhöhen ins Stadtgebiet. Insbesondere das Stadtzentrum Freiburgs mit seinem relativ hohen Anteil an versiegelten Flächen ist von Extremniederschlägen betroffen. Um der Hochwassergefahr entgegenzuwirken sind neben Schutzmaßnahmen entlang der Fließgewässer auch Maßnahmen im Rahmen der ökologischen und naturverträglichen Regenwasserbewirtschaftung notwendig. Mit der Neuerschließung des Baugebietes Rieselfeld Anfang der 1990er Jahre wurde dieses Vorgehen in größerem Umfang angewendet. Nach Fertigstellung im Jahr 1996 konnte das Niederschlagswasser den zentral platzierten Versickerungsanlagen des neuen Stadtteils zugeleitet werden. Das Niederschlagswasser von insgesamt 26,5 ha Dachflächen, Straßen und weiterer versiegelte Fläche konnte auf diese Weise versickert werden. Mittlerweile ist die über 351 Versickerungsanlagen entwässerte Fläche des Stadtkreises Freiburg auf über 130 ha angewachsen. Dadurch wird auch einem Absinken des Grundwasserspiegels im Siedlungsraum entgegengewirkt.

### 4. Literatur

BAYRISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (HRSG.) (2013): Naturnaher Umgang mit Regenwasser – Verdunstung und Versickerung statt Ableitung.

INFORMATIONEN- UND BERATUNGSZENTRUM HOCHWASSERVORSORGE RHEINLAND-PFALZ UND WBW FORTBILDUNGSGESELLSCHAFT FÜR GEWÄSSERENTWICKLUNG MBH (Hrsg.) (2013): Starkregen. Was können Kommunen tun?

MINISTERIUM FÜR KLIMASCHUTZ, UMWELT, LANDWIRTSCHAFT, NATUR- UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NRW (Hrsg.) (2011): Klimawandel und Wasserwirtschaft – Maßnahmen und Handlungskonzepte in der Wasserwirtschaft zur Anpassung an den Klimawandel, 2. Aufl., Düsseldorf.

SENATOR FÜR UMWELT, BAU, VERKEHR UND EUROPA (SUBVE) & BREMER UMWELT  
BERATUNG E. V. (BUB) (Hrsg.) (2010): Regenwasser natürlich dezentral  
bewirtschaften, Bremen.

STADT CELLE: <http://www.celle.de/index.php?NavID=2092.221> (02.12.2014)

VSR-GEWÄSSERSCHUTZ E. V.: <http://www.vsr-gewaesserschutz.de/41.html> (02.12.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Wasserhaushalt (Wh)

### *Indikationsfeld*

Abflussverhältnisse in Fließgewässern (Wh2)

### *Indikator*

Hochwasserrückhaltebecken

### *Kennnummer*

Wh2-1-(R)

### *Stand*

02.12.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n.v.

### *Definition*

Hochwasserrückhaltebecken als Anpassungsmaßnahme zur Verringerung von Hochwasserspitzen.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Hochwasserrückhaltebecken (HRB) stellen in Baden-Württemberg einen wesentlichen Bestandteil des technischen Hochwasserschutzes dar. Hochwasserrückhaltebecken sind Stauanlagen, die bei Hochwasser die Abflussmenge eines Fließgewässers regulieren sollen. Die abfließende Hochwasserwelle wird gedämpft, indem übermäßige Wasserfrachten zwischengespeichert und nach Abklingen eines Hochwassers wieder kontrolliert abgegeben werden. Im Normalfall ist das Hochwasserrückhaltebecken leer (sog. Trockenbecken oder grünes Becken).

### *Berechnungsvorschrift*

Aufsummierung des absoluten Volumens der Hochwasserrückhaltebecken im Stadtkreis Freiburg.



## 2. Datensatz

*Titel Datensatz*

Volumen der Hochwasserrückhaltebecken

*Datenhalter*

Regierungspräsidium Freiburg

*Übergaberestriktionen*

keine

*Einheit / Datenformat*

m<sup>3</sup> / Excel-File

*Erhebungsintervall*

unregelmäßig

*Zeitraum*

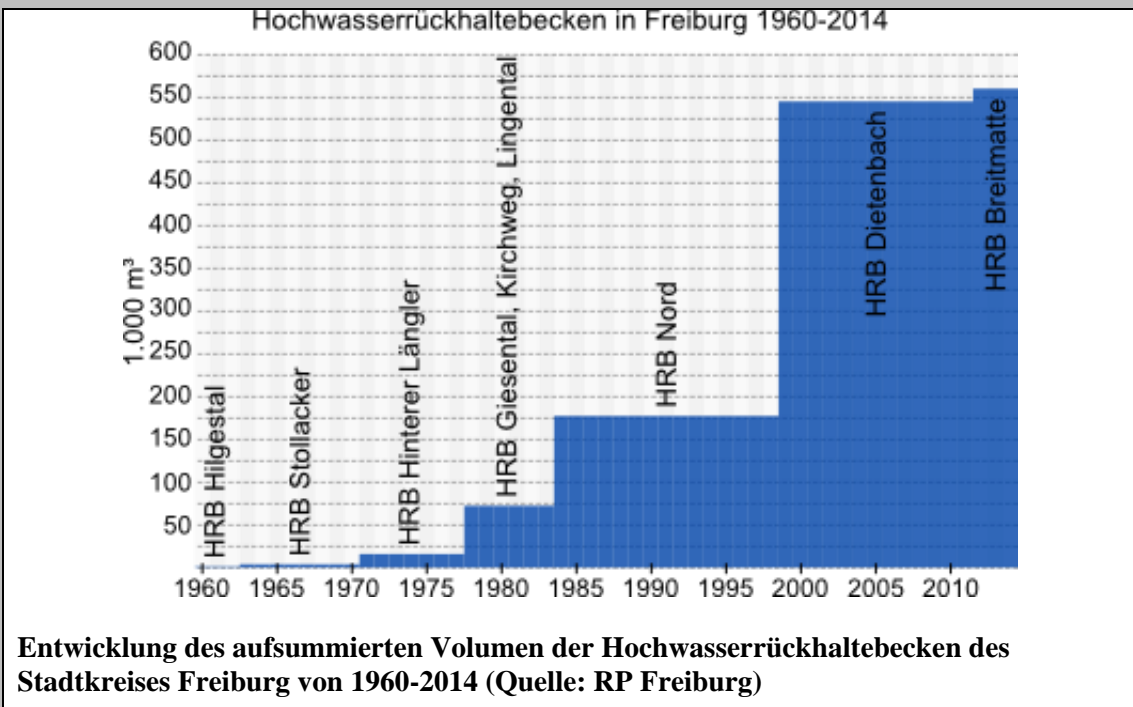
seit 1960

*Räumliche Abdeckung*

Stadtkreis Freiburg

## 3. Bisheriges Ergebnis

*Darstellung*



*Dateninterpretation*

Bis Mitte der 1980er Jahre wurden im Stadtkreis Freiburg sechs Hochwasserrückhaltebecken (HRB) ausschließlich im Westen der Stadt unterhalb des Tunibergs eingerichtet. Das Volumen dieser sechs Hochwasserrückhalteräume schwankt zwischen 1.200 bis 45.600 m<sup>3</sup>. Nach DIN-Klassifizierung handelt es sich also um sehr kleine Becken. Im Jahr 1981 wurde das HRB-Nord mit einem Hochwasserrückhalteraum von 105.000 m<sup>3</sup> erbaut. Im Bedarfsfall soll das Wasser des Schobbaches hier aufgenommen werden. Das bislang größte HRB wurde 1996 ganz in der Nähe des Autobahnanschlusses Freiburg-Mitte eingerichtet. Nach DIN-Klassifizierung handelt es sich um ein mittleres Becken, der Rückhalteraum hat ein Volumen von 376.000 m<sup>3</sup>. Zusammen mit dem HRB Breitenbach (Baujahr 2009) verfügen die neun HRBs des Stadtkreises Freiburg heute über ein Volumen von mehr als 560.000 m<sup>3</sup>.

#### **4. Literatur**

LUBW = LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2008): Hochwasserrückhaltebecken und Talsperren – Bauwerkstypen und Übersicht. Oberirdische Gewässer und Gewässerökologie 111, Karlsruhe.

## 8.2.2 Handlungsfeld Land- und Forstwirtschaft – LF

### 1. Indikator

*Handlungsfeld*

Land- und Forstwirtschaft (LF)

*Indikationsfeld*

Agrarphänologie (LF1)

*Indikator*

Entwicklung der Rebenphänologie im Markgräflerland

*Kennnummer*

LF1-1-(I)

*Stand*

16.07.2014

*Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

*DAS-Abgleich*

Verschiebung agrarphäno-  
logischer Phasen (LW-I-1)

*Definition*

Als Indikator für die Klimaerwärmung werden die Eintrittszeitpunkte phänologischer Phasen für Spätburgunder seit 1976 im Markgräflerland dargestellt. Betrachtet werden die Phasen Knospenaufbruch (BBCH-Code: 09), Vollblüte (65), Reifebeginn (81) und Lesebeginn.

*Relevanz / Klimasensitivität*

Veränderte klimatische Bedingungen führen dazu, dass Pflanzen ihr Wachstumsverhalten zeitlich variieren. Aus diesem Grund wird dieser Indikator als geeignet betrachtet um Klimaveränderungen darzustellen.

*Berechnungsvorschrift*

Tage seit Jahresbeginn bis zum Eintritt der jeweiligen phänologischen Phase pro Jahr.

*Unsicherheiten / Hinweise*

Der Lesebeginn wird erst seit 1983 erfasst, während die weiteren betrachteten phänologischen Phasen schon seit 1976 festgehalten werden. Zusätzlich wird der Lesebeginn auch durch wirtschaftliche Einflussfaktoren gesteuert, daher können klimatische Bedingungen in manchen Jahren auch überprägt sein. Als Beispiel kann hier der frühe Lesebeginn Anfang der 1990er Jahre angeführt werden. Nach Aussage des zuständigen Weinbauberaters orientierten sich die Winzer zeitweise am Säuregehalt für den Erntebeginn. Da dies aber nicht den gewünschten Erfolg brachte, wurde dieses Verfahren bald darauf wieder verworfen.

## 2. Datensatz

*Titel Datensatz*

Phänologie Spätburgunder

*Datenhalter*

LRA Breisgau-Hochschwarzwald

*Übergaberestriktionen*

Abstimmung mit Weinbauberatung des LRA Breisgau-Hochschwarzwald erforderlich

*Einheit / Datenformat*

Tage seit Jahresbeginn pro Jahr /  
Excel-File

*Erhebungsintervall*

jährlich

*Zeitraum*

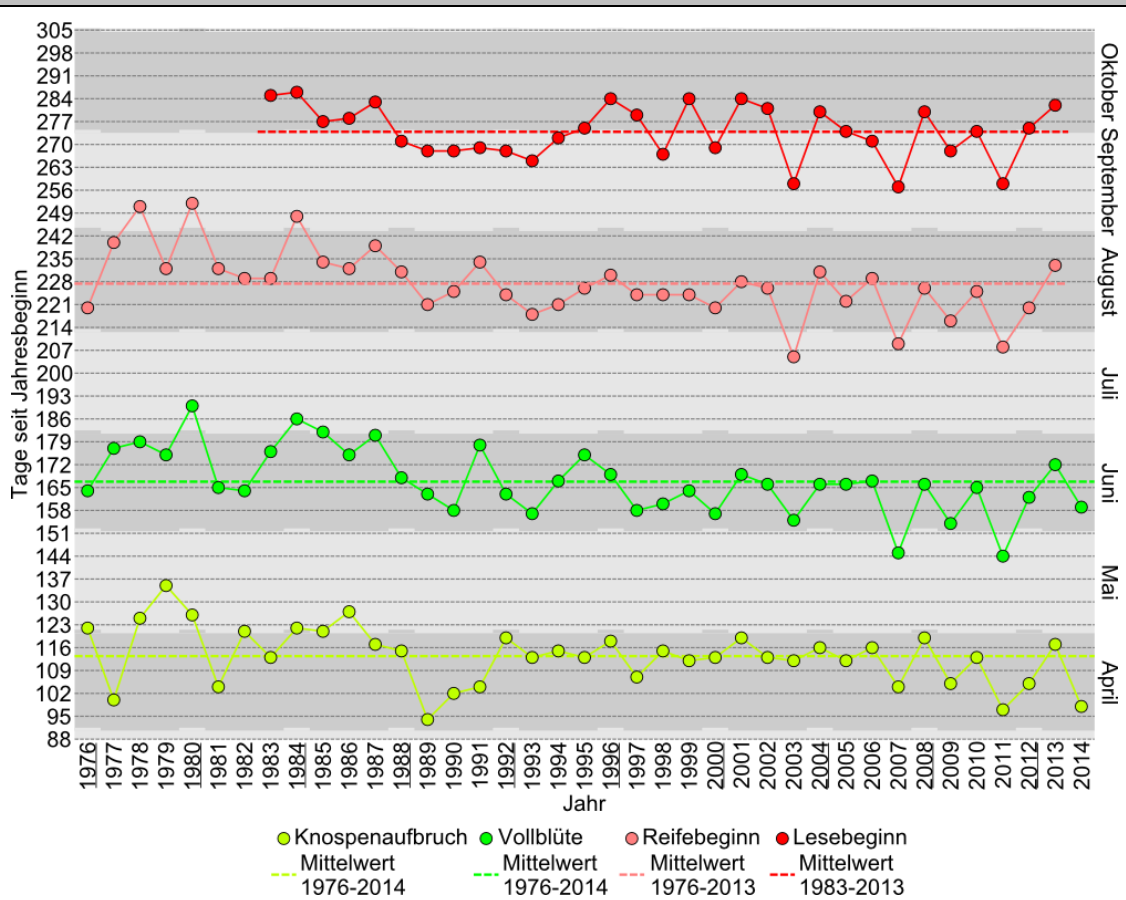
seit 1976 (1983)

*Räumliche Abdeckung*

Bereich Markgräflerland im  
Anbaugebiet Baden

### 3. Bisheriges Ergebnis

Darstellung



**Rebenphänologie bei Spätburgunder im Markgräflerland im Zeitraum 1976-2014**  
(Datenquelle: Weinbauberatung des Landratsamtes Breisgau-Hochschwarzwald)

Der **Knospenaufbruch** markiert die Austriebsphase, in der die Triebspitzen **deutlich** sichtbar werden. In den ersten zehn Beobachtungsjahren bis zum Jahr 1986 lag diese Phase noch zum überwiegenden Teil am Anfang des Monats Mai. Es gab in diesem Zeitraum aber auch deutliche Abweichungen nach vorne, wie in den Jahren 1977 und 1981. Seit dem Jahr 1987 wird die Vorverlegung des Knospenaufbruchs allerdings immer deutlicher. Allerdings schwankt das Eintrittsdatum dieser Phase um bis zu drei Wochen insbesondere seit den letzten sieben Jahren auffällig.

Die Vorverlegung der phänologischen Phasen seit 1976 wird in der Phase **Vollblüte** noch klarer erkennbar. Seit Ende der achtziger Jahre wird nur noch in wenigen Jahren der Wert oberhalb eines über den Gesamtzeitraum gemittelten Datums – 15./16. Juni – überschritten. Die Schwankungsbreite dieser phänologischen Phase liegt insgesamt etwas höher als beim Knospenaufbruch. Dies wird vornehmlich seit dem Jahr 2007 offensichtlich. Die früheste Vollblüte wurde demnach im Jahr 2011 erreicht: 25. Mai. Im rel. kühlen Jahr 2013 konnte die Vollblüte hingegen erst knapp vier Wochen später, nämlich erst am 21. Juni beobachtet werden.

Der **Beginn der Reife** markiert den Zeitpunkt, in dem die Beeren beginnen sich zu verfärben bzw. hell zu werden. Allgemein ist hier auch der Zeitpunkt des zahlenmäßigen Gleichstandes von Säure (g Weinsäure/L) und Mostgewicht (°Oe) definiert. Bis zum Ende der achtziger Jahre lag dieses Datum im Mittel am 235sten Tag seit Jahresbeginn, also um den 24. August des Jahres. Seit 1990 bis zum Jahr 2013 verfrühte sich dieser Zeitpunkt um 12 Tage auf den 11. August (223ster Tag seit Jahresbeginn). Die Schwankungsamplitude nimmt auch hier in den letzten Jahren zu. Herausragend ist insgesamt der Reifebeginn am 24. Juli des „Jahrhundertsommer“-Jahres 2003.

Der **Lesebeginn** richtet sich nicht nach morphologischen Entwicklungsstadien und hat dementsprechend auch keinen BBCH-Code. Die Beobachtungen über den Lesebeginn werden im Markgräflerland seit dem Jahr 1983 aufgezeichnet. Da diese Phase dennoch wichtige Erkenntnisse für den Weinbau liefert und einen zum großen Teil von den Witterungsbedingungen abhängigen Verlauf zeigt, eignet auch sie sich als guter Indikator für den Klimawandel. Die Schwankung um ein mittleres Datum des Lesebeginns am 1. Oktober des Jahres für den Gesamtzeitraum 1983-2013 ist hier größer und setzt auch deutlich früher ein.

#### 4. Literatur

AMANN, R. & B. ZIMMERMANN (2007): Die Reifeentwicklung der Trauben, in: Der Badische Winzer, Staatliches Weinbauinstitut Freiburg (Hrsg.), S. 20-23.

DEFILA, C. (2003): Klimaerwärmung und Phänologie der Weinrebe, in: Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau 139 (20), S. 9-11.

HÖNIG, P. & P. SCHWAPPACH (2003): Klimaänderung: Wie reagiert die Rebe?, in: Rebe & Wein 56 (11), Badische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (Hrsg.), S. 23-25.

KAST, W. K. UND RUPP, S. (unb.): Auswirkungen der klimatischen Änderungen auf die Phänologie der Rebe und die Bedingungen während der Traubenreife (Online verfügbar unter: <https://www.landwirtschaft->

[bw.info/pb/.Lde/670362?LISTPAGE=638235](http://bw.info/pb/.Lde/670362?LISTPAGE=638235) (23.07.2014))

SIGLER, J. (2009): Klimawandel, Reifeverfrühung und Säurearmut im Wein, in:  
Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau Nr. 9/09, S. 4-6.

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Land- und Forstwirtschaft (LF)

### *Indikationsfeld*

Agrarphänologie (LF1)

### *Indikator*

Huglin-Index

### *Kennnummer*

LF1-2-(I)

### *Stand*

15.07.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n.v.

### *Definition*

Indikator für die Veränderung der klimatischen Anbaueignung von Rebsorten.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Jede Rebsorte benötigt für ein optimales Wachstum eine bestimmte Wärmesumme. Der Huglin-Index ist ein Maß für diesen Wärmebedarf. Die Erwärmung der Atmosphäre im Zuge des Klimawandels wird die Entwicklung des Huglin-Index beeinflussen.

### *Berechnungsvorschrift*

Der Index wird über die Summe der Tagesmittelwerte und des Tagesmaximums der Lufttemperatur für den Zeitraum 1. April bis 30. September eines Jahres gebildet. Der daraus errechnete Wert wird durch die geografische Breite modifiziert.

$$HI = K \times \sum_{01.04.}^{30.09.} \frac{T_{med} + T_{max} - 20}{2}$$

K = vom Breitengrad des Standorts abhängiger Parameter

$T_{med}$  = Tagesmitteltemperatur

$T_{max}$  = Tagesmaximumtemperatur



*Unsicherheiten / Hinweise*

## 2. Datensatz

*Titel Datensatz*

Wetterdaten des staatlichen Weinbauinstitutes Freiburg.

*Datenhalter*

Staatliches Weinbauinstitut Freiburg (WBI)

*Übergaberestriktionen*

Abstimmung mit dem Staatlichen Weinbauinstitut Freiburg erforderlich

*Einheit / Datenformat*

Excel-File

*Erhebungsintervall*

jährlich

*Zeitraum*

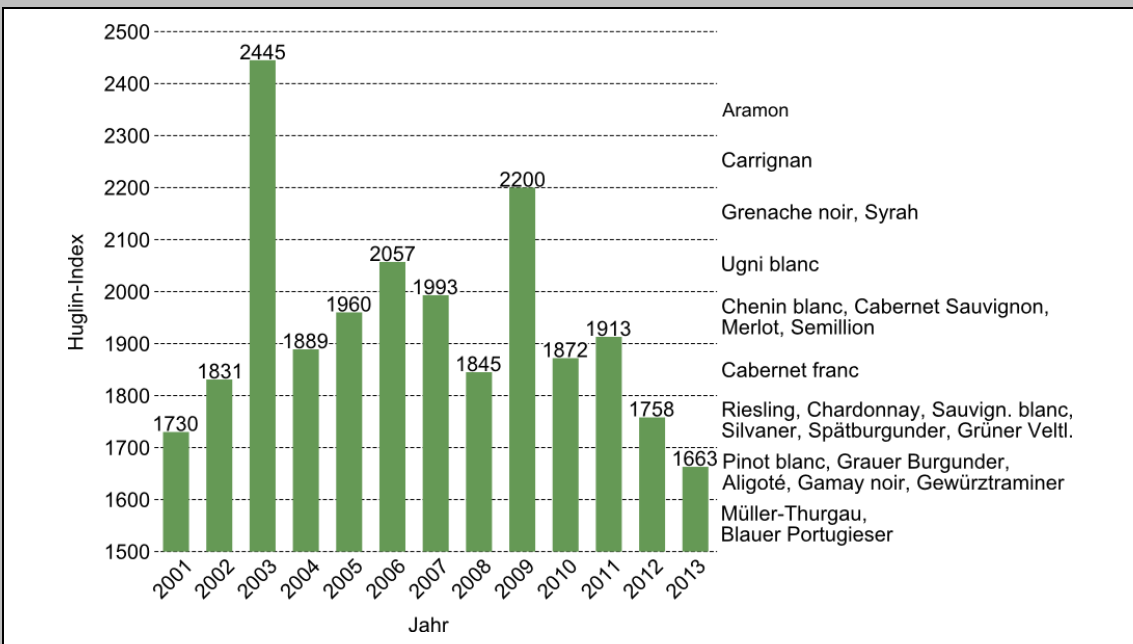
seit 2001

*Räumliche Abdeckung*

Freiburg im Breisgau

## 3. Bisheriges Ergebnis

*Darstellung*



## Entwicklung des Huglin-Index für den Zeitraum 2001-2013 (Quelle: Wetterstation des Staatlichen Weinbauinstitutes Freiburg)

### *Dateninterpretation*

Die Entwicklung des Huglin-Wärmeindex für den betrachteten Zeitraum von 2001-2013 verläuft nicht stetig. Bis ins Jahr 2006 steigt er an, seit 2007 ist mit Ausnahme von 2009 eher eine Abnahme zu verzeichnen. Anzumerken ist jedoch, dass die errechneten Werte für den Huglin-Index, abgesehen vom Jahr 2013, größer als 1700 sind. Die im Markgräflerland noch rel. weit verbreitete Rebsorte Müller-Thurgau findet daher nur noch unzureichende Anbaubedingungen.

Der extreme Wert von 2445 im Jahre 2003 liegt weit oberhalb des optimalen Bereichs für die im Raum Freiburg vorkommenden Rebsorten. Bei steigenden Temperaturen ist langfristig mit einem Rebsortenwechsel zu rechnen. Ebenso mit einem Rückgang von Sorten mit nur geringen Wärmeansprüchen, da diese keine optimalen Wuchsbedingungen mehr vorfinden.

## 4. Literatur

HÖNIG, P. & P. SCHWAPPACH (2003): Klimaänderung: Wie reagiert die Rebe?, in: Badische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (Hrsg.): Rebe & Wein 11/2003.

STAATLICHES WEINBAUINSTITUT: <http://www.wbi-bw.de> (22.07.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Land- und Forstwirtschaft (LF)

### *Indikationsfeld*

Agrarphänologie (LF1)

### *Indikator*

Rebsorten-Anbaufläche

### *Kennnummer*

LF1-2-(R)

### *Stand*

15.07.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

Anbau wärmeliebender Rotweinsorten (LW-R-6)

### *Definition*

Als Anpassungsindikator an den Klimawandel wird die jährliche Veränderung der Rebsorten-Anbaufläche abgebildet.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Die Entwicklung der Rebsorten-Anbaufläche wird als geeigneter Anpassungsindikator betrachtet, da das Klima die Anbaueignung stark beeinflusst. Eine weitere Erwärmung wird sich zukünftig in der Rebsortenverteilung widerspiegeln.

### *Berechnungsvorschrift*

Anteil der Anbaufläche der jeweiligen Rebsorte in Hektar.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Die Auswahl der anzubauenden Weinsorten ist nicht nur von klimatischen Bedingungen gesteuert, sondern auch durch wirtschaftliche und züchterische Faktoren beeinflusst.

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Entwicklung der Rebsorten-Anbaufläche für den Bereich Tuniberg.

### *Datenhalter*

Staatliches Weinbauinstitut  
Freiburg (WBI)

### *Übergaberestriktionen*

Abstimmung mit dem Staatlichen  
Weinbauinstitut Freiburg erforderlich

### *Einheit / Datenformat*

ha / Excel-File

### *Erhebungsintervall*

jährlich

### *Zeitraum*

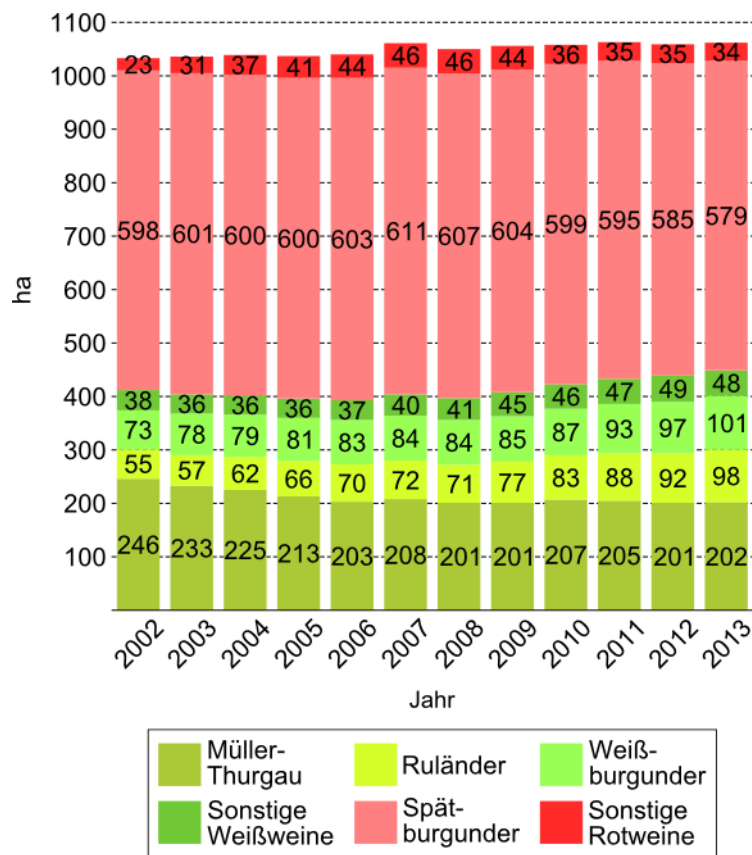
seit 2002

### *Räumliche Abdeckung*

Bereich Tuniberg im Anbaugebiet  
Baden

### 3. Bisheriges Ergebnis

#### Darstellung



**Entwicklung der Rebsorten-Anbaufläche für den Bereich Tuniberg für den Zeitraum 2002-2013 (Quelle: Staatliches Weinbauinstitut Freiburg i.Br.)**

#### Dateninterpretation

Die Darstellung macht den rückläufigen Trend der Anbaufläche der Rebsorte Müller-Thurgau deutlich. Während diese, in badischen Weinanbaugebieten weit verbreitete Rebsorte im Jahr 2002 noch auf fast einem Viertel der Gesamtanbaufläche des Tunibergs (246 ha) angebaut wurde, geht er um 45 ha auf 202 ha (19 % der Gesamtanbaufläche) bis zum Jahr 2013 zurück. Dies ist auf die zunehmend ungünstigeren klimatischen Bedingungen für diese Rebsorte zurückzuführen. Dennoch bedeutet dieser Verlust an Fläche der Rebsorte Müller-Thurgau nicht zwangsläufig eine Zunahme der Rotweinanbaufläche. Vielmehr haben die Weißwein-Rebsorten Ruländer (Grauburgunder) und Weißburgunder ihre Verbreitung im Bereich Tuniberg erheblich steigern können. Hier ist eine Zunahme um 43 ha (Ruländer) bzw. 28 ha (Weißburgunder) zu verzeichnen. Beide Weißweinsorten haben ihre optimalen Anbaubedingungen bei einem Huglin-Index zwischen 1600 und 1700; Müller-Thurgau hingegen zwischen 1500 und 1600. Die Anbaufläche des Spätburgunders konnte nur bis zum Jahr 2007 einen Zuwachs aufweisen. Bis zum Jahr 2013 fällt dieser Wert sogar unter den von 2002 (Verlust von 19 ha Anbaufläche). Die übrigen (bisher eher unbedeutenden) Rotweinsorten

weisen die gleiche Tendenz (Maximum 2007/2008, danach Rückgang) auf. Allerdings wurde die Anbaufläche von 2002 im Jahr 2013 nicht unterschritten.

Insgesamt erhöht sich die Weinanbaufläche am Tuniberg stetig. Diese Zunahme verdeutlicht somit, dass die Auswirkungen des Klimawandels auf den Weinbau bislang nicht ausschließlich negativ zu bewerten sind.

#### 4. Literatur

BÄRMANN, E., S. WOLF & H. KREBS (2004): Der Weinbau in Baden: Strukturdaten zum Weinjahrgang 2003, in: Staatliches Weinbauinstitut Freiburg (Hrsg.): Der Badische Winzer, S. 26-31.

BÄRMANN, E., S. WOLF & H. KREBS (2005): Der Weinbau in Baden - Strukturdaten zum Weinjahrgang 2004, in: Staatliches Weinbauinstitut Freiburg (Hrsg.): Der Badische Winzer S. 22-28.

BÄRMANN, E., S. WOLF & H. KREBS (2007): Strukturdaten zum Weinjahrgang 2006, in: Staatliches Weinbauinstitut Freiburg (Hrsg.): Der Badische Winzer, S. 14-20.

BÄRMANN, E., S. WOLF & H. KREBS (2008): Strukturdaten zum Weinjahrgang 2007, in: Staatliches Weinbauinstitut Freiburg (Hrsg.): Der Badische Winzer, S. 28-34.

HÖNIG, P. & P. SCHWAPPACH (2003): Klimaänderung: Wie reagiert die Rebe?, in: Badische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (Hrsg.): Rebe & Wein 11/2003.

STAATLICHES WEINBAUINSTITUT: <http://www.wbi-bw.de> (22.07.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Land- und Forstwirtschaft (LF)

### *Indikationsfeld*

Ertrag und Qualität der Ernteprodukte (LF2)

### *Indikator*

Mostgewicht

### *Kennnummer*

LF2-1-(I)

### *Stand*

22.07.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

Weinqualitäten (LW-I-2)

### *Definition*

Als Indikator für die Veränderung der Qualität von landwirtschaftlichen Produkten im Zuge des anthropogenen Klimawandels wird die Entwicklung des Mostgewichts von Weintrauben anhand der Traubensorte Grauburgunder in der Großlage Lorettoberg im Bereich Markgräflerland abgebildet.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Das Mostgewicht und der Säuregehalt in Trauben sind die bestimmenden Faktoren für den Beginn der Reife des Weines. Das Mostgewicht ist ein Maß für den zu erwartenden Alkoholgehalt von Wein bei vollständiger Vergärung des Zuckers und ist somit der wichtigste Faktor bei zur Bestimmung der Lesereife.

### *Berechnungsvorschrift*

Grundlage sind die im Turnus von einer Woche getätigten Reifemessungen des Staatlichen Weinbauinstitutes Freiburg. Das Mostgewicht zwischen den wöchentlichen Reifemessungen wurde linear interpoliert, so dass bei annähernder Genauigkeit ein lückenloser Verlauf der Entwicklung des Mostgewichts aufgezeigt werden kann. Auf diese Weise ist es möglich das Mostgewicht für ein bestimmtes Datum (z. B. 07. September) über alle Jahre vergleichbar zu machen. Des Weiteren ist es auch möglich einem bestimmten Mostgewicht (z. B. 80 °Oe) das

Datum eines jeden Jahres zuzuordnen.

*Unsicherheiten / Hinweise*

Das Mostgewichts zwischen den tatsächlichen Reifemessungen, die i. d. R. in wöchentlichem Turnus erfolgt, wird durch lineare Interpolation berechnet. Mithin handelt es sich nur um eine Annahme, die in Abhängigkeit von den Witterungsbedingungen Abweichungen aufweisen kann.

## 2. Datensatz

*Titel Datensatz*

Entwicklung des Mostgewichts für Grauburgunder

*Datenhalter*

Staatliches Weinbauinstitut  
Freiburg (WBI)

*Übergaberestriktionen*

Abstimmung mit dem Staatlichen  
Weinbauinstitut Freiburg erforderlich

*Einheit / Datenformat*

Mostgewicht / Excel-File

*Erhebungsintervall*

jährlich

*Zeitraum*

seit 1999

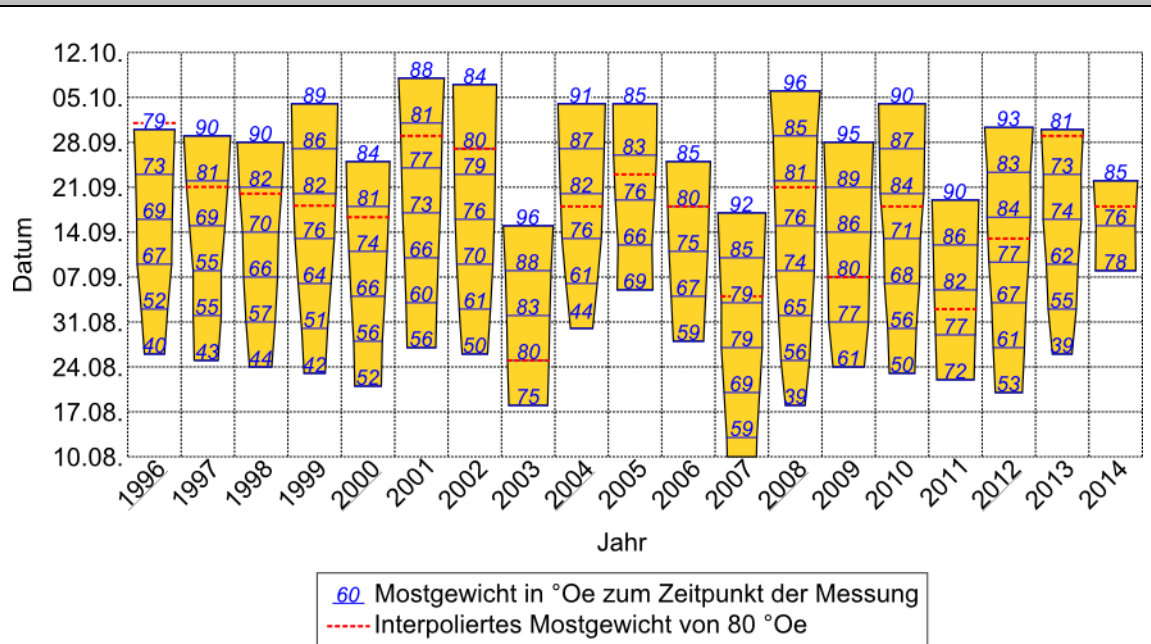
*Räumliche Abdeckung*

Großlage Lorettoberg auf dem  
Stadtgebiet Freiburg

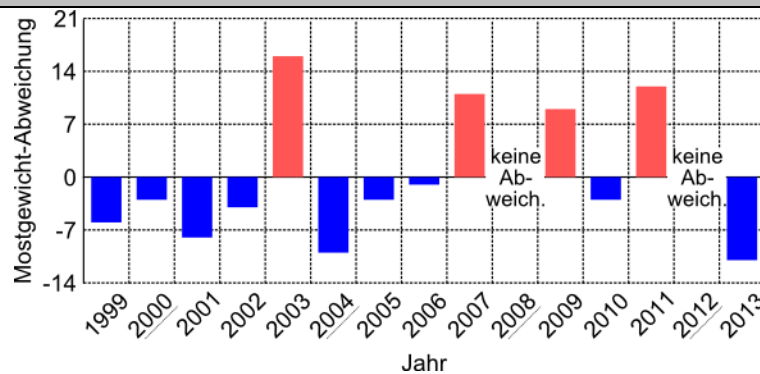


### 3. Bisheriges Ergebnis

Darstellung



Entwicklung des Mostgewichts für Grauburgunder im Zeitraum 1999-2013, Großlage Lorettoberg, Freiburg-St. Georgen (Datenquelle: Staatliches Weinbauinstitut Freiburg)



Abweichung des Mostgewichts vom mittleren Mostgewicht des Zeitraums 1999-2013 für Grauburgunder am Stichtag 7. September, Großlage Lorettoberg, Freiburg-St. Georgen (Datenquelle: Staatliches Weinbauinstitut Freiburg)

Seit dem Jahr 1996 bis heute kann noch nicht von einer einheitlichen Trend-Entwicklung des Mostgewichts für Grauburgunder ausgegangen werden. In den Jahren 2003, 2007, 2009 und 2011 wurde die Lesereife deutlich früher erreicht. Ein Mostgewicht von 80 °Oe wurde im Jahr 2013 schon am 24. August gemessen. Im verhältnismäßig kühlen Jahr 2013 wurde dieser Wert hingegen erst fast fünf Wochen später, nämlich erst 29. September erreicht.

Die Abbildung unten zeigt die jeweiligen Abweichungen des Mostgewichts vom mittleren Wert der Jahre 1996-2014 zum Datum 08. September (251. Tag seit Jahresbeginn). Das Mostgewicht in den bereits oben genannten Jahren 2003, 2007, 2009 und 2011 liegt deutlich über dem mittleren Wert des Gesamtzeitraums. Offensichtlich treten auch die kühleren Jahre 1996, 1997, 2004 und 2013 hervor. Hier beträgt die Abweichung -10 bzw. -11 °Oe.

Die Lese orientiert sich nicht alleine am Mostgewicht, denn nicht immer stimmt die für den Wein wichtige aromareife mit dem Erreichen einer bestimmten Öchslezahl überein. Dadurch ergibt sich in besonders heißen Jahren oft ein sehr hoher Alkoholgehalt des Weines von bis zu 15 Vol%. Um den Alkoholgehalt zu reduzieren wurden verschiedenste Verfahren entwickelt. Dazu zählen Kalkspritzungen, Schattennetze oder auch ein spezielles Destillationsverfahren. Zusätzlich führen hohe Temperaturen während der Lese zu einer Reduktion der Qualität, sodass in besonders heißen Jahren nachts gelesen wird. Um Krankheitsbefall in der Reifephase zu vermeiden, wird mittlerweile mit Maschinen geerntet um die Lesezeit zu verkürzen und die Traube bei aromareife so schnell wie möglich einzuholen.

#### 4. Literatur

AMANN, R. & B. ZIMMERMANN (2007): Die Reifeentwicklung der Trauben, in: Staatliches Weinbauinstitut Freiburg (Hrsg.): Der Badische Winzer, S. 20-23.

HÖNIG, P. & P. SCHWAPPACH (2003): Klimaänderung: Wie reagiert die Rebe?, in: Badische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (Hrsg.): Rebe & Wein 11/2003.

KAST, W. K. & S. RUPP (unb.): Auswirkungen der klimatischen Änderungen auf die Phänologie der Rebe und die Bedingungen während der Traubenreife. (Online verfügbar unter: <https://www.landwirtschaft-bw.info/pb/.Lde/670362?LISTPAGE=638235> (23.07.2014))

SIGLER, J. (2009): Klimawandel, Reifeverfrühung und Säurearmut im Wein, in: Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau Nr. 9/09, S.4-6.

STAATLICHES WEINBAUINSTITUT: <http://www.wbi-bw.de> (22.07.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Land- und Forstwirtschaft (LF)

### *Indikationsfeld*

Pflanzengesundheit (LF3)

### *Indikator*

Unwetterschäden im Weinbau

### *Kennnummer*

LF3-1-(I)

### *Stand*

16.07.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

Hagelschäden in der Landwirtschaft (LW-I-4)

### *Definition*

Als Indikator für den Anstieg von extremen Wetterereignissen im Zuge des Klimawandels werden die gemeldeten Unwetterschäden im Weinbau im Markgräflerland abgebildet.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Durch die prognostizierte Zunahme von extremen Wetterereignissen wie Sturm, Starkregen oder Hagel durch den anthropogenen Klimawandel wird die Beobachtung des Schadausmaßes durch Unwetter im Weinbau als sinnvoller Indikator erachtet.

### *Berechnungsvorschrift*

Bei der Unwetterschadensmeldung Weinbau werden folgende Parameter durch den zuständigen Weinbauberater des Landratsamtes erfasst: Tag und Art des Unwetters, die betroffene Gemarkung, der Flächenumfang und das Schadensausmaß, welches in einer vierstufigen Skala festgehalten wird.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Die Liste der Unwetterschadmeldungen ist nach Aussage des Weinbauberaters des Landratsamtes Breisgau-Hochschwarzwald nahezu vollständig. In jedem Falle sind die

wichtigsten Ereignisse der letzten Jahre enthalten.

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Unwetterschadmeldungen

### *Datenhalter*

Landratsamt Brsg.-H.

### *Übergaberestriktionen*

Abstimmung mit Weinbauberater des  
LK Breisgau-Hochschwarzwald  
erforderlich

### *Einheit / Datenformat*

ha; % / Excel-File

### *Erhebungsintervall*

ereignisbezogen

### *Zeitraum*

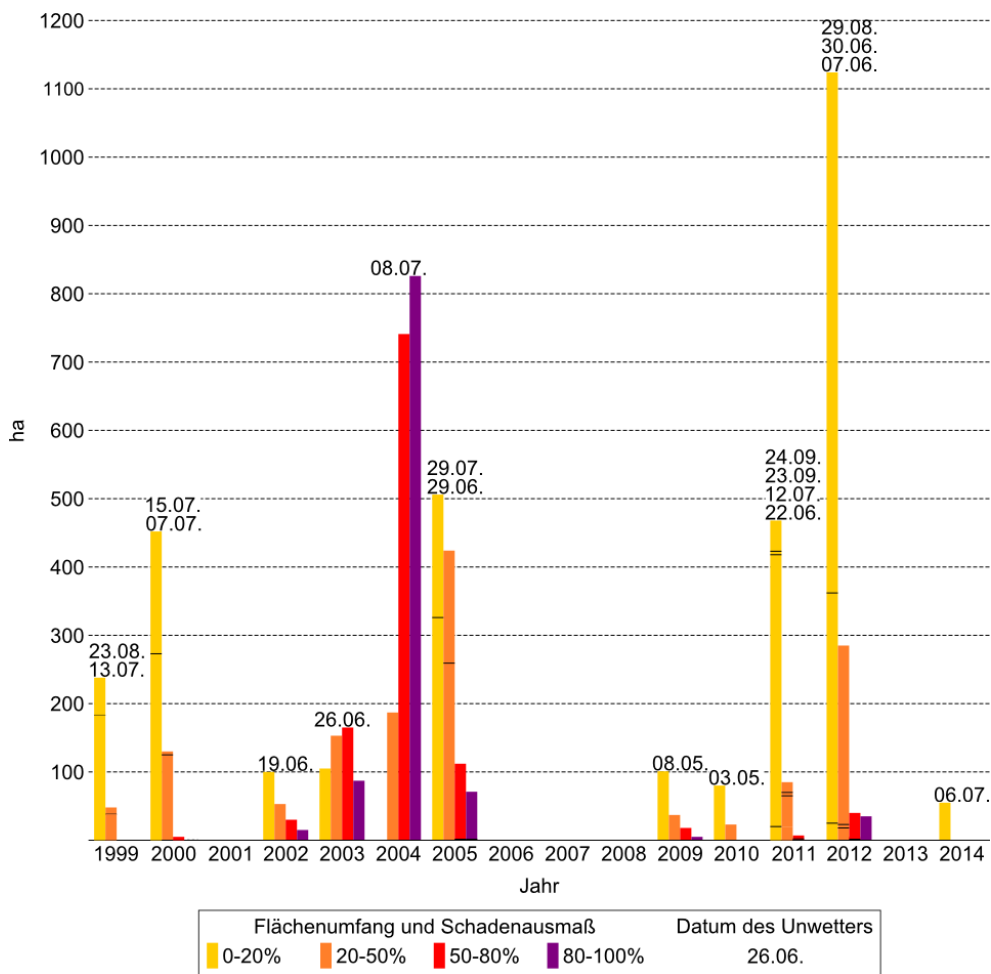
seit 1999

### *Räumliche Abdeckung*

Markgräflerland

### 3. Bisheriges Ergebnis

#### Darstellung



**Jährlich aufsummierte Schäden durch Unwetter für den Zeitraum 1999-2014 im Bereich Markgräflerland (Datenquelle: Weinbauberater Landratsamt Breisgau-Hochschwarzwald)**

#### Dateninterpretation

Bis dato liegt keine einheitliche Entwicklung des Unwettergeschehens vor. In den Jahren 2001, 2006-2008 und 2013 wurden keine Unwetter für den Weinbau wirksam. Andererseits verzeichnete man im Jahr 2011 insgesamt vier Unwetter mit allerdings geringerem Schadensausmaß, also überwiegend der Kategorie 0-20 %.

Das bislang folgenschwerste Unwetter ereignete sich am 08.07.2004. Hagelschlag sorgte im Markgräflerland auf mehr als 50 % der Weinanbaufläche für große Schäden. 826 ha Fläche fielen auf die Schadenskategorie 80-100 %, also musste vielfach auch ein Totalausfall der Weinernte hingenommen werden.

#### 4. Literatur

HÖNIG, P. & P. SCHWAPPACH (2003): Klimaänderung: Wie reagiert die Rebe?, in: Badische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (Hrsg.): Rebe & Wein 11/2003.

RUPP, D. (2012): Verstärkte Hagelgefahr – was bringt der Hagelflieger?, Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein und Obstbau Weinsberg (Hrsg.).

LANDRATSAMT BREISGAU-HOCHSCHWARZWALD: [www.landwirtschaft-bw.info](http://www.landwirtschaft-bw.info) (22.07.2014)

STAATLICHES WEINBAUINSTITUT: <http://www.wbi-bw.de> (22.07.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Land- und Forstwirtschaft (LF)

### *Indikationsfeld*

Pflanzengesundheit (LF3)

### *Indikator*

Entwicklung des Plasmopara Infektionsrisikos

### *Kennnummer*

LF3-2-(I)

### *Stand*

15.07.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n.v.

### *Definition*

Als Indikator für den Einfluss des Klimawandels auf das Auftreten landwirtschaftlicher Schaderreger wird die Häufigkeit des Infektionsrisikos durch Falschen Mehltau (*Plasmopora viticola*) abgebildet.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Der Schädlingsbefall im Weinbau ist in hohem Maße von den Witterungsbedingungen abhängig und bereitet den Winzern in den letzten Jahren zunehmend Probleme. Dies betrifft auch den Pilzerreger Falscher Mehltau (*Plasmopora viticola*), welcher eine der wirtschaftlich bedeutendsten Rebkrankheiten in humiden Weinbaugebieten darstellt. Deshalb wird das im Jahr 2002 für Winzer entwickelte Prognosemodell zum aktuellen Infektionsrisiko als ein geeigneter Indikator betrachtet, um die zeitlichen Verlagerung des Infektionsrisikos und die Entwicklung der Risikohäufigkeit zu beobachten.

### *Berechnungsvorschrift*

Das Plasmopara-Infektionsrisiko-Modell berechnet anhand von Wetterdaten und der mit Sensoren gemessenen Blattbenetzung zweimal täglich das Infektionsrisiko für die kommenden sieben Tage. Neben dem vierstufigen Infektionsrisiko wird zudem noch die Keimbereitschaft der im Boden überwinternden Pilzsporen vom Modell berechnet.

*Unsicherheiten / Hinweise*

Das Modell stellt nur eine Prognose für das Infektionsrisiko und nicht den tatsächlichen Befall dar. Änderungen des Modellaufbaus müssen daher bei der Betrachtung als Indikator unbedingt berücksichtigt werden.

## 2. Datensatz

*Titel Datensatz*

VitiMeteo-Plasmopara

*Datenhalter*

Staatliches Weinbauinstitut  
Freiburg (WBI)

*Übergaberestriktionen*

Abstimmung mit dem Staatlichen  
Weinbauinstitut Freiburg erforderlich

*Einheit / Datenformat*

Tage seit Jahresbeginn;  
Sporangien-dichte / Excel-File

*Erhebungsintervall*

2 x täglich

*Zeitraum*

seit 2009

*Räumliche Abdeckung*

Stadtgebiet Freiburg



### 3. Bisheriges Ergebnis

Darstellung



Entwicklung des Plasmodium-Infektionsrisikos für den Zeitraum 2009-2013 (Datenquelle: Staatliches Weinbauinstitut Freiburg)

### Dateninterpretation

Die Keimbereitschaft variiert in den fünf Beobachtungsjahren noch deutlich. So ist sie im Jahr 2011 schon Mitte April (107. Tag seit Jahresbeginn) fast drei Wochen früher gegeben als im relativ kühlen Jahr 2013 (126. Tag, Anfang Mai).

Grundsätzlich erlauben die Prognosedaten auch statistische Auswertungen, die die Auswirkungen des Klimawandels deutlich machen. So ist neben der zeitlichen Verlagerung des Infektionsrisikos und der Keimbereitschaft auch das durchschnittliche Infektionsrisiko in einem Zeitabschnitt objektiv berechenbar. Betrachtet man beispielsweise das Infektionsrisiko für den Monat **Juli** ergibt sich folgendes Bild:

Jahr	Infektionsrisiko			
	hoch	mittel	gering	kein
2013	5	4	1	<b>21</b>
2012	9	<b>13</b>	1	8
2011	<b>10</b>	10	4	7
2010	5	6	3	17
2009	7	8	<b>6</b>	10

Als Anpassungsmaßnahmen zur Vermeidung des Pilzbefalls, werden die Trauben gespritzt und eine lockerere Traubenstruktur gefördert (z. B. durch Pflanzung von L-Klonen), um ein schnelleres Abtrocknen zu gewährleisten und die Kontaktübertragung zu minimieren. Zusätzlich werden die Rebstöcke zum Teil entblättert, um eine Feuchtigkeitsaufstauung zu vermeiden.

## 4. Literatur

HÖNIG, P. & P. SCHWAPPACH (2003): Klimaänderung: Wie reagiert die Rebe?, in: Badische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (Hrsg.): Rebe & Wein 11/2003.

STAATLICHES WEINBAUINSTITUT FREIBURG: <http://www.wbi-bw.de> (22.07.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Land- und Forstwirtschaft (LF)

### *Indikationsfeld*

Tiergesundheit (LF4)

### *Indikator*

Afrikanische Pferdepest (AHS)

### *Kennnummer*

LF4-1-(I)a

### *Stand*

12.05.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

Mortalität bei Nutztieren (LW-I-8)

### *Definition*

Als Indikator für die Verbreitung bzw. Ausbreitung und Abundanzveränderung wärmeliebender Krankheitserreger im Zuge des anthropogenen Klimawandels wird die Entwicklung der Erkrankungsfälle mit afrikanischer Pferdepest bei Nutztieren dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Die Afrikanische Pferdepest ist eine anzeigepflichtige Viruserkrankung bei Einhufern. Besonders schwer betroffen sind Pferde und Maulesel. Es handelt sich nicht um eine Zoonose, d. h. die Krankheit ist nicht auf den Menschen übertragbar. Der Erreger stammt ursprünglich aus Afrika, ist aber auch schon in Spanien, Portugal und dem mittleren Osten aufgetreten. Durch den weltweiten Handel besteht die Möglichkeit der Einschleppung nach Deutschland. Er wird hauptsächlich von Mücken der Gattung *Culicoides* übertragen und eine Ausbreitung der Viren mit Hilfe von hier heimischen Vektoren ist nicht ausgeschlossen. Das Auftreten der Krankheit korreliert mit dem Erscheinen der Mücken, welches von ökologischen Faktoren wie feuchtem und warmem Klima begünstigt wird. Auch wenn eine Einschleppung eher durch die Globalisierung erklärt wird, so kann durch die Klimaerwärmung eine weitere Ausbreitung und dauerhafte Ansiedelung erfolgen.

### *Berechnungsvorschrift*

Anzahl der jährlichen Erkrankungsfälle.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Der Zusammenhang zwischen der Ausbreitung der Afrikanischen Pferdepest und der Klimaerwärmung wird zum Teil angezweifelt. Die Rolle des Klimawandels bei der Verbreitung der Tierkrankheit wird stark durch die Globalisierung überprägt.

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Afrikanische Pferdepest (AHS)

### *Datenhalter*

Friedrich-Loeffler-Institut,  
TierSeuchenInformationsSystem

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

Anzahl pro Jahr / Excel-File

### *Erhebungsintervall*

jährlich

### *Zeitraum*

seit 1995

### *Räumliche Abdeckung*

Deutschland, Baden-Württemberg,  
Stadtgebiet Freiburg

## 3. Bisheriges Ergebnis

### *Dateninterpretation*

Bisher sind keine Erkrankungsfälle in Deutschland gemeldet worden.

## 4. Literatur

LAVES = NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND  
LEBENSMITTELSICHERHEIT:

[http://www.laves.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation\\_id=20132&article\\_id=73987&\\_psmand=23](http://www.laves.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=20132&article_id=73987&_psmand=23) (15.09.2014)

BERLINER ZEITUNG ONLINE:

<http://www.berliner-zeitung.de/archiv/in-den-zeiten-des-klimawandels-bedrohen-tropische-seuchenerreger-auch-die-tiere-des-nordens---zum-beispiel-die-afrikanische-pferdepest-vom-zebra-zum-pony,10810590,10656228.html> (15.09.2014)

HORSE TODAY: <http://horse-today.de/?p=15939> (15.09.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Land- und Forstwirtschaft (LF)

### *Indikationsfeld*

Tiergesundheit (LF4)

### *Indikator*

Blauzungenkrankheit (BTV-8)

### *Kennnummer*

LF4-1-(I)b

### *Stand*

12.05.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

Mortalität bei Nutztieren  
(LW-I-8)

### *Definition*

Als Indikator für die Verbreitung bzw. Ausbreitung und Abundanzveränderung wärmeliebender Krankheitserreger, im Zuge des anthropogenen Klimawandels wird die Entwicklung der Erkrankungsfälle mit der Blauzungenkrankheit bei Nutztieren dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Die Blauzungenkrankheit (BTV-8) ist eine nicht ansteckende Infektion bei Wiederkäuern. Es handelt sich nicht um eine Zoonose, d. h. die Krankheit ist nicht auf den Menschen übertragbar. Der Erreger stammt ursprünglich aus Afrika und breitet sich mit der Hilfe von hier heimischen Vektoren aus. Er wird hauptsächlich von Mücken der Gattung *Culicoides* übertragen. Das Auftreten der Krankheit korreliert mit dem Erscheinen der Mücken, welches von ökologischen Faktoren wie feuchtem und warmem Klima begünstigt wird. Auch wenn eine Einschleppung eher durch die Globalisierung erklärt wird, so kann durch die Klimaerwärmung eine weitere Ausbreitung und dauerhafte Ansiedelung erfolgen.

### *Berechnungsvorschrift*

Anzahl der jährlichen Erkrankungsfälle.

*Unsicherheiten / Hinweise*

Ein Zusammenhang zwischen der Ausbreitung der Blauzungenkrankheit und der Klimaerwärmung wird zum Teil angezweifelt. Die Einschleppung erfolgte vermutlich durch den globalisierten Tiertransport und die Ausbreitung durch eine in Zentraleuropa heimische Mücke.

## 2. Datensatz

*Titel Datensatz*

Blauzungenkrankheit (BTV-8)

*Datenhalter*

Friedrich-Loeffler-Institut,  
TierSeuchenInformationsSystem  
(TSIS)

*Übergaberestriktionen*

keine

*Einheit / Datenformat*

Anzahl pro Jahr / Excel-File

*Erhebungsintervall*

jährlich

*Zeitraum*

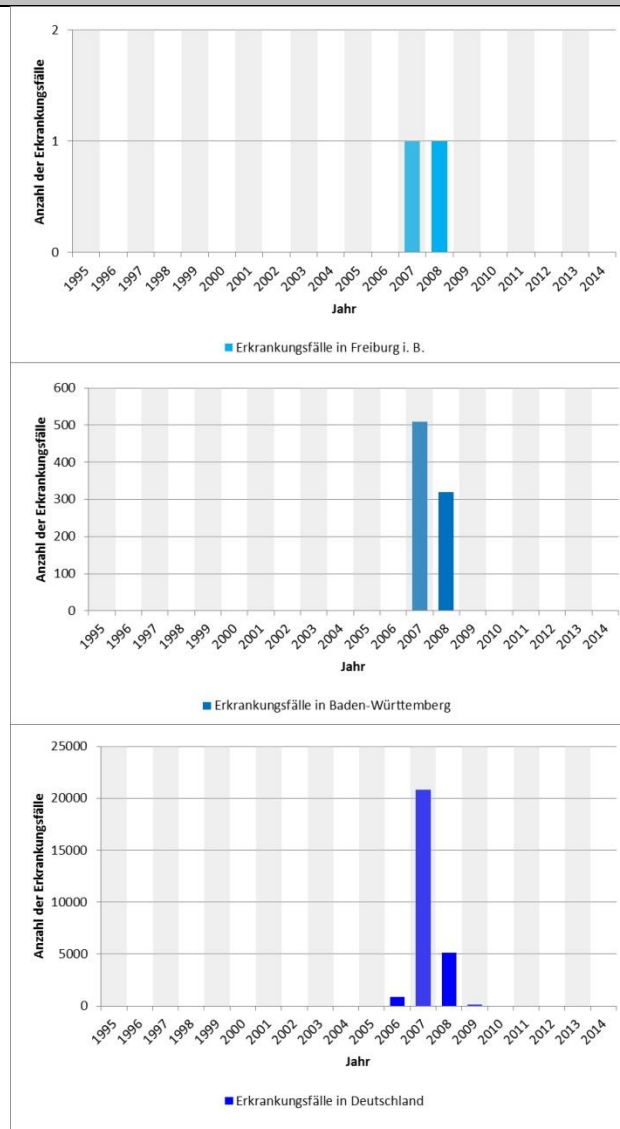
seit 1995

*Räumliche Abdeckung*

Deutschland, Baden-Württemberg,  
Stadtgebiet Freiburg

### 3. Bisheriges Ergebnis

#### Darstellung



**Die Anzahl der Erkrankungsfälle mit der Blauzungenkrankheit in Freiburg (oben), Baden-Württemberg (Mitte) und Deutschland (unten) seit 1995 (Quelle: FLI TSIS)**

#### Dateninterpretation

In Deutschland wurde die Krankheit erstmals 2006 festgestellt und führte zu hohen wirtschaftlichen Schäden. In den Jahren 2007 und 2008 kam es zu epidemieartigen Ausbrüchen im ganzen Land. Alleine im Jahr 2007 erkrankten deutschlandweit 20.812 Tiere, davon 510 in Baden-Württemberg. Freiburg ist von dieser Epidemie weitestgehend verschont geblieben, wies aber sowohl 2007 und 2008 jeweils einen Fall auf. Durch die 2008 gesetzlich vorgeschriebene, flächendeckende Impfung der Hauswiederkäuer konnte die Infektion eingedämmt werden, sodass die Erkrankung letztmalig im November 2009 festgestellt wurde.

#### 4. Literatur

FRIEDRICH-LÖFFLER-INSTITUT (Hrsg.) (2005): Die Blauzungenkrankheit.

GEISER, F. (2001): Wenn Krankheiten mit dem Klima wandern, in: BVET-Magazin 1/2001, S. 18-21.

EFSA = EUROPÄISCHE BEHÖRDE FÜR LEBENSMITTELSICHERHEIT:  
<http://www.efsa.europa.eu/de/topics/topic/bluetongue.htm> (15.09.2014)

EUROPÄISCHE KOMMISSION - CORDIS:  
[http://cordis.europa.eu/news/rcn/36271\\_de.html](http://cordis.europa.eu/news/rcn/36271_de.html) (15.09.2014)

FRIEDRICH-LÖFFLER-INSTITUT:  
[http://www.fli.bund.de/no\\_cache/de/startseite/aktuelles/tierseuchengeschehen/blauzungenkrankheit.html](http://www.fli.bund.de/no_cache/de/startseite/aktuelles/tierseuchengeschehen/blauzungenkrankheit.html) (15.09.2014)

LGL = BAYRISCHES LANDESAMT FÜR GESUNDHEIT UND LEBENSMITTELSICHERHEIT:  
[http://www.lgl.bayern.de/tiergesundheit/tierkrankheiten/virusinfektionen/blauzungenkrankheit/blauzungenkrankheit\\_hintergrund.htm](http://www.lgl.bayern.de/tiergesundheit/tierkrankheiten/virusinfektionen/blauzungenkrankheit/blauzungenkrankheit_hintergrund.htm) (15.09.2014)



## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Land- und Forstwirtschaft (LF)

### *Indikationsfeld*

Tiergesundheit (LF4)

### *Indikator*

Rifttal-Fieber (RVF)

### *Kennnummer*

LF4-1-(I)c

### *Stand*

12.05.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

Mortalität bei Nutztieren (LW-I-8)

### *Definition*

Als Indikator für die Verbreitung bzw. Ausbreitung und Abundanzveränderung wärmeliebender Krankheitserreger im Zuge des anthropogenen Klimawandels wird die Entwicklung der Erkrankungsfälle mit Rifttal-Fieber bei Nutztieren dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Das Rifttal-Fieber ist eine Viruserkrankung, die in verschiedenen Regionen Afrikas auftritt. Bei Hauswiederkäuern kann es zu seuchenartigen Ausbrüchen mit vielen Todesfällen kommen. Zudem ist diese Krankheit eine Zoonose, die auch beim Menschen zu schweren Erkrankungen führen kann. Neben Tröpfcheninfektion sind zudem Mücken für die Übertragung verantwortlich, weshalb hier der Klimawandel eine wichtige Rolle bei der künftigen Verbreitung des Fiebers einnehmen kann. Werden die Winter milder, könnten sich Mücken stärker vermehren und somit die Infektionsrate erhöhen.

### *Berechnungsvorschrift*

Anzahl der jährlichen Erkrankungsfälle.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Der Zusammenhang zwischen der Ausbreitung des Riftal-Fiebers und der Klimaerwärmung wird z. T. angezweifelt, denn die Rolle des Klimawandels bei der Verbreitung der Tierkrankheit wird durch die Globalisierung überprägt.

## **2. Datensatz**

### *Titel Datensatz*

Riftal-Fieber (RVF)

### *Datenhalter*

Friedrich-Loeffler-Institut,  
TierSeuchenInformationsSystem  
(TSIS)

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

Anzahl pro Jahr / Excel-File

### *Erhebungsintervall*

jährlich

### *Zeitraum*

seit 1995

### *Räumliche Abdeckung*

Deutschland, Baden-Württemberg,  
Stadtgebiet Freiburg

## **3. Bisheriges Ergebnis**

### *Dateninterpretation*

Bisher sind keine Erkrankungsfälle in Deutschland gemeldet worden.

## **4. Literatur**

GEISER, F. (2001): Wenn Krankheiten mit dem Klima wandern, in: BVET-Magazin 1/2001, S. 18-21.

EUROPÄISCHE KOMMISSION - CORDIS:

[http://cordis.europa.eu/news/rcn/36271\\_de.html](http://cordis.europa.eu/news/rcn/36271_de.html) (15.09.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Land- und Forstwirtschaft (LF)

### *Indikationsfeld*

Tiergesundheit (LF4)

### *Indikator*

West-Nil-Fieber

### *Kennnummer*

LF4-1-(I)d

### *Stand*

12.05.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

Mortalität bei Nutztieren (LW-I-8)

### *Definition*

Als Indikator für die Verbreitung bzw. Ausbreitung und Abundanzveränderung wärmeliebender Krankheitserreger im Zuge des anthropogenen Klimawandels wird die Entwicklung der Erkrankungsfälle mit West-Nil-Fieber bei Nutztieren dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Das West-Nil-Fieber ist eine durch Viren ausgelöste Infektionskrankheit bei Vögeln und wird von verschiedenen Stechmücken übertragen. Mensch und Säugetiere können ebenfalls mit ernststen Folgen erkranken, auch wenn es sich bei ihnen um Fehlwirte handelt. Insbesondere bei Pferden kann die Infektion schwer verlaufen und tödlich enden. Das Virus ist in Afrika, Israel, dem Mittleren Osten, Indien, Teilen Südostasiens und seit 1999 auch in Nordamerika verbreitet. In den USA konnte eine Korrelation zu milden Wintern und heißen, trockenen Sommern festgestellt werden, weshalb dieser Indikator als klimasensitiv eingestuft wird.

### *Berechnungsvorschrift*

Anzahl der jährlichen Erkrankungsfälle

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Der Zusammenhang zwischen der Ausbreitung des West-Nil-Fiebers und der Klimaerwärmung wird z. T. angezweifelt, denn die Rolle des Klimawandels bei der Verbreitung der Tierkrankheit wird durch die Globalisierung überprägt.

## **2. Datensatz**

### *Titel Datensatz*

West-Nil-Fieber

### *Datenhalter*

Friedrich-Loeffler-Institut,  
TierSeuchenInformationsSystem  
(TSIS)

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

Anzahl pro Jahr / Excel-File

### *Erhebungsintervall*

jährlich

### *Zeitraum*

seit 1995

### *Räumliche Abdeckung*

Deutschland, Baden-Württemberg,  
Stadtgebiet Freiburg

## **3. Bisheriges Ergebnis**

### *Dateninterpretation*

Bisher sind keine Erkrankungsfälle in Deutschland gemeldet worden.

## **4. Literatur**

GEISER, F. (2001) Wenn Krankheiten mit dem Klima wandern, in: BVET-Magazin 1/2001, S. 18-21.

EUROPÄISCHE KOMMISSION - CORDIS:

[http://cordis.europa.eu/news/rcn/36271\\_de.html](http://cordis.europa.eu/news/rcn/36271_de.html) (15.09.2014)

T-ONLINE:

[http://www.t-online.de/lifestyle/gesundheit/id\\_68854960/west-nil-fieber-co-klimawandel-beguenstigt-durch-ungeziefer-uebertragene-krankheiten.html](http://www.t-online.de/lifestyle/gesundheit/id_68854960/west-nil-fieber-co-klimawandel-beguenstigt-durch-ungeziefer-uebertragene-krankheiten.html) (15.09.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Land- und Forstwirtschaft (LF)

### *Indikationsfeld*

Tiergesundheit (LF4)

### *Indikator*

Impfdichte Blauzungenkrankheit

### *Kennnummer*

LF4-1-(R)b

### *Stand*

12.05.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n.v.

### *Definition*

Als Anpassungsindikator an die Verbreitung bzw. Ausbreitung und Abundanzveränderung wärmeliebender Krankheitserreger im Zuge des anthropogenen Klimawandels wird die Impfdichte bei Nutztieren gegen die Blauzungenkrankheit dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Die Blauzungenkrankheit (BTV-8) ist eine nicht ansteckende Infektion bei Wiederkäuern. Es handelt sich nicht um eine Zoonose, d. h. die Krankheit ist nicht auf den Menschen übertragbar. Der Erreger stammt ursprünglich aus Afrika und breitet sich mit der Hilfe von hier heimischen Vektoren aus. Er wird hauptsächlich von Mücken der Gattung *Culicoides* übertragen. Das Auftreten der Krankheit korreliert mit dem Erscheinen der Mücken, welches von ökologischen Faktoren wie feuchtem und warmem Klima begünstigt wird. Auch wenn eine Einschleppung eher durch die Globalisierung erklärt wird, so kann durch die Klimaerwärmung eine weitere Ausbreitung und dauerhafte Ansiedelung erfolgen.

### *Berechnungsvorschrift*

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Ein Zusammenhang zwischen der Ausbreitung der Blauzungenkrankheit und der Klimaerwärmung wird z. T. angezweifelt, denn die Einschleppung erfolgte vermutlich durch den globalisierten Tiertransport und die Ausbreitung durch eine in Zentraleuropa heimische Mücke.

## **2. Datensatz**

### *Titel Datensatz*

Impfdichte Blauzungenkrankheit

### *Datenhalter*

Friedrich-Löffler-Institut (FLI)

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

### *Erhebungsintervall*

unregelmäßig

### *Zeitraum*

2008 bis 2010

### *Räumliche Abdeckung*

deutschlandweit

## **3. Bisheriges Ergebnis**

### *Dateninterpretation*

Nach dem Ausbruch der Krankheit 2006 erfolgte 2008 als Gegenmaßnahme eine gesetzlich vorgeschriebene flächendeckende Impfung der Hauswiederkäuer. Der Virus der Blauzungenkrankheit (BTV-8) wurde in Deutschland letztmalig im November 2009 festgestellt. Zu Beginn des Jahres 2010 wurde die gesetzliche Impfpflicht aufgehoben. Das Freisetzungsrisiko für das Wiederauftreten von Infektionen mit BTV-8 sowie die Einschleppung anderer Serotypen wird vom Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit (FLI) als gering eingeschätzt. Sollte es zu einem erneuten Ausbruch der Seuche kommen, wird das Erkrankungsrisiko als sehr hoch eingestuft, da der Anteil der gegen BTV-8 geschützten Populationen auf nahezu null zurückgeht. Auch eine freiwillige Impfung kann die Ausbreitung der Blauzungenkrankheit, im Falle eines Eintrags, nicht effektiv verhindern. Folglich werden erst die nächsten Jahre zeigen, ob der Erreger in Deutschland vollständig verdrängt werden konnte.

#### 4. Literatur

FLI = FRIEDRICH-LÖFFLER-INSTITUT (Hrsg.) (2005), Die Blauzungenkrankheit.

GEISER, F. (2001), Wenn Krankheiten mit dem Klima wandern, in: BVET-Magazin 1/2001, S. 18-21.

EFSA = EUROPÄISCHE BEHÖRDE FÜR LEBENSMITTELSICHERHEIT:  
<http://www.efsa.europa.eu/de/topics/topic/bluetongue.htm> (15.09.2014)

EUROPÄISCHE KOMMISSION - CORDIS:  
[http://cordis.europa.eu/news/rcn/36271\\_de.html](http://cordis.europa.eu/news/rcn/36271_de.html) (15.09.2014)

FLI = FRIEDRICH-LÖFFLER-INSTITUT:  
[http://www.fli.bund.de/no\\_cache/de/startseite/aktuelles/tierseuchengeschehen/blauzungenkrankheit.html](http://www.fli.bund.de/no_cache/de/startseite/aktuelles/tierseuchengeschehen/blauzungenkrankheit.html) (15.09.2014)

LGL = BAYRISCHES LANDESAMT FÜR GESUNDHEIT UND LEBENSMITTELSICHERHEIT:  
[http://www.lgl.bayern.de/tiergesundheit/tierkrankheiten/virusinfektionen/blauzungenkrankheit/blauzungenkrankheit\\_hintergrund.htm](http://www.lgl.bayern.de/tiergesundheit/tierkrankheiten/virusinfektionen/blauzungenkrankheit/blauzungenkrankheit_hintergrund.htm) (15.09.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Land- und Forstwirtschaft (LF)

### *Indikationsfeld*

Produktivitätseffekte in der Forstwirtschaft (LF5)

### *Indikator*

Holzzuwachsraten

### *Kennnummer*

LF5-1-(I)

### *Stand*

29.07.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

Holzzuwachs (FW-I-3)

### *Definition*

Als Indikator für die sich verlängernde Vegetationsperiode werden die Holzzuwachsraten von Fichten dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Das Waldwachstum wird durch die Länge der Vegetationsperiode beeinflusst. Die Vegetationsperiode wird sich durch die globale Erwärmung verlängern. Daher sind steigende jährliche Zuwachsraten möglich. Einschränkend wird sich die Wasserverfügbarkeit des Bodens auswirken. Eine Verringerung der jährlichen Niederschlagsraten und vor allem abnehmende Niederschläge in der Vegetationsperiode werden das Baumwachstum negativ beeinflussen. Aus diesem Grund wird die Betrachtung der Holzzuwachsraten als geeigneter Indikator betrachtet, um die Auswirkungen des Klimawandels auf das Waldwachstum zu beschreiben.

### *Berechnungsvorschrift*

Baumzuwachsrate in mm

### *Unsicherheiten / Hinweise*



Die Vitalität von Bäumen und damit auch ihre Zuwächse werden noch weiteren Faktoren, wie der Nährstoffverfügbarkeit oder der Schadstoffexposition eines Standortes beeinflusst.

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Betriebsinventur: Holzzuwachs

### *Datenhalter*

Forstliche Versuchs- und  
Forschungsanstalt Baden-  
Württemberg (FVA)

### *Übergaberestriktionen*

Abstimmung mit der Forstlichen  
Versuchs- und Forschungsanstalt  
Baden-Württemberg (FVA)  
erforderlich

### *Einheit / Datenformat*

Zuwachs in mm / Excel-File

### *Erhebungsintervall*

jährlich

### *Zeitraum*

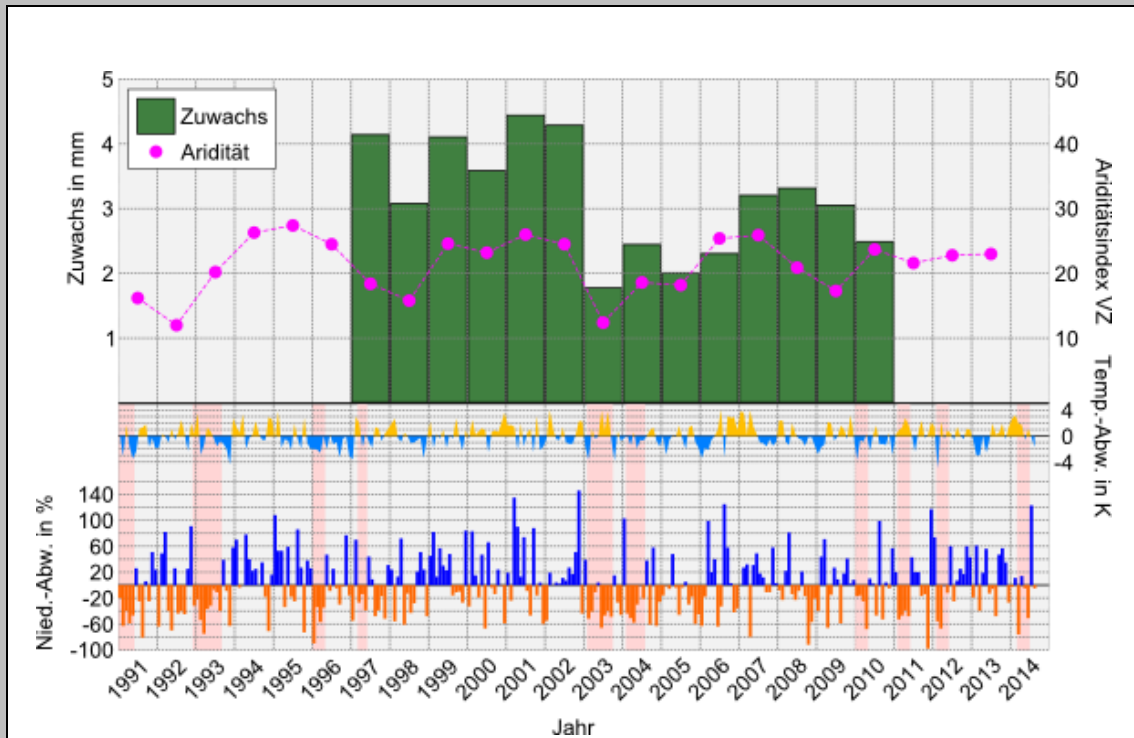
seit 1991

### *Räumliche Abdeckung*

Conventwald, LKR Breisgau-  
Hochschwarzwald

### 3. Bisheriges Ergebnis

#### Darstellung



**Jährliche durchschnittliche Zuwachsraten auf der Level II-Fläche Conventwald für die Baumart Fichte in Bezug auf langjährige Niederschlags- und Temperaturabweichungen (DWD-Station Buchenbach). (Datenquelle: FVA, DWD)**

#### Dateninterpretation

Die Level II-Fläche Conventwald befindet sich nicht auf dem Gebiet der Stadt Freiburg, sondern liegt etwa 8 Kilometer nordöstlich des Stadtteils Ebnet im Schwarzwald. Die hier gewonnenen Ergebnisse können aber dennoch als typisch auch für die Wälder des Schwarzwaldes auf Freiburger Gemarkung angesehen werden. Auf dieser Untersuchungsfläche wird seit 1997 das Baumwachstum von Fichten gemessen. Die Zuwachsraten lagen bis zum Jahr 2002 immer über drei mm/Jahr. Im Rekord-Trockenjahr 2003 sinkt der Zuwachs deutlich unter zwei mm/Jahr. Auch in den folgenden Jahren bleiben die Zuwachsraten z. T. erheblich unter drei mm Zuwachs oder nur knapp über diesem Wert.

Die Entwicklung des Wachstums wird bedeutend von der Verfügbarkeit des Bodenwassers beeinflusst. Werden die Bodenwasservorräte im Winterhalbjahr nicht ausreichend aufgefüllt, so kann es bei einer länger andauernden Trockenphase im Frühjahr zu Wachstumsdepressionen kommen. Dies gilt in besonderem Maße für die Jahre 2003 und 2004. Auch das Jahr 2005 ist von einem erheblichen Niederschlagsdefizit geprägt, welches sich in verringerten Baumzuwächsen niederschlägt. Das Niederschlagsdefizit dieser drei Jahre zusammen erschöpfte den Bodenwasservorrat so erheblich, dass selbst im rel. feuchten Jahr 2005 die Baumzuwachsrate unterdurchschnittlich blieb.

Eine reine Betrachtung der Aridität, also dem Verhältnis zwischen Niederschlag und Lufttemperatur (Ariditätsindex nach de Martonne), ist zur Erklärung des

Wachstumsverhaltens nicht ausreichend.

#### **4. Literatur**

FVA = FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.)  
(2011): Waldzustandsbericht 2011 für Baden-Württemberg – Freiburg.

TMLFUN = THÜRINGER MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND NATURSCHUTZ (Hrsg.)  
(2009): IMPAKT. Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen  
des Klimawandels im Freistaat Thüringen.

Indikator LF5-2-(I) „Forstwegeunterhaltung“: gestrichen

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Land- und Forstwirtschaft (LF)

### *Indikationsfeld*

Vitalität und Mortalität von Bäumen (LF6)

### *Indikator*

Schadholzmenge (Umfang zufälliger Nutzung)

### *Kennnummer*

LF6-1-(I)

### *Stand*

10.12.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

Schadholzmenge - Umfang zufälliger Nutzung (FW-I-4).

Schadholzaufkommen durch Buchdrucker (FW-I-5).

### *Definition*

Als Indikator für die steigende Belastung von Waldbäumen durch den Klimawandel dient die Schadholzmenge („Zufälligen Nutzung“). Diese ist unterteilt nach Sturm, Dürre, Insekten, Pilzen und Schneebruch.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Stürme und der damit verbundene Sturmwurf und längere Trocken- bzw. Hitzeperioden ziehen oft den Befall durch Insekten und Pilze nach sich. Milde Winter, die durch erhöhten Anteil an Nassschnee gekennzeichnet sind, erhöhen auch die Gefahr von Schneebruch, da durch den nassen, schweren Schnee höhere Lasten auf den Bäumen liegen. Genannte Faktoren nehmen starken Einfluss auf die Vitalität von Bäumen.

### *Berechnungsvorschrift*

Anteil der zufälligen Nutzung innerhalb der planmäßigen Nutzung in Erntefestmeter (Efm) für den Stadtkreis Freiburg sowie Anteil der zufälligen Nutzung innerhalb der planmäßigen Nutzung in Prozent für Freiburg und Baden-Württemberg.

Verteilung der zufälligen Nutzung auf die Baumarten Buche, Fichte, Tanne und Douglasie in Prozent unterteilt nach Insektenbefall, Dürre und Sturm.

*Unsicherheiten / Hinweise*

Die Ursachen für die Entstehung von Schadholz, die sog. „Zufälligen Nutzung“, sind nicht immer klar zu differenzieren. Z. B. folgt auf Trockenheit meist ein Befall durch Insekten, so dass die Vitalität durch beide Faktoren beeinträchtigt wird. Neben den klimatischen Einflüssen spielen Baumartenzusammensetzung, Alter und Bewirtschaftung eine Rolle für die Vitalität von Bäumen.

## 2. Datensatz

*Titel Datensatz*

Schadholzmenge „Zufällige Nutzung“

*Datenhalter*

Städtisches Forstamt Freiburg und  
FVA Baden-Württemberg

*Übergaberestriktionen*

Abstimmung mit der Forstlichen  
Versuchs- und Forschungsanstalt  
Baden-Württemberg (FVA)  
erforderlich

*Einheit / Datenformat*

Anteil an der Gesamtnutzung in  
Efm und Prozent / Excel-File

*Erhebungsintervall*

jährlich

*Zeitraum*

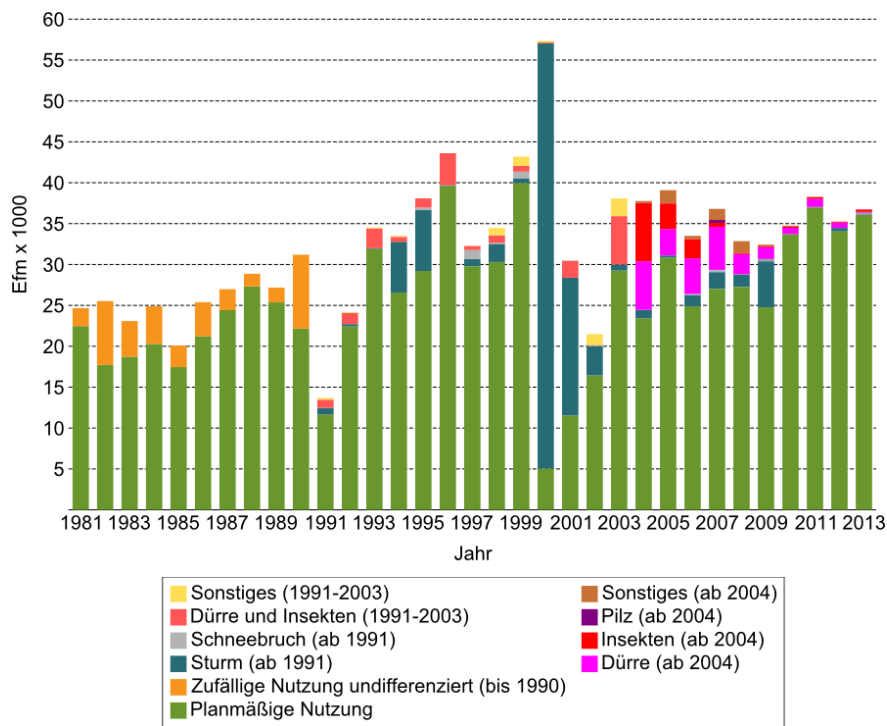
seit 1981

*Räumliche Abdeckung*

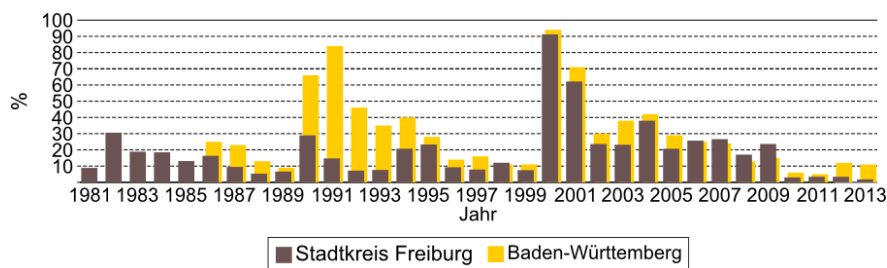
Stadtkreis Freiburg

### 3. Bisheriges Ergebnis

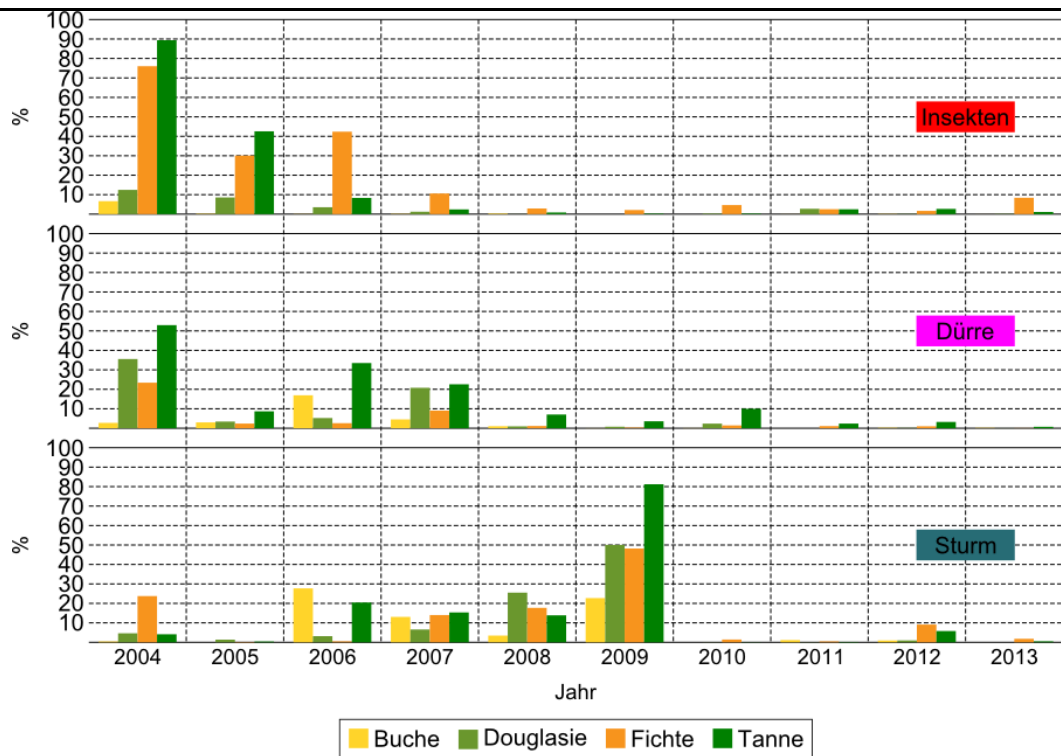
Darstellung



Anteil der „zufälliger Nutzung“ in Efm für den Stadtkreis Freiburg seit 1981. Bis 1990 wurde die zufällige Nutzung undifferenziert erfasst. Seit 1991 differenzierte Aufnahme der Schadholzmenge (Quelle: Städtisches Forstamt Freiburg)



Anteil der „zufälligen Nutzung“ am Gesamtschlag für den Stadtkreis Freiburg (1981-2013) im Vergleich zu Baden-Württemberg (1986-2012) (Quelle: FVA Baden-Württemberg, Städtisches Forstamt Freiburg)



**Verteilung der „zufälligen Nutzung“ auf die Baumarten Buche, Fichte, Tanne und Douglasie in Prozent seit 2004, unterteilt nach Insekten, Dürre und Sturm (Quelle: Städtisches Forstamt Freiburg)**

#### Dateninterpretation

Die Abbildung ganz oben stellt den Anteil der zufälligen Nutzung in Efm innerhalb der planmäßigen Nutzung für den Stadtkreis Freiburg seit 1981 dar. Bis 1990 wurde die zufällige Nutzung undifferenziert erfasst. Seit 1991 findet eine Unterteilung in „Sonstiges“, „Dürre und Insekten“, „Schneebruch“ und „Sturm“ statt. Ab 2004 werden „Dürre“ und „Insekten“ getrennt voneinander dargestellt und „Pilze“ als weitere Ursache für die zufällige Nutzung hinzugefügt. Bisher ist kein aussagekräftiger Trend erkennbar, jedoch führen extreme Witterungsereignisse zu vermehrter außerplanmäßiger Holznutzung. Solche Extremereignisse können sich dann auch Folgejahre auswirken.

Die Orkantiefs Vivian (1989) und vor allem Wiebke (1990) führten zu einem Anstieg der zufälligen Nutzung. Noch deutlicher sind die Auswirkungen von schweren Stürmen im Jahr 1999 und den Folgejahren zu erkennen. Orkan Lothar schädigte so viele Bäume und Waldbestände, dass noch zwei Jahre nach dem Ereignis das Sturmholz aufgearbeitet werden musste. Die geplante Nutzung in den Jahren 2000 und 2001 lag deshalb deutlich unter dem Durchschnitt. Auch extreme Hitze- und Trockenperioden, wie im Jahrhundertsommer 2003 und im Frühsommer 2006, wirken sich deutlich auf den ungeplanten Holzeinschlag aus. In diesen Fällen mussten viele Bäume aufgrund von Insektenbefall und Dürre entfernt werden.

Der Vergleich des Anteils der zufälligen Nutzung in Prozent zwischen Baden-Württemberg und Freiburg (mittlere Abbildung) zeigt, dass die Stürme Vivian und Wiebke in Baden-Württemberg deutlich höhere Schäden als in Freiburg verursachten. Ab Mitte der 1990er Jahre unterscheiden sich die prozentualen Anteile des außerplanmäßigen Holzeinschlags zwischen Baden-Württemberg und Freiburg nur noch geringfügig. Insgesamt aber liegen die



Schadholzmengen auf dem Stadtgebiet Freiburg in den überwiegenden Fällen unterhalb der Menge für Gesamt-Baden-Württemberg. Deutlich zu erkennen sind auch wieder die Auswirkungen des Orkans Lothar. In den Jahren 2000 bzw. im Folgejahr 2001 machte die zufällige Nutzung fast 90-95 % (2000) bzw. 60-70 % (2001) des gesamten Holzeinschlags aus.

Die Abbildung unten zeigt den Anteil der zufälligen Nutzung seit 2004 aufgeschlüsselt für die Baumarten Buche, Fichte, Tanne und Douglasie in Prozent unterteilt nach den Einschlagsbegründungen Insekten, Dürre und Sturm. Die Unterscheidung von Dürre- und Insektenschäden ist in der Praxis häufig schwierig, da diese oft in engem Zusammenhang zueinander stehen. Wird die Zufallsnutzung für Insekten und Hitze betrachtet, sind die Auswirkungen des Jahrhundertsommers 2003 in beiden Kategorien deutlich erkennbar. Insbesondere die Tannen und Fichten wurden stark geschädigt. Buchen und Douglasien waren nachweislich geringer betroffen. Die Ergebnisse des Sommers 2003 zeigen auf, dass auch bei den als klimastabil eingestuften Arten, Dürre- und Insektenschäden eine zunehmende Rolle im Schadgeschehen spielen. Darüber hinaus belegt die Grafik, dass jede der aufgeführten Baumarten von den Witterungsextremen betroffen ist. Dicht aufeinanderfolgende Ereignisse bedeuten für Waldbäume einen besonderen Stress, so dass unter Umständen mehrere Jahre benötigt werden, damit sich ein Waldbestand von den Einwirkungen erholen kann.

Neben Trockenheit und Hitze sind Stürme eine weiterer Grund für die „Zufallsnutzung“. Das anfallende Sturmholz muss schnellstmöglich aufgearbeitet werden, um eine massenhafte Schädlingsvermehrung zu verhindern. Bei Sturmwürfen sind die Nadelhölzer aufgrund ihres Wurzelsystems und oft schlechteren Höhen-/ Durchmesserhältnisses stärker betroffen als Laubhölzer. Vor allem die Fichte gilt als äußerst sturmwurfgefährdete Baumart. Die Grafik spiegelt dies wider, wobei die Buche teilweise ebenfalls knapp 15 % Anteil an der ungeplanten Gesamtnutzung aufwies. Die Auswirkungen der Orkane Kyrill (2007), Emma (2008) und vor allem Xynthia (2009) sind deutlich sichtbar.

Die Auswirkungen des Klimawandels in Form von extremen Witterungsereignissen und der daraus resultierenden vermehrten außerplanmäßigen Holznutzung, teilweise über mehrere Jahre hinweg, sind heute schon spürbar und könnten möglicherweise weiter zunehmen. Neben den Klimaeinflüssen muss jedoch die Baumartenzusammensetzung, das Alter und die Bewirtschaftung der Bäume bei einer Beurteilung unbedingt beachtet werden, da diese ebenfalls Stabilität und Anfälligkeit von Wäldern beeinflussen.

#### 4. Literatur

PETERCORD, R. (2008): Zukünftige Gefährdung der Rotbuche durch rinden- und holzbrütende Käfer in Baden-Württemberg, in: Mitteilung der Deutschen allgemeinen und angewandten Entomologie, Nr. 16, Giessen.

UNWETTERZENTRALE: <http://www.unwetterzentrale.de/uwz/221.html> (10.12.2014)

WETTERWILLI: <http://www.wetterwilli.de/besondere-wetterereignisse-im-breisgau-ebringen-2001-2010/> (10.12.2014)



## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Land- und Forstwirtschaft (LF)

### *Indikationsfeld*

Vitalität und Mortalität von Bäumen (LF6)

### *Indikator*

Kronenzustand bei Waldbäumen

### *Kennnummer*

LF6-2-(I)

### *Stand*

28.07.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

Waldzustand (FW-I-7)

### *Definition*

Kronenzustand von Waldbäumen als Indikator für die Vitalität.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Der Kronenzustand bildet gleichermaßen Schäden durch Insekten, abiotische Faktoren (Frost, Trockenheit), Nährstoffversorgung oder auch Mistelbefall ab. Jeder dieser Faktoren wird zum Teil maßgeblich vom Klima beeinflusst, wie z. B. die Zunahme der Schäden durch Insekten, Trockenheit oder Sturm. Deshalb wird eine Beobachtung des Kronenzustandes für sinnvoll erachtet.

### *Berechnungsvorschrift*

Erfassung des Nadel-/ Blattverlusts und die Vergilbung der Nadeln bzw. Blätter. Die Einschätzung erfolgt an Bäumen der herrschenden Schicht (Kraft'sche Klasse 1 bis 5) in fünf Prozentstufen mit anschließender Einteilung in fünf Schadstufen.

**Kraft'sche Klassen:**

- 1: Vorherrschende
- 2: Herrschende
- 3: Gering mitherrschende

4: Beherrschte

5: Ganz unterständige

Stufen	Nadel-/Blattverlust	Vergilbung	Schadstufe
0	0-10%	0-10%	0 (unbeschädigt)
1	11-25%	11-25%	1 (schwach beschädigt)
2	26-60%	26-60%	2 (mittelstark geschädigt)
3	61-99%	> 60%	3 (stark geschädigt)
4	100%	-	4 (abgestorben)

*Unsicherheiten / Hinweise*

Der Kronenzustand wird auch von anderen Faktoren beeinflusst. Insbesondere die Schadstoffexposition von Wäldern oder das Alter der Bäume spielen eine Rolle.

## 2. Datensatz

*Titel Datensatz*

Terrestrische Waldschadensinventur (TWI)

*Datenhalter*

FVA Freiburg

*Übergaberestriktionen*

Abstimmung mit der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) erforderlich

*Einheit / Datenformat*

*Erhebungsintervall*

Jährlich

*Zeitraum*

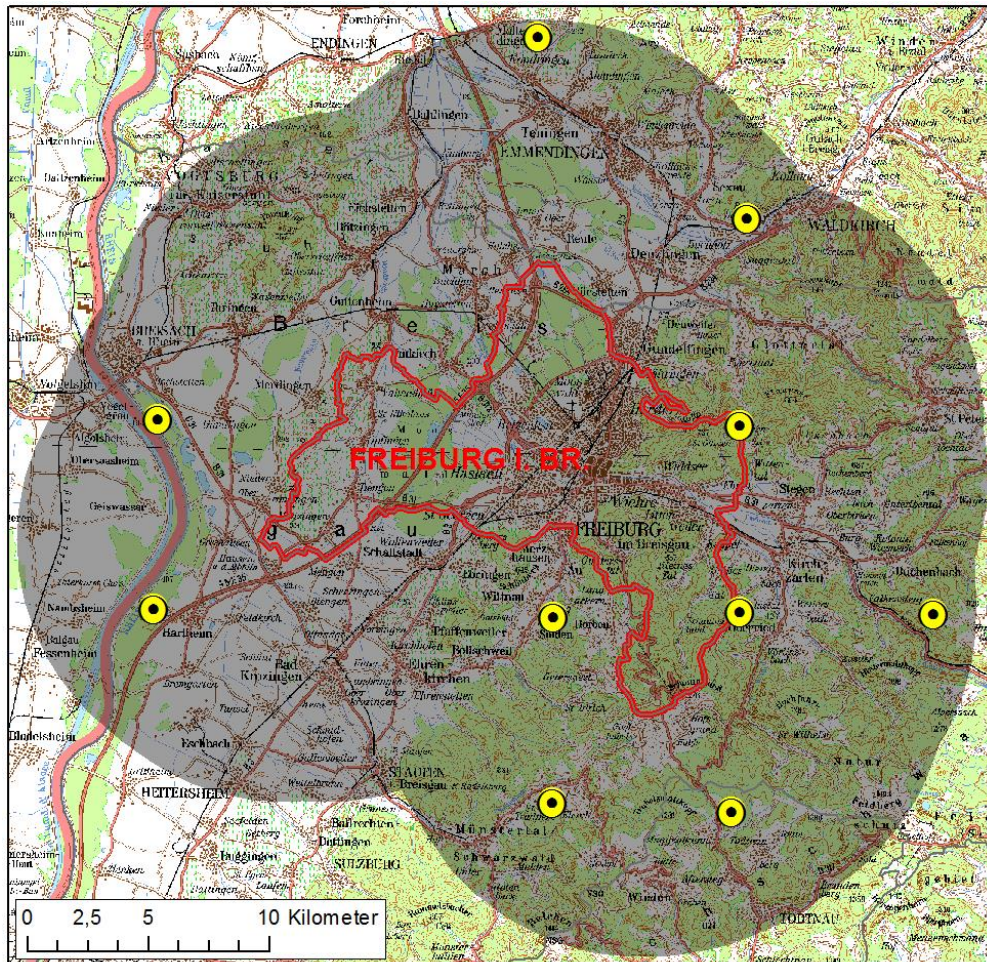
Seit 1983

*Räumliche Abdeckung*

10-km-Puffer Stadtgebiet Freiburg

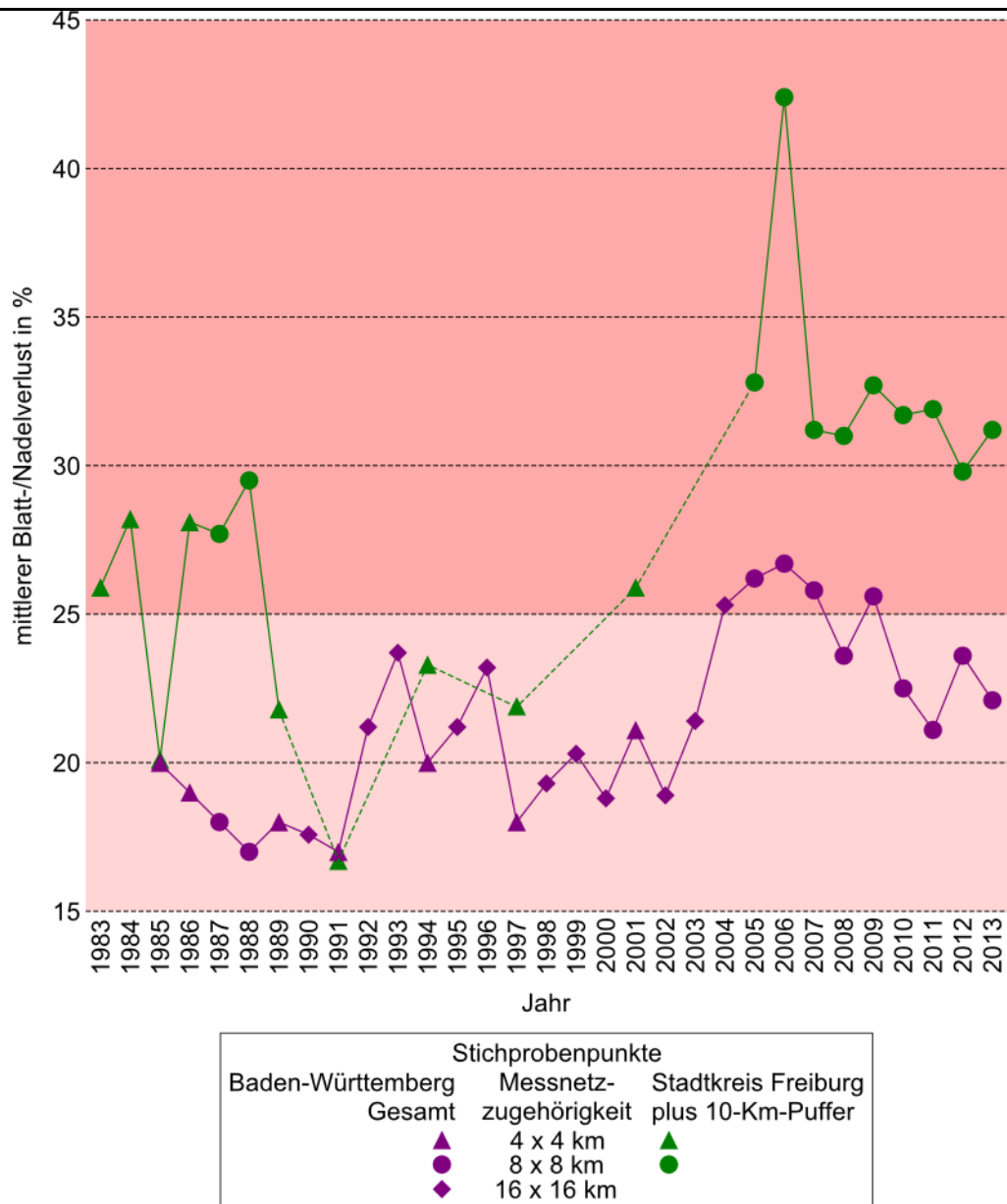
### 3. Bisheriges Ergebnis

Darstellung



● TWI-Aufnahmepunkte    ■ 10-Kilometer-Puffer um Stadtkreis Freiburg

Lage der Aufnahmepunkte zur terrestrischen Waldschadensinventur (Quelle: Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, FVA)



**Entwicklung des mittleren Blatt-/Nadelverlustes seit 1983 (Quelle: Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, FVA)**

**Dateninterpretation**

Die Terrestrische Waldschadensinventur (TWI) untersucht den Kronenzustand der Waldbäume in Baden-Württemberg. Dabei werden an jedem Aufnahmepunkt des Rasterstichprobennetzes systematisch 24 Bäume für die jährliche Aufnahme des Kronenzustandes ausgewählt. Die Veränderung des Kronenzustandes dient zur Beurteilung der Vitalität der Waldbäume. Hauptaufnahmeparameter sind der Nadel-/Blattverlust und die Vergilbung der Nadeln bzw. Blätter. Die Einschätzung erfolgt an Bäumen der herrschenden Schicht (Kraft'sche Klasse 1 bis 3) in fünf Prozentstufen mit anschließender Einteilung in 4 Schadstufen. Tote Bäume werden so lange mit erfasst, bis sie kein Feinreisig mehr aufweisen.

Seit dem Jahr 2005 wird die TWI auf dem 8x8 km-Raster durchgeführt. In den Jahren zuvor wurde z. T. auch das 16x16 km-Raster und das 4x4 km-Raster zur TWI benutzt. Auf dem hier betrachteten Raumausschnitt Stadtgebiet Freiburg und angrenzendem 10-km-Puffer befindet

sich kein Aufnahmepunkt des 16x16 km-Raster, so dass in den entsprechenden Jahren keine Daten für Freiburg vorliegen.

Auffällig sind die rel. hohen Blatt-/Nadelverluste an Bäumen auf den zehn im betrachteten Raumausschnitt liegenden TWI-Aufnahmepunkten. Seit dem Jahr 2005 liegen die mittleren Blatt-/Nadelverluste oberhalb von 30 % oder nur knapp darunter (2012). Dieses Schadensausmaß liegt damit deutlich höher als im Landesdurchschnitt. Hier lag der Höhepunkt der Schädigung auch – wie im Raumausschnitt Freiburg – im Jahr 2006, seitdem erholten sich die Wälder aber und liegen nun unterhalb von 25 %, also in der Schadstufe 1, schwach geschädigt.

Die Entwicklung des Schadensverlaufes der Waldbäume wird auch von weiteren Faktoren – wie Nährstoffverfügbarkeit, Schadstoffexposition oder Bestandsalter - bestimmt. Allerdings ist insbesondere die Belastung durch Luftschadstoffe in den letzten Jahren stark rückläufig. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Vitalität von Bäumen derzeit maßgeblich durch die klimatischen Bedingungen (insbesondere Niederschlagsverhältnisse und die damit einhergehende Wasserverfügbarkeit im Boden) beeinflusst werden. So wirkte sich die große Hitze- und Trockenperiode des Jahres 2003 auch noch in Folgejahren aus.

#### **4. Literatur**

FVA = FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.)  
(2013): Waldzustandsbericht 2013 für Baden-Württemberg, Freiburg.

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Land- und Forstwirtschaft (LF)

### *Indikationsfeld*

Vitalität und Mortalität von Bäumen (LF6)

### *Indikator*

Fruchtausbildung bei Waldbäumen

### *Kennnummer*

LF6-3-(I)

### *Stand*

28.07.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n. v.

### *Definition*

Fruchtausbildung bei Waldbäumen als Indikator für die Anzahl von Fruktifikationsjahren in Abhängigkeit von den klimatischen Bedingungen.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Eine starke Fruchtausbildung stellt für Bäume eine hohe physiologische Belastung dar. Für die Samenproduktion wird ein wesentlicher Teil des Energievorrates und Nährelemente benötigt. Dadurch schränkt sich das vegetative Wachstum des Baumes ein. Es ist anzunehmen, dass es durch den Klimawandel zu einer Häufung der Fruktifikationsjahre kommt, weshalb eine Beobachtung als sinnvoll erachtet wird.

### *Berechnungsvorschrift*

Bei der terrestrischen Waldschadensinventur (TWI) wird die Fruktifikation der Waldbäume in den Stufen keine, gering, mittel und stark eingeteilt.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Die Fruktifikation wird nicht ausschließlich durch die klimatischen Bedingungen beeinflusst. Insbesondere Schadstoffeinträge beeinträchtigen die Vitalität von Bäumen, so dass diese auch



eine Fruchtausbildung als Reaktion auf sich verschlechternde Umweltbedingungen sein kann. Auch die nach wie vor sehr großen Stickstoffemissionen führen vermehrt zur Fruktifikation.

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Waldschadensinventur

### *Datenhalter*

Forstliche Versuchs- und  
Forschungsanstalt Baden-  
Württemberg FVA

### *Übergaberestriktionen*

Abstimmung mit der Forstlichen  
Versuchs- und Forschungsanstalt  
Baden-Württemberg (FVA)  
erforderlich

### *Einheit / Datenformat*

- / Excel-File

### *Erhebungsintervall*

jährlich

### *Zeitraum*

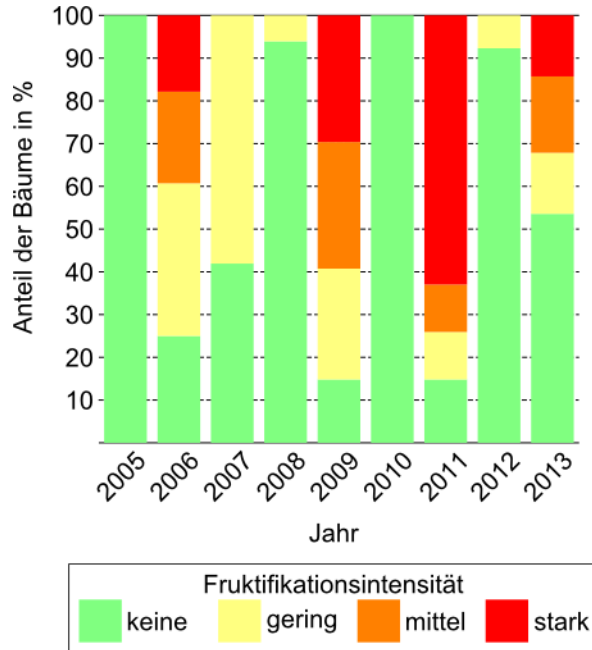
Freiburg seit 2005

### *Räumliche Abdeckung*

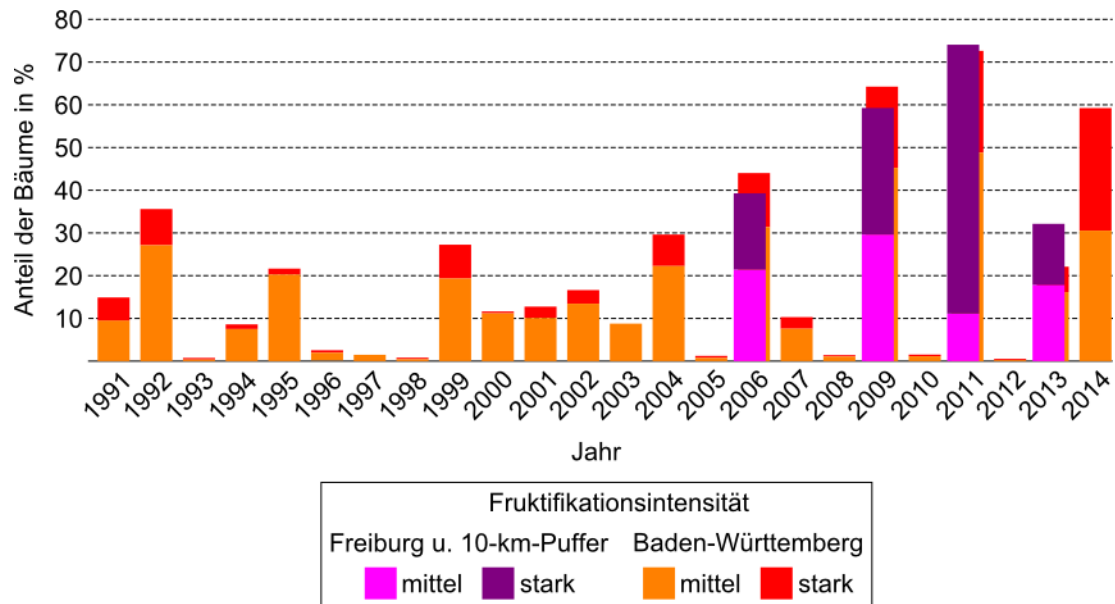
10-km-Puffer Stadtgebiet Freiburg

### 3. Bisheriges Ergebnis

Darstellung



**Fruktifikationsintensität der Buche auf den TWI-Aufnahmepunkten im Raumausschnitt Freiburg und 10-km-Puffer von 2005-2013 (Quelle: Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, FVA)**



**Fruktifikationsintensität der Buche auf den TWI-Aufnahmepunkten im Raumausschnitt Freiburg und 10-km-Puffer (Zeitraum 2005-2013) im Vergleich zu Gesamt-Baden-Württemberg (Zeitraum 1991-2014) (Quelle: Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, FVA)**

#### *Dateninterpretation*

Für die TWI-Aufnahmepunkte des Stadtgebietes Freiburg inklusive des 10-km-Puffers ist eine Beurteilung der Entwicklung der Fruktifikation erst ab dem Jahr 2005 sinnvoll, da zuvor die Anzahl der im Probenkollektiv vorhandenen Buchen sehr gering ist. Die Fruktifikationsintensität der Buchen im 10-km-Puffer schwankt seit 2005 erheblich. Jahren mit hohem Anteil an mit mittel und stark fruktifizierenden Bäumen, folgen Jahre in denen keine bis geringe Fruchtausbildung der Buchen verzeichnet wurden. Im Jahr 2011 wurde der bisher höchste Wert an starker Fruktifikationsintensität von mehr als 60 % aller untersuchten Bäume ermittelt.

Die Grafik unten zeigt die Entwicklung der mittel und stark fruktifizierenden Buchen für Gesamt-Baden-Württemberg seit dem Jahr 1991. Auffällig ist, dass im Zeitraum 2006-2014 in insgesamt 4 Jahren ein Anteil von 40 % mittel- und stark fruktifizierender Buchen überschritten wurde. Ein Wert der im davor betrachteten Zeitraum in keinem Jahr erreicht wurde. Daher lässt sich für diesen Indikator eine besorgniserregende Tendenz konstatieren.

#### **4. Literatur**

FVA = FVA = FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG  
(Hrsg.) (2014): Waldzustandsbericht 2014 für Baden-Württemberg, Freiburg.

PAAR, U. ET AL. (2011): Häufigkeit und Intensität der Fruktifikation der Buche, in:  
Allgemeine Forstzeitschrift AFZ Nr. 6, S. 26-29.

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Land- und Forstwirtschaft (LF)

### *Indikationsfeld*

Vitalität und Mortalität von Bäumen (LF6)

### *Indikator*

Borkenkäfermonitoring

### *Kennnummer*

LF6-4-(I)

### *Stand*

05.11.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

Schadholzaufkommen durch den Buchdrucker (FW-I-5)

Schädlingsbekämpfung im Wald (FW-R-6)

### *Definition*

Als Indikator zum Nachweis für das verstärkte Auftreten von Schadinsekten, wird das Borkenkäfermonitoring der FVA Baden-Württemberg abgebildet.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Durch den Klimawandel und die damit günstigeren Entwicklungsbedingungen ist eine Zunahme von Schadinsekten wie dem Borkenkäfer wahrscheinlich. Auch die erhöhte Anfälligkeit der Bäume durch Trockenstress sowie Sturmwurf begünstigen eine Zunahme der Abundanz und des jährlichen Schwärmverlaufs. Das Borkenkäfermonitoring wird daher als geeigneter Indikator betrachtet.

### *Berechnungsvorschrift*

Jährliche Fangsummen des Borkenkäfers.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Die Pheromonfallen werden in Extremjahren deutlich schlechter angenommen, so dass eine reale Abbildung des Aufkommens in solchen Jahren schwieriger ist. Aus diesem Grund sind die Fallen auch nicht als Bekämpfungsmaßnahme geeignet. Viel mehr dienen sie der Überwachung des Flugverlaufs, so dass die forstliche Praxis zeitnah über den aktuellen Entwicklungsstand in Kenntnis gesetzt und dementsprechend rechtzeitige Bekämpfungsstrategien zur Anwendung bringen kann.

## **2. Datensatz**

### *Titel Datensatz*

Borkenkäfermonitoring

### *Datenhalter*

FVA Baden-Württemberg

### *Übergaberestriktionen*

nur für den Abschlussbericht nutzbar

### *Einheit / Datenformat*

Jährliche Fangsummen des  
Buchdruckers / Excel-File

### *Erhebungsintervall*

jährlich

### *Zeitraum*

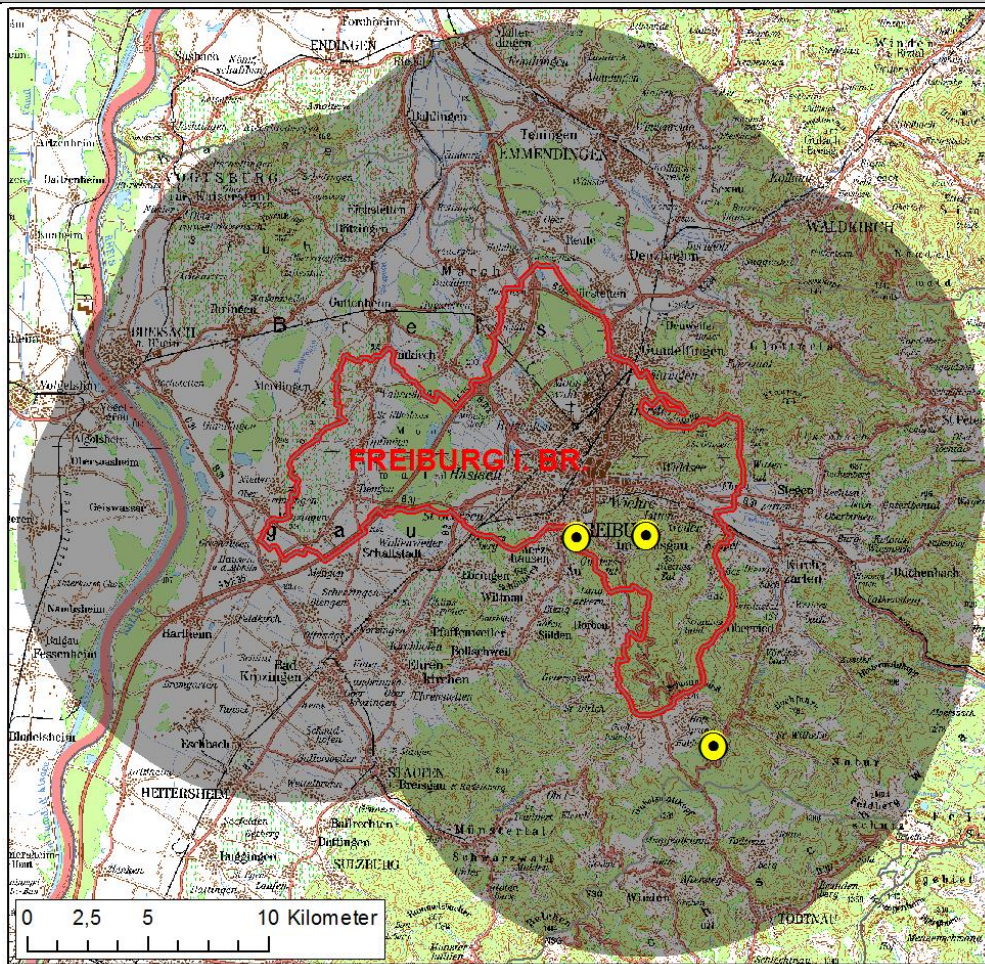
Zipfelweg seit 1998  
Wonnhalde seit 2001  
Ochsenschlag seit 2010

### *Räumliche Abdeckung*

Stadtkreis Freiburg, südlicher  
Schwarzwald

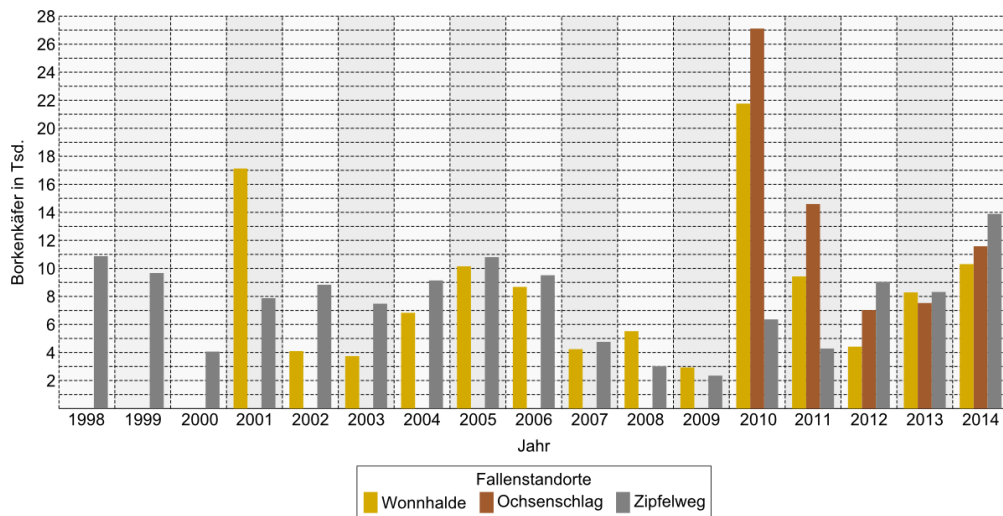
### 3. Bisheriges Ergebnis

Darstellung



● Fallenstandorte      ■ 10-Kilometer-Puffer um Stadtkreis Freiburg

**Lage der Borkenkäfer-Fallenstandorte Wonnhalde (350-470 m ü. NN), Ochsenschlag (700 m ü. NN) und Zipfelweg (950 m ü. NN) (Quelle: Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, FVA)**



**Jährliche Fangsummen des Borkenkäfers an den drei seit 1998 (Quelle: Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, FVA)**

Der Borkenkäfer findet sich weltweit in allen Laub- und Nadelbaumbeständen, wo er sich meist mehr oder weniger auf bestimmte Baumarten spezialisiert. Die meisten Arten besiedeln geschädigte oder bereits abgestorbene Bäume und tragen zu deren Zersetzung bei. Es gibt jedoch auch einige, wie den Buchdrucker, die als gefährliche Forstschädlinge gelten, da sie auch gesunde Bäume befallen. Unter günstigen Bedingungen vermehren sich diese in kürzester Zeit und können ganze Waldbestände erheblich schädigen. Vor allem nach größeren Schadereignissen, wie z. B. Windwurf oder Schneebruch, kann es in den Folgejahren zu einer Massenvermehrung mit gravierenden Folgen kommen.

Neben einem geeigneten Brutraumangebot ist die Entwicklung des Borkenkäfers wie bei allen Insekten temperaturabhängig und dauert zwischen sechs und 22 Wochen. Aus diesem Grund bildet z. B. der Buchdrucker (*Ips typographus*) in tieferen Lagen zwei, in Hochlagen dagegen nur eine Generation im Jahr aus. Die Entwicklung beginnt bei etwa 8 °C und endet bei 39 °C, die optimalen Bedingungen sind etwa bei 30 °C gegeben. Durch den klimawandelinduzierten Temperaturanstieg in allen Höhenstufen verlängert sich nun zum einen die mögliche Entwicklungszeitspanne und zum anderen läuft die Generationsfolge rascher ab.

Das Borkenkäfer-Monitoring der FVA Baden-Württemberg wird in Freiburg und näherer Umgebung durch den Fang der bei uns wichtigsten Borkenkäferarten (Buchdrucker, Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*) und des gestreiften Nadelnutzholzborkenkäfers (*Xyloterus lineatus*)) mittels Pheromonfallen durchgeführt. Die Maßnahme dient der Überwachung des Flugverlaufs, sodass die forstliche Praxis zeitnah über den aktuellen Entwicklungsstand in Kenntnis gesetzt und dementsprechend rechtzeitig Bekämpfungsstrategien zur Anwendung kommen können. Um dem Borkenkäferbefall entgegenzutreten, werden die befallenen Bäume aus dem Bestand entnommen. In Freiburg werden keine Pflanzenschutzmittel im Wald eingesetzt.

Zur Beobachtung der unterschiedlichen Wuchsgebiete in Baden-Württemberg wurden die Pheromonfallen in verschiedenen Höhenlagen angebracht, davon drei im Südschwarzwald. Der tiefste Standort liegt im Stadtkreis Freiburg in der „Wonnhalde“ und ist mit 350-470 m Höhe ü. NN im kollinen-warmen Bereich. Eine weitere Falle ist im „Ochsenschlag“ (Stadtkreis Freiburg) in mittelmontaner Lage (700 m ü. NN) angebracht. Die dritte steht beim „Zipfelweg“, welcher sich mit 950 m Höhe ü. NN im montan-kühlen Bezirk befindet. Bis 2001 gab es nur die Pheromonfalle im „Zipfelweg“, dann wurde die „Wonnhalde“ eingerichtet. Erst 2010 kam ein weiterer Standort im „Ochsenschlag“ hinzu.

Die Grafik stellt die jährlichen Fangsummen des Buchdruckers an den drei Fallenstandorten dar. Aus den Daten der letzten 16 Jahre ist kein Trend ersichtlich. Die Jahre mit den höchsten Buchdruckeraufkommen waren 2001 und 2010. 2001 kann dies auf eine Kalamität, verursacht durch den Orkan Lothar 1999 zurückgeführt werden. Die Forstwirtschaft war überfordert mit der Aufarbeitung des Sturmholzes und so gab es genügend geeignete Vermehrungsstätten. Für 2010 konnte keine entsprechende Begründung ausfindig gemacht werden. Die Anzahl der gefangenen Tiere variiert zwischen den Standorten, aber keine der Höhenstufen dominiert.

Inwiefern sich die allgemeine Flugdauer verlängert bzw. verschoben oder die jährliche Anzahl von Generationen verändert hat, kann nicht aus den vorhandenen Daten bestimmt werden. Die FVA Baden-Württemberg ist jedoch im Besitz von wöchentlich aufgeschlüsselten Informationen, welche für einen weiteren Vergleich herangezogen werden

könnten.

#### 4. Literatur

SMUL = SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT  
(Hrsg.) (2014: Klimafolgenmonitoring in Sachsen. Indikatoren zur Beobachtung von  
Klimafolgen.

WERMELINGER, B. & M. SEIFERT (1998): Analysis of the temperature dependent  
development of the spruce bark beetle *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytidae) in: J.  
Appl. Entomol. 122 (4,) S. 185-191.

BAYERISCHE FORSTVERWALTUNG:

<http://www.stmelf.bayern.de/wald/waldschutz/borkenkaefer/> (04.11.2014)

FVA = FORSTLICHE VERSUCHUNGS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG:

[http://www.fva-bw.de/indexjs.html?http://www.fva-bw.de/monitoring/ws/kaefer/  
borkenkaefer.html](http://www.fva-bw.de/indexjs.html?http://www.fva-bw.de/monitoring/ws/kaefer/borkenkaefer.html) (04.11.2014)

WALDWISSEN:

[http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/insekten/bfw\\_klimawandel\\_  
borkenkaefer/index\\_DE](http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/insekten/bfw_klimawandel_borkenkaefer/index_DE) (04.11.2014)



## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Land- und Forstwirtschaft (LF)

### *Indikationsfeld*

Bodenwasserhaushalt und  
Bodentemperatur (LF7)

### *Indikator*

Bodentemperatur in 5 cm

### *Kennnummer*

LF7-1-(I)

### *Stand*

31.12.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

Bodentemperaturen (BO-I-2)

### *Definition*

Entwicklung der Bodentemperatur in 5 cm unterhalb der Erdoberfläche.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Insbesondere die landwirtschaftliche Produktion wird durch den jahreszeitlichen Wechsel des Wetters bestimmt. Als ein prägender Faktor gilt die Bodentemperatur, da sie unmittelbar den Zeitpunkt zur Bestellung beeinflusst. Eine dauerhafte Beobachtung der Bodentemperatur wird daher als sinnvoll erachtet.

### *Berechnungsvorschrift*

### *Unsicherheiten / Hinweise*

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Bodentemperatur 5 cm

### *Datenhalter*

DWD

### *Übergaberestrictionen*

Abstimmung mit DWD erforderlich.

### *Einheit / Datenformat*

°C / Excel-File

### *Erhebungsintervall*

stündlich

### *Zeitraum*

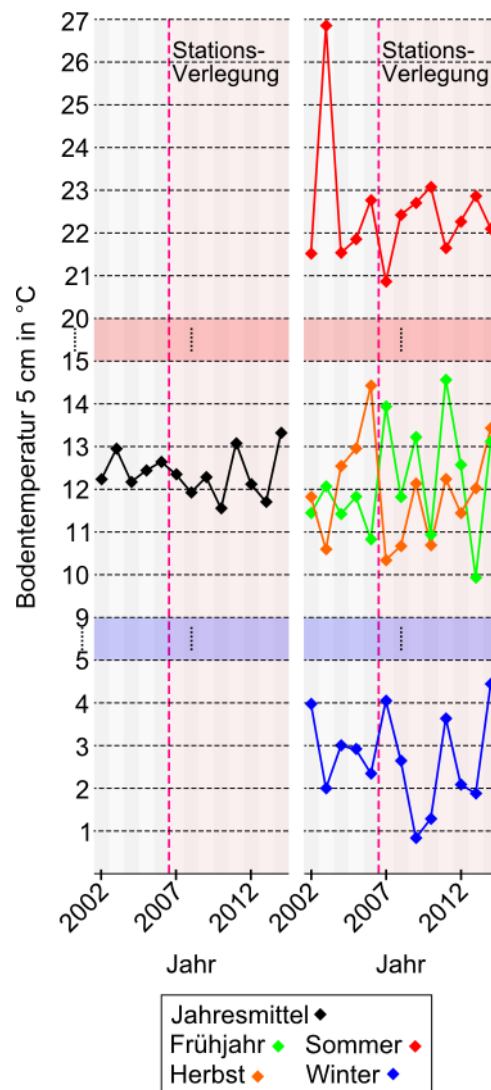
seit 2001

### *Räumliche Abdeckung*

Stadtgebiet Freiburg

### 3. Bisheriges Ergebnis

#### Darstellung



**Bodentemperaturen in 5 cm Tiefe der Klimastation Freiburg von 2002-2014 (Quelle: Datenserver WebWerdis, Deutscher Wetterdienst)**

#### Dateninterpretation

Die Bodentemperatur und ihr Jahresverlauf werden neben den klimatischen von einer Vielzahl von bodenbürtigen Faktoren (Bodenart, Bodenwassergehalt etc.) beeinflusst. Der jährliche Bodentemperaturverlauf weist tiefenabhängige Veränderungen auf. Nahe der Oberfläche ähnelt der Kurvenverlauf dem der Lufttemperatur. Als „Low-Pass-Filter“ spiegeln sich Langzeit-Trends von Temperaturänderungen in den tieferen Bodenschichten wieder. Je größer die Bodentiefe ist, desto schwächer ist die Temperaturamplitude im Jahresverlauf ausgeprägt. Zusätzlich findet mit zunehmender Tiefe eine Phasenverschiebung statt. Die sommerliche Erwärmung kommt erst später im Jahr in den tieferen Bodenschichten an.

Betrachtet man die Entwicklung der Bodentemperaturen jahreszeitenspezifisch, so lässt sich für den Frühling ein vager Trend zu erhöhten Werten feststellen. Seit dem Jahr 2007 wurde

der Wert von 13 °C in vier Jahren überschritten. Dies bedeutet gegenüber dem Zeitraum vor 2007 eine Erhöhung der Bodentemperaturen um 1-2 °C. In den übrigen Jahreszeiten und auch im Gesamtjahr lässt sich keine derartige Häufung von höheren Bodentemperaturen feststellen. Vielmehr schwanken die Werte hier sehr viel ausgeprägter.

#### 4. Literatur

BÖHME, H. UND F. BÖTTCHER (2011): Bodentemperaturen im Klimawandel - Auswertung der Messreihe der Säkularstation Potsdam, in: Klimastatusbericht, S. 85-90.

DWD = DEUTSCHER WETTERDIENST: <http://www.dwd.de> (28.07.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Land- und Forstwirtschaft (LF)

### *Indikationsfeld*

Humusgehalt des Bodens (LF8)

### *Indikator*

Humusgehalte in forstwirtschaftlich genutzten Böden

### *Kennnummer*

LF8-1-(I)

### *Stand*

29.07.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

Humusversorgung und Wasserrückhaltung in forstwirtschaftlich genutzten Böden (FW-R-7)

### *Definition*

Veränderung des Kohlenstoffgehaltes im Oberboden als Indikator zur langfristigen Entwicklung des Humusvorrates.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Ansteigende Bodentemperaturen beschleunigen die Mineralisierungsprozesse im Boden, so dass unter Umständen der Humus schneller abgebaut wird als er sich bildet. Der Klimawandel könnte somit den Humusabbau forcieren. Allerdings ist auch eine Hemmung der Mineralisierung innerhalb längerer Trockenperioden denkbar. Wassermangel hemmt demnach die biotischen Abbauprozesse im Boden und kann damit auch eine Humusanreicherung bewirken. Humus hat nicht nur einen wichtigen Einfluss auf die viele Bodenfunktionen, wie Speicherung von Nährstoffen und Wasser, sondern er spielt auch eine zentrale Rolle im globalen Kohlenstoffkreislauf. Humus wirkt bei der Entstehung und Regulierung klimarelevanter Treibhausgase mit. Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) als wichtigstes Treibhausgas wird durch Mineralisierung aus den Böden freigesetzt und ist damit aus Sicht des Klimaschutzes von hoher Bedeutung. Um die Auswirkungen des Klimawandels zu beobachten, wird die Erfassung des Humusgehaltes daher als sinnvoll erachtet.

**Berechnungsvorschrift**

Differenz in der Bodenaufgabe in (t/ha/a).

**Unsicherheiten / Hinweise**

Der Humusgehalt des Oberbodens ist nicht nur von klimatischen Einflussgrößen abhängig. Die Bodenart, der Pflanzenbestand und die Bewirtschaftung sind weitere Faktoren, die sich auf die Humusbildung auswirken. Beispielsweise sorgen Kalkungen auf stark versauerten Waldböden für günstigere Bedingungen des Bodenlebens, wodurch Mineralisierungsprozesse in Gang gesetzt werden oder beschleunigt werden. Bodenschutzkalkungen überprägen den Einfluss des Klimawandels daher teilweise erheblich.

**2. Datensatz**

**Titel Datensatz**

Bodenzustandserhebung I und II.

**Datenhalter**

FVA Baden-Württemberg

**Übergaberestrictionen**

Abstimmung mit FVA erforderlich

**Einheit / Datenformat**

t/ha/a / Excel-File

**Erhebungsintervall**

< 20 Jahre (unregelmäßig)

**Zeitraum**

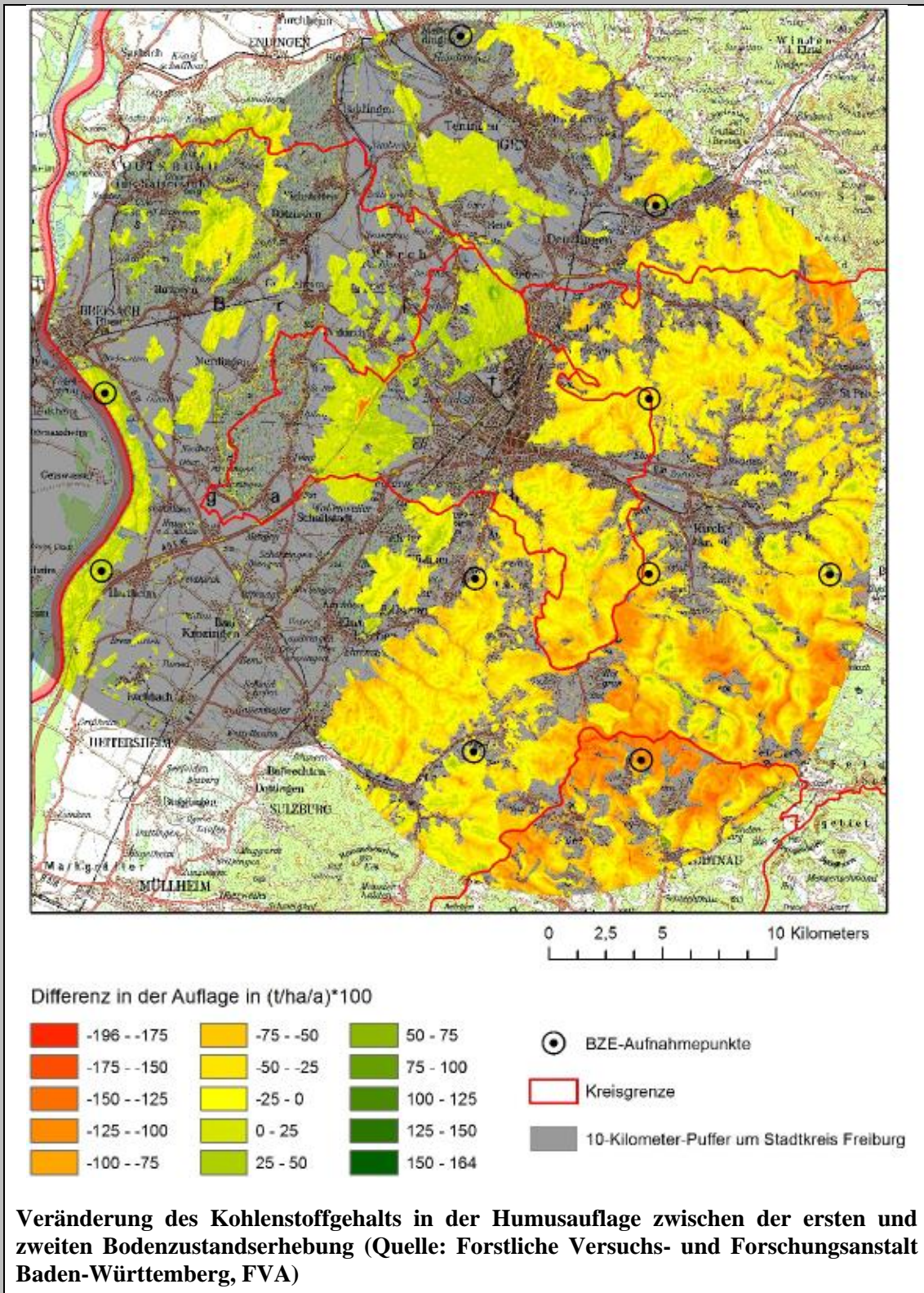
seit 1989

**Räumliche Abdeckung**

10-km-Puffer Stadtgebiet Freiburg

### 3. Bisheriges Ergebnis

#### Darstellung



#### Dateninterpretation

Obige Abbildung zeigt die Differenz des Kohlenstoffgehalts in der Humusauflage des Bodens zwischen der ersten (1989-1991) und zweiten Bodenzustandserhebung (2005-2008). Für den

Stadtkreis Freiburg (inklusive eines Zehn-Kilometer-Puffers) ist eine deutliche Zweiteilung der Entwicklung zu verzeichnen. Für die Böden der Schwarzwaldlagen ist, abgesehen von einigen Tälern, ein Humusschwund zu beobachten. In den höchstgelegenen Gebieten nahm der Kohlenstoffgehalt in der Auflage um bis zu 10.000 Tonnen pro Hektar und Jahr ab. Die Ursache ist einerseits in den Bodenschutzkalkungen und andererseits in erhöhten Bodentemperaturen zu sehen. Beide Faktoren begünstigen hier das Bodenleben, so dass der Humusabbau beschleunigt wird.

In den tiefer gelegenen Gebieten der Oberrheinebene ist eine gegenläufige Entwicklung zu beobachten. Dies ist auf die Stagnation der Mineralisierung durch Hitze und Trockenheit im Oberrheingraben zurückzuführen.

#### **4. Literatur**

SMUL = SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (Hrsg.) (2014), Klimafolgenmonitoring in Sachsen. Indikatoren zur Beobachtung von Klimafolgen.

TMLFUN = THÜRINGER MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND NATURSCHUTZ (Hrsg.) (2009): IMPAKT. Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen.



## 8.2.3 Handlungsfeld: Innerstädtische Grünfläche – IGr

<b>1. Indikator</b>	
<b>Handlungsfeld</b>	<b>Indikationsfeld</b>
Innerstädtische Grünflächen (IGr)	Veränderung und Beeinflussung der Vegetation in Städten (IGr1)
<b>Indikator</b>	<b>Kennnummer</b>
Entwicklung der GALK Straßenbaumliste hinsichtlich strahlungs-, trocken- und hitzetoleranter bzw. feuchtigkeitsliebender Arten	IGr1-1-(R)a
<b>Stand</b>	<b>Machbarkeitsstufe</b>
08.09.2014	1 – unmittelbar darstellbar
<b>DAS-Abgleich</b>	
n. v.	
<b>Definition</b>	
Als Anpassungsmaßnahme an zunehmenden Trocken- bzw. Hitzestress von Stadtbäumen werden die Arten/Sorten der GALK Straßenbaumliste hinsichtlich ihrer Eignung und Baumartenbeschreibungen dargestellt.	
<b>Relevanz / Klimasensitivität</b>	
Stadt- und Straßenbäume sind extremen Bedingungen wie Trocken-, Hitze- und Strahlungsstress ausgesetzt. Der Klimawandel wird die Standortbedingungen in Städten verschärfen. Deshalb ist die Auswahl von geeigneten Baumarten schon jetzt von zentraler Bedeutung.	
<b>Berechnungsvorschrift</b>	
Anteile der als strahlungs-, trocken- und hitzetolerant geltenden bzw. auf Feuchtigkeit angewiesenen Arten sowie eine Unterteilung nach „geeignet“, „bedingt geeignet“ und „nicht geeignet“.	

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Obwohl sich Freiburg an der GALK Straßenbaumliste orientiert, werden auch Arten gepflanzt, welche nicht in der Auflistung vertreten sind. Vor allem bei Sträuchern stützt sich die Auswahl auf langjährige Erfahrung. Dies hat sich durchaus als sinnvoll erwiesen, da die Empfehlungen der GALK Straßenbaumliste für ganz Deutschland gelten und die regionalen Voraussetzungen keine Berücksichtigung finden. Bisher existiert keine schriftliche Aufstellung über die Arten, welche in Freiburg tatsächlich verwendet werden. Im derzeit in Entwicklung befindlichen Straßenbaumkataster werden solche Informationen dokumentiert und stehen in Zukunft zur Verfügung.

Die Eignung zur Pflanzung bestimmter Arten und Sorten basiert nicht nur auf deren Feuchtigkeitsansprüchen oder ihrer Strahlungs-, Trocken- und Hitzetoleranz. Vielmehr müssen neben der Anpassung an das Stadtklima auch Faktoren wie Sicherheit (z. B. Pappeln als spontane Grünastabwerfer, Windbrüchigkeit, Bodenwellen durch Wurzeln, Eichenprozessionsspinner etc.) und Krankheits- bzw. Schädlingsresistenz (z. B. Masaria bei Platanen, Kastanienminiermotte, Buchsbaumzünsler, Ulmensterben etc.) bei den Empfehlungen berücksichtigt werden.

Es wurden nur Arten bzw. Sorten gezählt, deren Beschreibung auf Strahlungs-, Hitze- und / oder Trockenheitstoleranz bzw. höhere Feuchtigkeitsansprüche hinweisen. Es ist deshalb nicht ausgeschlossen, dass weitere der aufgelisteten Arten eine größere Toleranz bzw. Feuchtigkeitsansprüche haben.

## **2. Datensatz**

### *Titel Datensatz*

GALK Straßenbaumlisten

### *Datenhalter*

Deutsche  
Gartenamtsleiterkonferenz  
(GALK e.V., AK Stadtbäume)

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

Anzahl

### *Erhebungsintervall*

unregelmäßig

### *Zeitraum*

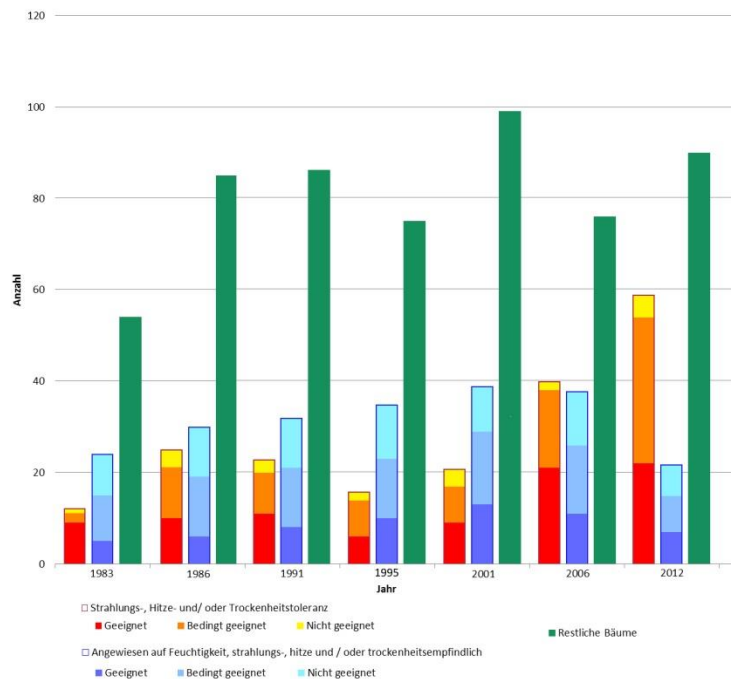
seit 1983

### *Räumliche Abdeckung*

deutschlandweit

### 3. Bisheriges Ergebnis

#### Darstellung



**Anteile der als strahlungs-, trocken- und hitzetolerant geltenden bzw. auf Feuchtigkeit angewiesenen Arten sowie eine Unterteilung nach „geeignet“, „bedingt geeignet“ und „nicht geeignet“ (Quelle: GALK Straßenbaumliste 1983-2012)**

#### Dateninterpretation

Stadt- bzw. Straßenbäume sind für Gesundheit, Wohlbefinden, Naturerleben, Stadtklima und Luftqualität wichtig. Damit sie auch zukünftig ihre Aufgaben erfüllen können, sind schon jetzt die Folgen des Klimawandels bei der Auswahl der Baumarten mit einzubeziehen.

Die GALK Straßenbaumliste ist in Deutschland ein wichtiges Instrument zur Orientierung bei der Pflanzung von Straßen- und Stadtbäumen. 1975 wurde der „Arbeitskreis Stadtbäume“ ins Leben gerufen, mit dem Ziel geeignete Bäume für den Standort Stadt bzw. Straße aufzulisten, welche in ganz Deutschland eingesetzt werden können. Diese Vorlage wird in unregelmäßigen Abständen durch den Arbeitskreis fortgeschrieben und stetig erweitert. Eingearbeitet werden vor allem neue Erkenntnisse aus dem In- und Ausland über Baumarten und -sorten, Neuzüchtungen und deren Eigenschaften sowie Gefährdungen. Aus diesen Daten resultiert dann die Einstufung, ob Bäume zur Pflanzung geeignet, bedingt geeignet oder nicht geeignet sind. Die Empfehlung zur Pflanzung bestimmter Arten und Sorten basiert nicht nur auf ihren Feuchtigkeitsansprüchen oder ihrer Strahlungs-, Trocken- und Hitzetoleranz. Vielmehr müssen neben der Anpassung an das Stadtklima auch Faktoren wie Sicherheit und Krankheits- bzw. Schädlingsresistenz Berücksichtigung finden. Zusätzlich muss bedacht werden, dass Krankheitserreger und Schädlinge in ihrer Ausbreitung ebenfalls vom Klimawandel beeinflusst werden und dadurch neue Gefahren drohen. Durch die Verteilung

der Fachleute auf ganz Deutschland ist sichergestellt, dass die klimatischen Verhältnisse der gesamten Bundesrepublik abgedeckt sind. Anfangs beruhte die Einstufung auf Erfahrungswerten und nicht auf wissenschaftlich fundierten Erkenntnissen. Mittlerweile gibt es aber zusätzlich sogenannte Straßenbaumtests, in denen neue, bisher nicht verwendete Arten, auf ihre Eignung hin untersucht werden. In den letzten Jahren hat auch hier das Thema Klimawandel an Bedeutung gewonnen.

Die Abbildung zeigt die Anteile der als strahlungs-, trockenheits- und hitzetolerant eingestuft bzw. auf Feuchtigkeit angewiesenen Arten sowie eine Unterteilung nach „geeignet“, „bedingt geeignet“ und „nicht geeignet“. Es lässt sich erkennen, dass schon 1983 Beschreibungen zum Wasserbedarf, der Strahlungs-, Hitze- und Trockenheitstoleranz eingearbeitet wurden. Insgesamt ist mit jeder Aktualisierung der Straßenbaumliste ein Anstieg der Baumarten zu verzeichnen. Seit 1995 nehmen die Vermerke für Strahlungs-, Trockenheits- und Hitzetauglichkeit in den Charakterisierungen deutlich zu. Nur ein geringer Teil der betroffenen Baumarten wird nicht zur Pflanzung empfohlen. Die Grafik lässt bei der Baumauswahl den Einbezug der prognostizierten Auswirkungen durch die anthropogene Erderwärmung deutlich erkennen.

Die Anzahl der feuchtigkeitsliebenden Spezies steigt bis ins Jahr 2001 an und sinkt dann ab. In dieser Kategorie werden schon mehr Pflanzen als untauglich eingestuft. Manche Baumarten, wie Fraxinus-Sorten, galten jahrelang als Arten mit höherem Feuchtigkeitsbedarf. Erst in den Überarbeitungen seit 2006 erfolgte eine Zuordnung als trockenheits- und hitzetolerant sowie stadtklimafest. Dieses Beispiel lässt gut erkennen, dass neue Erkenntnisse in die GALK Straßenbaumliste mit aufgenommen werden.

Der Anteil der Baumarten ohne jegliche Hinweise auf Temperaturvorlieben und Wasserbedarf schwankt von Überarbeitung zu Überarbeitung und lässt keine Tendenz erkennen.

#### 4. Literatur

BAUER, J. (2005), Aktuelles zur GALK-Straßenbaumliste. Referat auf den Nordischen Baumtagen.

GALK-ARBEITSKREIS STADTBÄUME (1983), Beurteilung von Baumarten für die Verwendung im städtischen Straßenraum, in: Grün ist Leben. Baumschulen schaffen Leben, Bund Deutscher Baumschulen e.V. (Hrsg.), S.1-7.

GALK-ARBEITSKREIS STADTBÄUME (1986), Ständige Konferenz der Gartenbauamtsleiter beim Deutschen Städtetag. Beurteilung von Baumarten für die Verwendung im städtischen Straßenraum (Straßenbaumliste der Gartenbauamtsleiter, Stand 1986), in: Das Gartenamt. Zeitschrift für Umweltgestaltung, Freiraumplanung, Grünflächen- und Sportstättenbau (Hrsg.), Sonderdruck Nr. 35, S. 666-675.

GALK-ARBEITSKREIS STADTBÄUME (1991), Straßenbaumliste der Gartenbauamtsleiter. Beurteilung von Baumarten für die Verwendung im städtischen Straßenraum, in: Baumschulpraxis (Hrsg.), Nr. 4 /92, S. 163-178.

GALK-ARBEITSKREIS STADTBÄUME (1995), Straßenbaumliste der Gartenbauamtsleiter. Beurteilung von Baumarten für die Verwendung im städtischen Straßenraum, in:

Bund Deutscher Baumschulen e.V. (Hrsg.): Grün ist Leben. Baumschulen schaffen Leben, Sonderdruck Nr. 11 /95, S. 3-17.

GALK-ARBEITSKREIS STADTBÄUME (2001), Straßenbaumliste der Gartenbauamtsleiter - Stand 2001 - Beurteilung von Baumarten für die Verwendung im städtischen Straßenraum. Ständige Konferenz der Gartenbauamtsleiter beim Deutschen Städtetag, in: Stadt und Grün (Hrsg.), Nr. 03 / 2001, S. 193-209

GALK-ARBEITSKREIS STADTBÄUME (Hrsg.) (2006), Straßenbaumliste 2006.

GALK-ARBEITSKREIS STADTBÄUME (Hrsg.) (2012), Straßenbaumliste 2012

ROLOFF, A. (2013), Bäume in der Stadt. Besonderheiten – Funktion – Nutzen – Arten – Risiken.

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Innerstädtische Grünflächen (IGr)

### *Indikationsfeld*

Veränderung und Beeinflussung der Vegetation in Städten (IGr1)

### *Indikator*

Entwicklung der GALK Straßenbaumliste hinsichtlich windfester bzw. -brüchiger Baumarten

### *Kennnummer*

IGr1-2-(R)b

### *Stand*

09.09.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n. v.

### *Definition*

Als Anpassungsmaßnahme an häufige Extremereignisse wie Stürme werden die Arten/Sorten der GALK Straßenbaumliste hinsichtlich ihrer Windfestigkeit bzw. -brüchigkeit abgebildet.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Stadt- und Straßenbäume sind schon jetzt extremen Bedingungen ausgesetzt, welche der Klimawandel weiter verschärfen wird. Stürme beeinträchtigen die Sicherheit, so dass bei der Auswahl der zu pflanzenden Bäume verstärkt auf ihre Windfestigkeit geachtet werden sollte.

### *Berechnungsvorschrift*

Anteile der als windfest bzw. windbrüchig angegebenen Arten sowie eine Unterteilung nach „geeignet“, „bedingt geeignet“ und „nicht geeignet“.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Obwohl sich Freiburg an der GALK Straßenbaumliste orientiert, werden auch Arten gepflanzt, welche nicht in der Auflistung vertreten sind. Vor allem bei Sträuchern stützt sich die Auswahl auf langjährige Erfahrung. Dies hat sich durchaus als sinnvoll erwiesen, da die

Empfehlungen der GALK Straßenbaumliste für ganz Deutschland gelten und die regionalen Voraussetzungen keine Berücksichtigung finden. Bisher existiert keine schriftliche Aufstellung über die Arten, welche in Freiburg tatsächlich verwendet werden. Im derzeit in Entwicklung befindlichen Straßenbaumkataster werden solche Informationen dokumentiert und stehen in Zukunft zur Verfügung.

Die Eignung zur Pflanzung bestimmter Arten und Sorten basiert nicht nur auf deren Windfestigkeit bzw. -brüchigkeit. Neben dem Faktor Sicherheit, müssen sie auch den Anforderungen des Stadtklimas genügen sowie eine gewisse Krankheits- und Schädlingsresistenz aufweisen.

Es wurden nur Arten bzw. Sorten gezählt, deren Beschreibung auf Windfestigkeit bzw. -brüchigkeit hinweisen. Es ist deshalb nicht ausgeschlossen, dass weitere der aufgelisteten Arten windfest bzw. -brüchig sind.

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

GALK Straßenbaumlisten

### *Datenhalter*

Deutsche  
Gartenamtsleiterkonferenz  
(GALK e.V., AK Stadtbäume)

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

Anzahl

### *Erhebungsintervall*

unregelmäßig

### *Zeitraum*

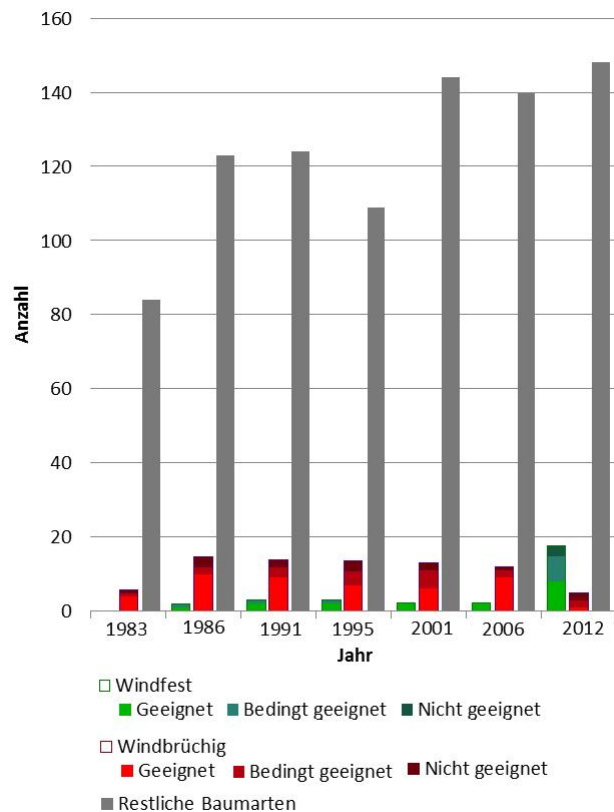
seit 1983

### *Räumliche Abdeckung*

deutschlandweit

### 3. Bisheriges Ergebnis

#### Darstellung



**Anteile der als windfest bzw. windbrüchig angegebenen Arten sowie eine Unterteilung nach „geeignet“, „bedingt geeignet“ und „nicht geeignet“ (Quelle: GALK Straßenbaumliste)**

#### Dateninterpretation

Stadt- bzw. Straßenbäume sind für Gesundheit, Wohlbefinden, Naturerleben, Stadtklima und Luftqualität wichtig. Damit sie auch zukünftig ihre Aufgaben erfüllen können, sind schon jetzt die Folgen des Klimawandels bei der Auswahl der Baumarten mit einzubeziehen.

Die GALK Straßenbaumliste ist in Deutschland ein wichtiges Instrument, zur Orientierung bei der Pflanzung von Straßen- und Stadtbäumen. 1975 wurde der „Arbeitskreis Stadtbäume“ ins Leben gerufen. Die Zielsetzung sah vor geeignete Bäume für den Standort Stadt bzw. Straße aufzulisten, welche in ganz Deutschland eingesetzt werden können. Diese Vorlage wird in unregelmäßigen Abständen durch den Arbeitskreis fortgeschrieben und stetig erweitert. Eingearbeitet werden vor allem neue Erkenntnisse aus dem In- und Ausland, über Baumarten und -sorten, Neuzüchtungen und deren Eigenschaften sowie Gefährdungen. Aus diesen Daten resultiert dann die Einstufung, ob Bäume zur Pflanzung geeignet, bedingt geeignet oder nicht geeignet sind. Die Empfehlung zur Pflanzung bestimmter Arten und Sorten basiert nicht nur auf ihrer Windfestigkeit bzw. -brüchigkeit. Neben Faktoren wie Sicherheit müssen die Arten auch den Anforderungen des Stadtklimas genügen sowie eine gewisse Krankheits- und Schädlingsresistenz aufweisen. Durch die Verteilung der Fachleute



auf ganz Deutschland ist sichergestellt, dass die klimatischen Verhältnisse der gesamten Bundesrepublik abgedeckt sind. Anfangs beruhte die Einstufung auf Erfahrungswerten und nicht auf wissenschaftlich fundierten Erkenntnissen. Mittlerweile gibt es aber zusätzlich sog. Straßenbaumtests, in denen neue, bisher nicht verwendete Arten auf ihre Eignung hin untersucht werden. In den letzten Jahren hat auch hier das Thema Klimawandel an Bedeutung gewonnen.

Freiburg orientiert sich an der GALK Straßenbaumliste, pflanzt aber auch Arten, welche nicht in dieser vertreten sind. Vor allem bei Sträuchern stützt sich die Auswahl auf langjährige Erfahrung. Bisher existiert keine Dokumentation der Arten, welche in Freiburg tatsächlich verwendet werden. Im derzeit in der Entwicklung befindlichen Straßenbaumkataster werden solche Informationen dokumentiert und stehen in Zukunft zur Verfügung.

Die Abbildung zeigt die Anteile der als windfest bzw. windbrüchig eingestuften Arten sowie eine Unterteilung nach „geeignet“, „bedingt geeignet“ und „nicht geeignet“. Nach jeder Aktualisierung der Straßenbaumliste ist ein Anstieg der Baumarten zu verzeichnen, aber erst seit 2012 ist eine deutliche Zunahme der als windfest deklarierten Bäume zu erkennen. Mit 18 von 171 Bäumen stellen sie jedoch nur einen sehr geringen Anteil dar. Windbrüchige Baumarten werden schon seit 1983 beschrieben. Ihre Anzahl unterliegt zwischen 1986 und 2006 nur geringen Schwankungen und sinkt erst 2012 merklich ab.

#### 4. Literatur

BAUER, J. (2005), Aktuelles zur GALK-Straßenbaumliste. Referat auf den Nordischen Baumtagen.

GALK-ARBEITSKREIS STADTBÄUME (1983), Beurteilung von Baumarten für die Verwendung im städtischen Straßenraum, in: Grün ist Leben. Baumschulen schaffen Leben, Bund Deutscher Baumschulen e.V. (Hrsg.), S.1-7.

GALK-ARBEITSKREIS STADTBÄUME (1986), Ständige Konferenz der Gartenbauamtsleiter beim Deutschen Städtetag. Beurteilung von Baumarten für die Verwendung im städtischen Straßenraum (Straßenbaumliste der Gartenbauamtsleiter, Stand 1986), in: Das Gartenamt. Zeitschrift für Umweltgestaltung, Freiraumplanung, Grünflächen- und Sportstättenbau (Hrsg.), Sonderdruck Nr. 35, S. 666-675.

GALK-ARBEITSKREIS STADTBÄUME (1991), Straßenbaumliste der Gartenbauamtsleiter. Beurteilung von Baumarten für die Verwendung im städtischen Straßenraum, in: Baumschulpraxis (Hrsg.), Nr. 4 /92, S. 163-178.

GALK-ARBEITSKREIS STADTBÄUME (1995), Straßenbaumliste der Gartenbauamtsleiter. Beurteilung von Baumarten für die Verwendung im städtischen Straßenraum, in: Bund Deutscher Baumschulen e.V. (Hrsg.): Grün ist Leben. Baumschulen schaffen Leben, Sonderdruck Nr. 11 /95, S. 3-17.

GALK-ARBEITSKREIS STADTBÄUME (2001), Straßenbaumliste der Gartenbauamtsleiter - Stand 2001 - Beurteilung von Baumarten für die Verwendung im städtischen Straßenraum. Ständige Konferenz der Gartenbauamtsleiter beim Deutschen Städtetag,

in: Stadt und Grün (Hrsg.), Nr. 03 / 2001, S. 193-209.

GALK-ARBEITSKREIS STADTBÄUME (Hrsg.) (2006), Straßenbaumliste 2006.

GALK-ARBEITSKREIS STADTBÄUME (Hrsg.) (2012), Straßenbaumliste 2012.

ROLOFF, A. (2013), Bäume in der Stadt. Besonderheiten – Funktion – Nutzen – Arten – Risiken.

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Innerstädtische Grünflächen (IGr)

### *Indikationsfeld*

Veränderung und Beeinflussung der Vegetation in Städten (IGr1)

### *Indikator*

Anzahl der Gießgänge

### *Kennnummer*

IGr1-1-(R)c

### *Stand*

23.07.2014

### *Machbarkeitsstufe*

3 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n.v.

### *Definition*

Anzahl Gießgänge für Freiburger Stadtbäume pro Jahr

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Die im Zuge des Klimawandels erwartete mögliche Veränderung des Niederschlagsregimes könnte eine zunehmende Trockenheit während des Sommerhalbjahres bedeuten. Frisch gepflanzte Jungbäume reagieren empfindlich auf Trockenstress. Aus diesem Grund wird eine Bewässerung in den ersten Jahren als sinnvolle Anpassungsmaßnahme an den Klimawandel betrachtet.

### *Berechnungsvorschrift*

Anzahl der Gießgänge pro Jahr

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Die Daten mussten aus handschriftlichen Aufzeichnungen extrahiert werden, was den Aufwand zur Darstellung des Indikators deutlich erhöhte. Mit der Fertigstellung des Baumkatasters können diese Informationen zukünftig ohne großen Aufwand gewonnen werden.

## 2. Datensatz

### Titel Datensatz

Gießgänge

### Datenhalter

Garten- und Tiefbauamt Stadt  
Freiburg (GuT)

### Übergaberestrictionen

keine

### Einheit / Datenformat

Anzahl der Gießgänge pro Jahr

### Erhebungsintervall

jährlich

### Zeitraum

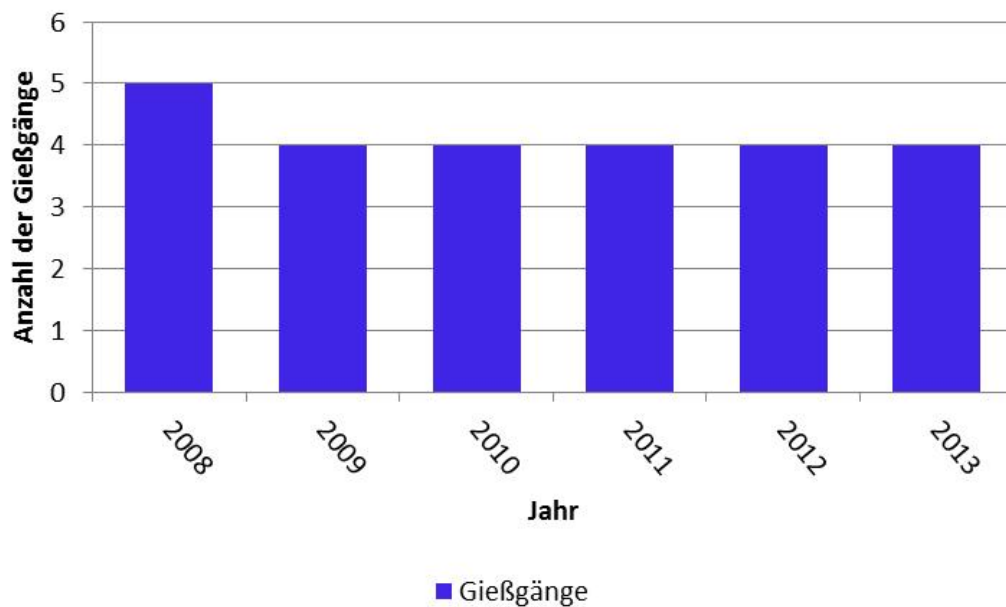
seit 2008

### Räumliche Abdeckung

Stadtgebiet Freiburg

## 3. Bisheriges Ergebnis

### Darstellung



Anzahl der Gießgänge pro Jahr seit 2008 (Quelle: Garten- und Tiefbauamt)

### *Dateninterpretation*

Frisch gepflanzte Jungbäume reagieren empfindlich auf Trockenstress. Um das Anwachsen zu sichern, werden diese Bäume in den ersten Jahren bewässert.

In Freiburg werden junge Stadtbäume in den ersten zwei Jahren nach ihrer Pflanzung viermal pro Jahr gegossen. In sehr trockenen Jahren wird häufiger bewässert. Folgen mehrere sehr trockene Jahre aufeinander werden auch die bis zu fünf Jahre alten Exemplare miteinbezogen.

Die Grafik stellt die Anzahl der jährlichen Gießgänge dar und lässt erkennen, dass im Jahr 2008 mehr als die üblichen vier Gießgänge stattfanden. Die Gießperiode erstreckt sich in der Regel von März bis September. Der Zeitpunkt des ersten Gießgangs 2008 erfolgte mit Mitte Februar relativ früh. Die Niederschlagsraten im Januar und Februar dieses Jahres lagen für Freiburg deutlich unter dem Durchschnitt. In den übrigen Jahren sind bisher keine Veränderungen bei der Anzahl von Gießgängen zu verzeichnen.

Leider gibt es keine Informationen über die Anzahl der zu gießenden Bäume. Es konnte nicht in Erfahrung gebracht werden, ob bereits eine Erweiterung bei den zu gießenden Jungbäumen von zwei auf fünf Jahre stattfand. Die Daten wurden aus handschriftlichen Aufzeichnungen extrahiert, welche keiner einheitlichen Erfassung unterlagen. Die Angabe der Gießzeitpunkte mit Datum war nicht durchgehend möglich. Mit der Fertigstellung des Baumkatasters können diese Informationen zukünftig ohne großen Aufwand gewonnen werden.

## **4. Literatur**

## 5. Indikator

### *Handlungsfeld*

Innerstädtische Grünflächen (IGr)

### *Indikationsfeld*

Veränderung und Beeinflussung der Vegetation in Städten (IGr1)

### *Indikator*

Weiß gestrichene Stämme

### *Kennnummer*

IGr1-1-(R)d

### *Stand*

13.10.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n.v.

### *Definition*

Als Anpassungsmaßnahme an zunehmende Hitze- und Strahlungsintensitäten werden die Stämme von neu gepflanzten Bäumen durch das Anstreichen mit einer weißen Latexfarbe vor Sonnenbrand geschützt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Neu gepflanzte Jungbäume besitzen noch keine ausreichende Krone um ihren Stamm zu beschatten und so vor der Strahlungseinwirkung zu schützen. Der begrenzt mitwachsende weiße Anstrich hilft diese Zeit unbeschadet zu überbrücken.

### *Berechnungsvorschrift*

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Es gibt keine Zahlen über die Anzahl weiß gestrichener Bäume oder Informationen über den Erfolg hinsichtlich des Auftretens von Sonnenbrand.

## 6. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Weiß gestrichene Stämme an Jungbäumen.

### *Datenhalter*

Garten- und Tiefbauamt Stadt  
Freiburg (GuT)

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

### *Erhebungsintervall*

### *Zeitraum*

seit 2007

### *Räumliche Abdeckung*

Stadtkreis Freiburg

## 7. Bisheriges Ergebnis

### *Dateninterpretation*

Bislang liegen keine Daten vor.

## 8. Literatur

STOBBE, H., A. SCHNEIDEWIND & D. DUJESIEFKEN (2008): Stammschutz an Jungbäumen – Stand des Wissens, in: ProBaum, Nr. 3, S. 6-9.

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Innerstädtische Grünflächen (IGr)

### *Indikationsfeld*

Veränderung und Beeinflussung der Vegetation in Städten (IGr1)

### *Indikator*

Laubsammelaktion Kastanienminiermotte

### *Kennnummer*

IGr1-3-(R)e

### *Stand*

21.07.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n. v.

### *Definition*

Als Anpassungsindikator an das Auftreten von Schaderregern an Stadtbäumen wird die Laubsammelaktion zur Reduzierung der Kastanienminiermotte dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Die Kastanienminiermotte (*Cameraria ohridella*) ist ein Kleinschmetterling, dessen Larven sich von den Blättern der Rosskastanie ernähren. Bei starkem Befall verbraunen die Blätter schon im Sommer und werden frühzeitig abgeworfen. Die befallenen Bäume sterben durch den Larvenfraß nicht ab, werden jedoch geschwächt und anfälliger für Folgekrankheiten.

Da die Kastanienminiermotte vom Klimawandel profitiert, wird das Sammeln des Falllaubs als geeignete Anpassungsmaßnahme betrachtet, um die überwinternden Generationen zu entfernen und dadurch das Auftreten zu reduzieren.

### *Berechnungsvorschrift*

Gesammelte Tonnen Laub pro Jahr.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Der Zusammenhang zwischen der Ausbreitung der Kastanienminiermotte und der



Klimaerwärmung ist nicht eindeutig belegt. Als Generalistin hat sie nur geringe Ansprüche und kann sich auch ohne Klimaerwärmung verbreiten. Außerdem wird die Rolle des Klimawandels bei der Verbreitung des Schaderregers stark durch die Globalisierung überprägt.

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Laubsammelaktion Kastanienminiermotte

### *Datenhalter*

GuT Freiburg

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

t Laub pro Jahr / Excel-File

### *Erhebungsintervall*

jährlich

### *Zeitraum*

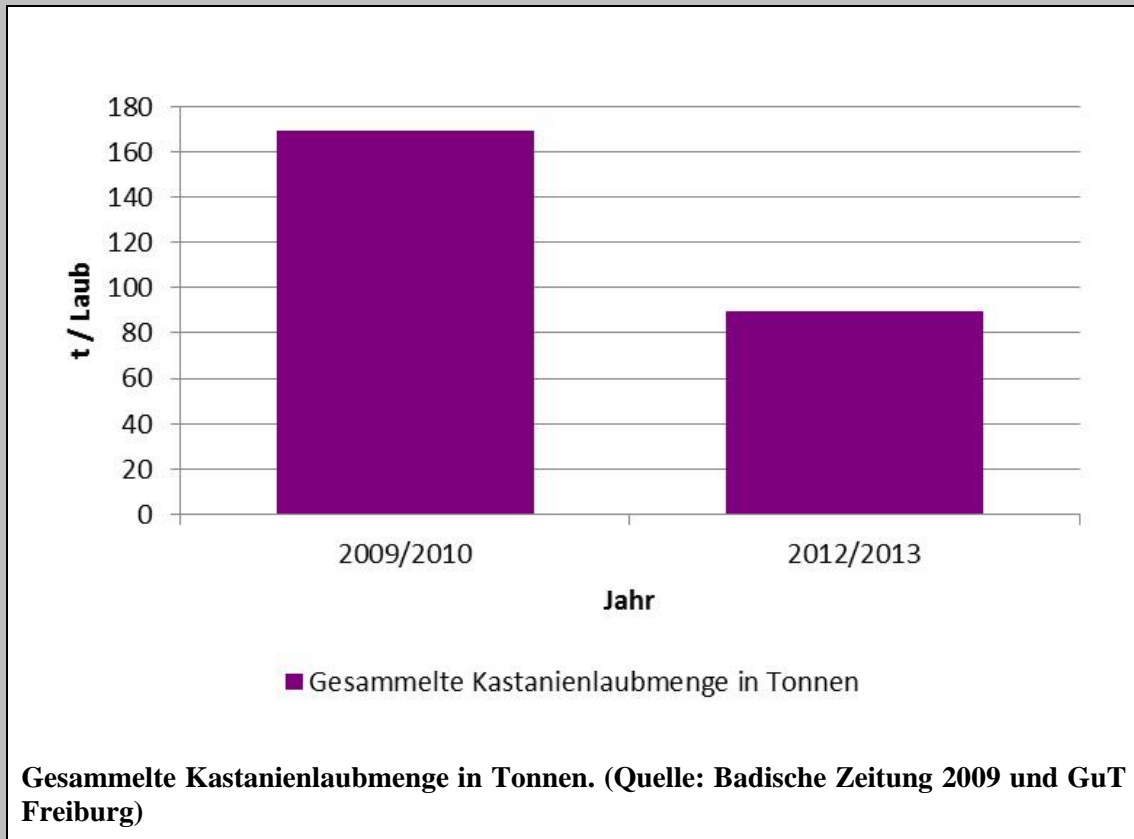
seit 2009

### *Räumliche Abdeckung*

Stadtgebiet Freiburg

### 3. Bisheriges Ergebnis

#### Darstellung



#### Dateninterpretation

Im Rahmen des Programms „Freiburg packt an“ wurde 2009 die Aktion „Motte in den Sack“ ins Leben gerufen. Ziel ist es, die im Falllaub überwinternden Motten durch die Laubsammelaktionen zu entfernen und damit ihr Auftreten zu reduzieren. Im Jahre 2009 wurden knapp 169 Tonnen Laub eingesammelt, 2012 immerhin noch fast 90 Tonnen. Die Angaben der Jahre dazwischen konnten nicht mehr in Erfahrung gebracht werden.

Das Garten- und Tiefbauamt wertet die Maßnahme als erfolgreich, da die Bäume in Gebieten in denen BürgerInnen engagiert gesammelt haben, im Folgejahr deutlich weniger Befall zeigten als in Bezirken mit eher unregelmäßiger Laubentfernung. Leider gibt es keine genauen Daten über die Befallssituation, so dass der Erfolg sich nicht darstellen lässt. Eine Ergebniskontrolle dieser Anpassungsmaßnahme würde jedoch Sinn machen und sollte zukünftig in Betracht gezogen werden.

### 4. Literatur

STADT FREIBURG: [http://www.freiburg.de/pb/site/freiburg\\_mundenhof/node/542147/Lde/kastanienminiermotten\\_in\\_den\\_sack\\_laubsammelaktionen\\_beginnen\\_jetzt\\_in\\_ganz\\_freiburg.html](http://www.freiburg.de/pb/site/freiburg_mundenhof/node/542147/Lde/kastanienminiermotten_in_den_sack_laubsammelaktionen_beginnen_jetzt_in_ganz_freiburg.html) (09.10.2014)

ÖKOPLUS: <http://www.oekoplus-freiburg.de/archivzeigen.php?num=451> (09.10.2014)

## 8.2.4 Handlungsfeld: Naturschutz und Biodiversität – NB

### 1. Indikator

*Handlungsfeld*

Naturschutz und Biodiversität  
(NB)

*Indikationsfeld*

Phänologie (NB1)

*Indikator*

Ausflugdaten der Bienenfresserjungvögel von 1990-1996

*Kennnummer*

NB1-1-(I)a

*Stand*

23.07.2014

*Machbarkeitsstufe*

5 – derzeit 1990-1996 darstellbar

*DAS-Abgleich*

n. v.

*Definition*

Als Auswirkung der Klimaerwärmung wird die Entwicklung der Ausflugdaten von Bienenfresserjungvögeln am Kaiserstuhl dargestellt.

*Relevanz / Klimasensitivität*

Tiere reagieren auf den Klimawandel indem sie ihren räumlichen und zeitlichen Lebenszyklus anpassen. Eine dieser Veränderungen kann den Zeitpunkt der Brutzeit betreffen. Die Witterungsbedingungen in Spätwinter und Frühjahr beeinflussen beim Bienenfresser die Besetzung der Brutgebiete und den Start der Brutaktivität. Trockenwarme Sommer begünstigen den Bruterfolg. Aus diesem Grund wird die Beobachtung der Ausflugdaten von Jungvögeln als klimasensitiver Indikator betrachtet.

*Berechnungsvorschrift*

Anzahl der ausgeflogenen Jungvögel pro Jahresdekade (20.07.-29.07., 30.07.-08.08., 09.08.-18.08. und 19.08.-28.08.).

*Unsicherheiten / Hinweise*

Da in den ersten Jahren der Beobachtung nur wenige Paare brüteten, konnten die ehrenamtlichen Erfasser diese intensiv beobachten. Mittlerweile werden solche genauen Erhebungen aufgrund des hohen Arbeits- bzw. Zeitaufwands nicht mehr durchgeführt.

## 2. Datensatz

*Titel Datensatz*

Ausflugdaten der Bienenfresserjungvögel von 1990-1996

*Datenhalter*

Jürgen Rupp (DO-G)

*Übergaberestriktionen*

keine

*Einheit / Datenformat*

Anzahl pro Jahresdekade / Excel-File

*Erhebungsintervall*

jährlich von 1990-1996

*Zeitraum*

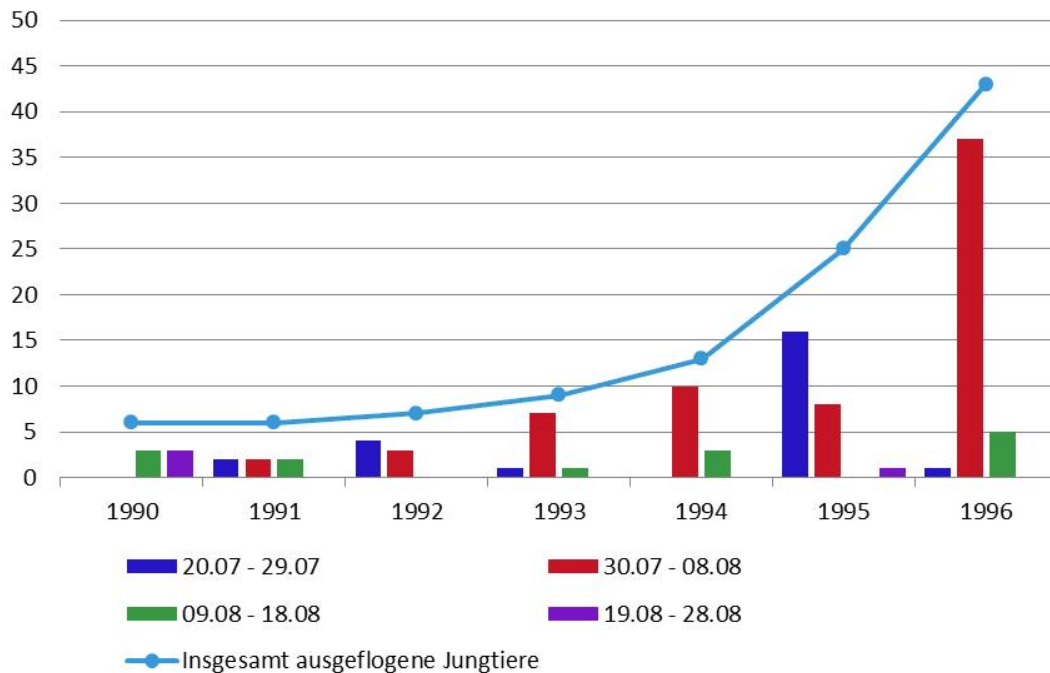
1990-1996

*Räumliche Abdeckung*

Kaiserstuhl

### 3. Bisheriges Ergebnis

#### Darstellung



**Anzahl ausgeflogener Jungvögel am Kaiserstuhl pro (Quelle: Jürgen Rupp und Fritz Saumer, DO-G Bienenfresser)**

#### Dateninterpretation

Der Bienenfresser gilt als Gewinner des Klimawandels und dringt aus seinem mediterranen Brutgebiet immer weiter nach Nordeuropa vor. Er passt sich in seiner Ausbreitung sehr flexibel an milde Winter und überdurchschnittlich warme Frühjahre an. Je wärmer und trockener das Klima, desto früher treffen die Tiere ein. Fluginsekten, welche die Nahrungsressource des Bienenfressers bilden, reagieren ebenfalls sensibel auf die Witterung. Der Bienenfresser gleicht seine Brutzeit diesem Vorkommen an. Kommt es während der Besetzung der Brutgebiete zu einer Schlechtwetter-Periode, so verlassen die Bienenfresser ihre Kolonie, um zu einem geeigneteren Zeitpunkt erneut einzufliegen. Für den Bruterfolg ist vor allem das Klima im Juli von Bedeutung. Je wärmer, sonniger und trockener die Witterung, umso größer ist die Chance auf einen Bruterfolg.

In der Grafik sind vier Jahresdekaden aufgeführt, in denen der Ausflug des Bienenfresser in beobachtet wird. Die betreffende Zeitspanne reicht vom 20.07. bis zum 28.08. Deutlich zu erkennen ist die Zunahme der ausgeflogenen Jungvögel, eine Auswirkung des Populationsanstiegs seit 1990. 1990 lag der Zeitraum, in welchem die Jungvögel das Nest verließen, zwischen dem 30.07. und dem 28.08., also eher später. Ursache hierfür könnten die fünf schweren Stürme im Frühjahr dieses Jahres gewesen sein. Ab 1991 sind dann überwiegend frühere Ausflugszeiten festgehalten worden. 1995 verließ zwischen dem 20.07. und 29.07. die größte Anzahl von Jungtieren das Nest. Die Beobachtungen vom 19.08. bis 28.08. lassen eine Zweitbrut vermuten. Sowohl Mai als auch Juli dieses Jahres waren durch überdurchschnittlich warmes und trockenes Klima gekennzeichnet.

Die kurze Datenreihe erlaubt keine verbindlichen Rückschlüsse auf Auswirkungen des Klimawandels. Eine weitere Verschiebung zu früheren Ausflugszeiten ist anhand der bisherigen Daten denkbar. Eine Wiederaufnahme der Erfassung zur Beobachtung der Auswirkungen der Klimaerwärmung wird als sinnvoll erachtet. Das Monitoring von Ornitho.de kann dabei als mögliche Datenquelle in Betracht gezogen werden.

#### 4. Literatur

ARBEITER, S. ET AL. (2011): Trocken-warme Sommer begünstigen den Bruterfolg des Bienenfressers *Merops apiaster* in Sachsen-Anhalt, in: Vogelwarte 49, S. 235-236.

BASTIAN, H.V. & A. BASTIAN (2014): Maiwitterung bestimmt die Frühjahrsankunft des Bienenfressers (*Merops apiaster*) in einer rheinlandpfälzischen Brutkolonie.

KINZELBACH, R., B. NICOLAI & R. SCHLENKER (1997): Der Bienenfresser *Merops apiaster* als Klimazeiger: Zum Einflug in Bayern, der Schweiz und Baden im Jahre 1644, in: Journal für Ornithologie 138, S. 297-208.

KINZELBACH, R. (1995): Vogelwelt und Klimaveränderung im 16. Jahrhundert. Neue Ergebnisse und Quellen der historischen Ornithologie, in: Naturwissenschaften 82, S. 499-508.

RUPP, J. & SAUMER, F. (1996): Die Wiederbesiedlung des Kaiserstuhls durch den Bienenfresser (*Merops apiaster*), in: Naturschutz südl. Oberrhein 1, S. 83-92.

RUPP, J., F. SAUMER & W. FINKBEINER (2011): Brutverbreitung und Bestandsentwicklung des Bienenfressers (*Merops apiaster*) am südlichen Oberrhein im Zeitraum 1999-2009, in: Naturschutz südl. Oberrhein 6, S. 31-42.

NABU:

<http://www.nabu.de/tiereundpflanzen/voegel/klimawandel/02419.html> (25.06.2014)

<http://www.nabu.de/tiereundpflanzen/voegel/klimawandel/06056.html> (25.06.2014)

<http://www.nabu.de/tiereundpflanzen/voegel/klimawandel/07664.html> (25.06.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Naturschutz und Biodiversität  
(NB)

### *Indikationsfeld*

Arealveränderung / Wanderbewegung  
(NB2)

### *Indikator*

Auftreten und Abundanz: Bruterfolg des Bienenfressers am  
Kaiserstuhl

### *Kennnummer*

NB1-1-(I)b

### *Stand*

06.10.2014

### *Machbarkeitsstufe*

5 – derzeit 1990-1996 darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n. v.

### *Definition*

Als Indikator für die Klimaerwärmung wird die Ausbreitung des Bienenfressers anhand des Bruterfolgs am südlichen Oberrhein, dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Der Bruterfolg des Bienenfressers ist eng an die Witterung während der Brut- und Aufzuchtzeit gekoppelt. Er wird deshalb als geeigneter Indikator für sich ändernde klimatische Bedingungen betrachtet.

### *Berechnungsvorschrift*

Bruterfolg pro besetztem Platz in Prozent.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Da in den ersten Jahren der Beobachtung nur wenige Paare brüteten, konnten die ehrenamtlichen Erfasser diese intensiv beobachten. Mittlerweile werden solche genauen Erhebungen, aufgrund des hohen Arbeits- bzw. Zeitaufwands, nicht mehr durchgeführt.

## 2. Datensatz

### Titel Datensatz

Bruterfolg des Bienenfressers am Kaiserstuhl von 1990-1996

### Datenhalter

Jürgen Rupp (DO-G)

### Übergaberestriktionen

keine

### Einheit / Datenformat

Bruterfolg pro besetztem Platz in Prozent / Excel-File

### Erhebungsintervall

jährlich von 1990-1996

### Zeitraum

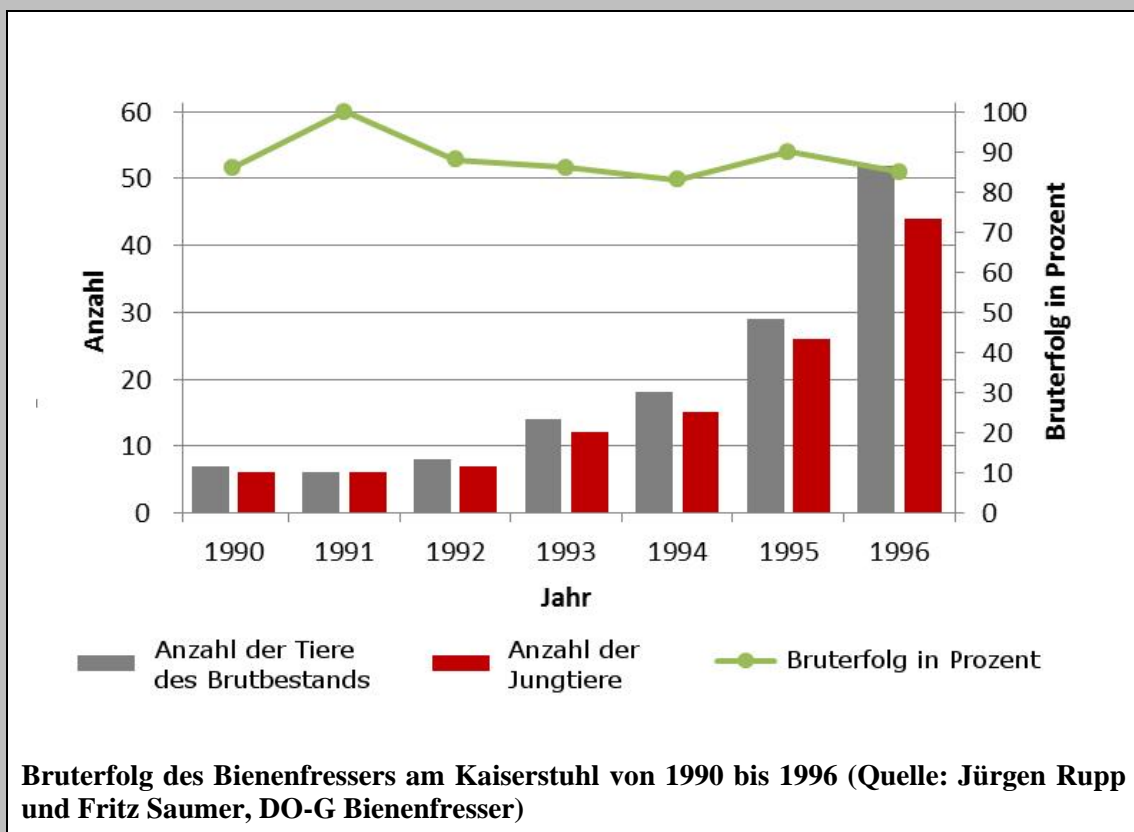
1990-1996

### Räumliche Abdeckung

Kaiserstuhl

## 3. Bisheriges Ergebnis

### Darstellung





## Dateninterpretation

Der Bienenfresser gilt als Gewinner des Klimawandels und dringt aus seinem mediterranen Brutgebiet weiter nach Nordeuropa vor. Er reagiert in seiner Ausbreitung sehr flexibel auf milde Winter und überdurchschnittlich warme Frühjahre. Für den Bruterfolg ist vor allem das Klima im Juli von Bedeutung. Je wärmer, sonniger und trockener es ist, umso größer die Chance auf eine erfolgreiche Brut.

In der Grafik sind der Bestand an adulten Tiere (graue Säule) und die jährlich gezählten Jungtiere (rote Balken) abgebildet. Insgesamt ist ein Anstieg der Jungvögel und eine daraus resultierende Populationserhöhung zu verzeichnen. Die grüne Kurve zeigt den Bruterfolg in Prozent. Die Werte liegen im Allgemeinen sehr hoch und schwanken zwischen 83 und 90 %, 1991 lag der Erfolg bei 100 %. Aufgrund der kurzen Datenreihe sind keine Aussagen darüber möglich, ob der Bruterfolg am Kaiserstuhl durch den Klimawandel beeinflusst wird. Diese Vermutung kann nur durch eine Wiederaufnahme der Erfassung bestätigt oder verworfen werden. Das Monitoring von Ornitho.de wird dabei als mögliche Datenquelle betrachtet.

## 4. Literatur

ARBEITER, S. ET AL. (2011), Trocken-warme Sommer begünstigen den Bruterfolg des Bienenfressers *Merops apiaster* in Sachsen-Anhalt, in: Vogelwarte 49, S. 235-236.

BASTIAN, H.V. & A. BASTIAN (2014): Maiwitterung bestimmt die Frühjahrsankunft des Bienenfressers (*Merops apiaster*) in einer rheinlandpfälzischen Brutkolonie.

KINZELBACH, R., B. NICOLAI & R. SCHLENKER (1997): Der Bienenfresser *Merops apiaster* als Klimazeiger: Zum Einflug in Bayern, der Schweiz und Baden im Jahre 1644, in: Journal für Ornithologie 138, S. 297-208.

KINZELBACH, R. (1995): Vogelwelt und Klimaveränderung im 16. Jahrhundert. Neue Ergebnisse und Quellen der Historischen Ornithologie, in: Naturwissenschaften 82, S. 499-508.

RUPP, J. & SAUMER, F. (1996): Die Wiederbesiedlung des Kaiserstuhls durch den Bienenfresser (*Merops apiaster*), in: Naturschutz südl. Oberrhein 1, S. 83-92.

RUPP, J., F. SAUMER & W. FINKBEINER (2011): Brutverbreitung und Bestandsentwicklung des Bienenfressers (*Merops apiaster*) am südlichen Oberrhein im Zeitraum 1999-2009, in: Naturschutz südl. Oberrhein 6, S. 31-42.

NABU:

<http://www.nabu.de/tiereundpflanzen/voegel/klimawandel/02419.html> (25.06.2014)

<http://www.nabu.de/tiereundpflanzen/voegel/klimawandel/06056.html> (25.06.2014)

<http://www.nabu.de/tiereundpflanzen/voegel/klimawandel/07664.html> (25.06.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Naturschutz und Biodiversität  
(NB)

### *Indikationsfeld*

Arealveränderung / Wanderbewegung  
(NB2)

### *Indikator*

Auftreten und Abundanz: Bruterfolg des Alpenseglers in  
Freiburg

### *Kennnummer*

NB1-1-(I)c

### *Stand*

22.07.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n. v.

### *Definition*

Als Indikator für die Klimaerwärmung in Freiburg wird die Ausbreitung des Alpenseglers anhand des Bruterfolgs dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Der Bruterfolg des Alpenseglers ist eng an die Witterung während der Brut- und Aufzuchtzeit gekoppelt und wird deshalb als geeigneter Indikator für sich ändernde klimatische Faktoren betrachtet.

### *Berechnungsvorschrift*

Bruterfolg pro besetztem Platz.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Da nicht alle Nistplätze entdeckt werden und das Zählen der Jungtiere nicht immer durch Beringen sondern auch durch Verhören erfolgt, können bei den jährlichen Zählungen nicht alle Tiere erfasst werden. D. h. die Daten zeigen lediglich einen Trend auf.

## 2. Datensatz

### Titel Datensatz

Bruterfolg des Alpenseglers in Freiburg

### Datenhalter

Matthias Schmidt (NABU)

### Übergaberestriktionen

keine

### Einheit / Datenformat

Bruterfolg pro besetztem Platz /  
Excel-File

### Erhebungsintervall

jährlich

### Zeitraum

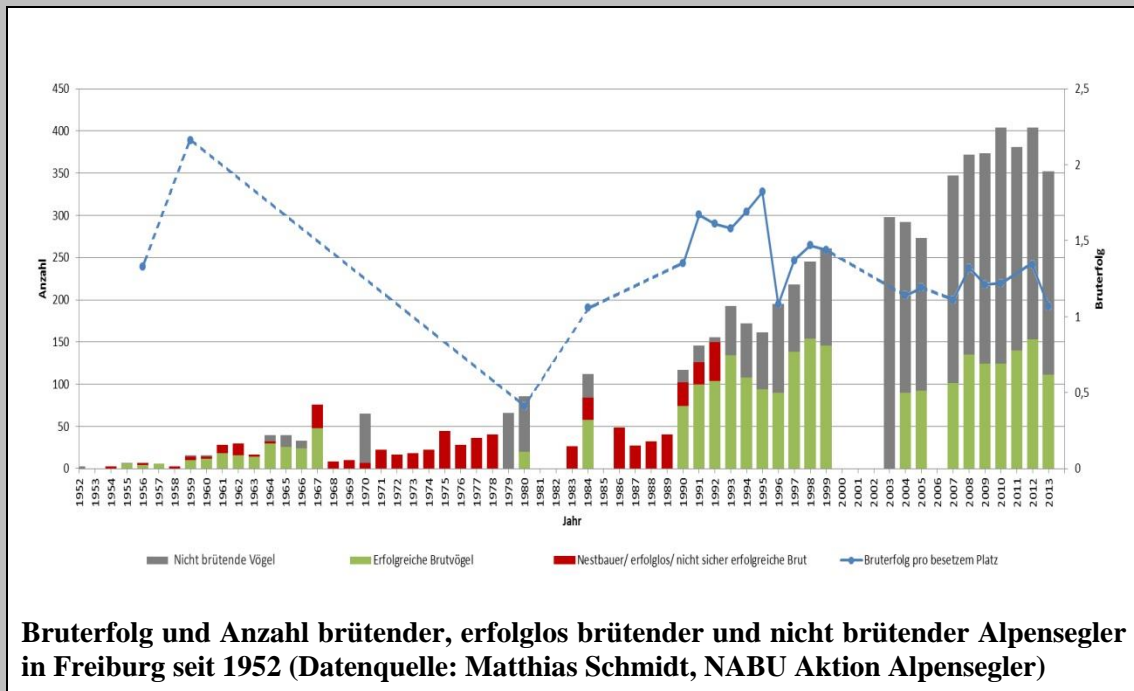
seit 1952

### Räumliche Abdeckung

Stadtgebiet Freiburg

## 3. Bisheriges Ergebnis

### Darstellung



### Dateninterpretation

Der Alpensegler als thermophile, insektenfressende Art zählt zu den Gewinnern des Klimawandels. Die Arealerweiterung nach Norden begann schon vor dem Klimawandel. Er ließ sich bevorzugt in städtischen Wärmeinseln nieder, wobei das Schaffen neuer Nistplätze im Siedlungsraum den positiven Populationstrend unterstützte. Für den Bruterfolg ist vor allem das Klima von Mai bis Juli ausschlaggebend. Je wärmer und trockener, desto höher die Überlebenschancen.

Aufzeichnungen zu erfolgreich bzw. erfolglos und nicht brütenden Vogelpaaren gibt es schon seit 1952. Sie sind jedoch nicht immer ganz vollständig. Informationen über den Bruterfolg pro besetztem Platz sind erst seit den 1990er Jahren in regelmäßigen Abständen erfasst worden. Die blau gestrichelte Linie gibt an, dass der Kurvenverlauf des Bruterfolgs aufgrund mangelnder Daten nicht den realen Gegebenheiten entspricht. Die Punkte markieren die Jahre, in welchen der Bruterfolg festgehalten wurde.

Allgemein ist eine Zunahme der Freiburger Alpenseglerpopulation zu verzeichnen. In den meisten Jahren liegt die Überlebensrate von Jungtieren pro Brutpaar zwischen 1 bis 1,5. Sehr hohe Quoten gab es in den Jahren 1959 (2,16) und 1995 (1,82). 1959 bot einen „Jahrhundertsommer“ mit Temperaturen über 30 °C bis in den September. Auch das Jahr 1995 zeichnete sich durch warme, trockene Witterung aus. Im Gegensatz dazu lag der Bruterfolg im Jahr 1980 nur bei 0,4 Jungvögeln pro Brutpaar. Ein sehr verregneter und kühler Sommer vor allem im Juni und Juli wäre als Erklärung für den Brutmisserfolg denkbar. Bisher zeichnet sich noch keine deutliche, durch den Klimawandel verursachte Entwicklung ab. Es besteht aber ein Zusammenhang zwischen Witterung und Bruterfolg.

Online-Meldungen bei Ornitho.de könnten die Datendichte erhöhen und werden als mögliche Datenquelle in Betracht gezogen.

#### 4. Literatur

GATTER, W. (2013): Randecker Maar: 45 Jahre Vogelzugforschung, in: Der Falke 60, S. 442-445.

KINZELBACH, R. (1995): Vogelwelt und Klimaveränderung im 16. Jahrhundert. Neue Ergebnisse und Quellen der historischen Ornithologie, in: Naturwissenschaften 82, S. 499-508.

SCHMIDT, M. (2000): Der Alpensegler (*Tachymarptis melba*) in Freiburg im Breisgau - Dynamik einer Population, in: Naturschutz südl. Oberrhein 3, S. 35-44.

SCHMIDT, M. (2008): Die Brutsaison 2007 des Alpenseglers (*Apus melba*) in Freiburg im Breisgau – und Nachricht aus der „Nachbarschaft“, in: Naturschutz südl. Oberrhein, Beiheft 2, S. 1-2.

SCHMIDT, M. (2013): Erfolgreicher Einwanderer: Alpensegler im Aufwind, in: Der Falke 60, S. 458-459.

NABU: <http://www.nabu.de/tiereundpflanzen/voegel/klimawandel/02419.html> (25.06.2014)

<http://www.nabu.de/tiereundpflanzen/voegel/klimawandel/06056.html> (25.06.2014)

<http://www.nabu.de/tiereundpflanzen/voegel/klimawandel/07664.html> (25.06.2014)

FOCUS Online (05.06.2007 / 14.08.2006):

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Naturschutz und Biodiversität  
(NB)

### *Indikationsfeld*

Phänologie (NB1)

### *Indikator*

Anpassung der empfohlenen Mahdzeit

### *Kennnummer*

NB1-1-(R)a

### *Stand*

10.09.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n. v.

### *Definition*

Als Anpassungsindikator an eine sich verändernde Phänologie von Pflanzen und Tieren wird die Angleichung der empfohlenen Mahdzeit dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Die klimawandelbedingten Verschiebungen der Brut- und Setzzeiten benötigen zum Schutz der Jungtiere insbesondere bei Wiesenbrütern eine Anpassung der empfohlenen Mahdzeiten. Zudem verfrühen sich auch die Wachstumsperioden für Pflanzen was ebenfalls ein

Überdenken der bisherigen Termine verlangt.

**Berechnungsvorschrift**

Datumsangabe

**Unsicherheiten / Hinweise**

Die empfohlene Mahdzeit ist ein Richtwert an die sich kein Landwirt verbindlich halten muss, insofern er nicht durch naturschutzfachliche Vereinbarungen daran gebunden ist.

## 2. Datensatz

**Titel Datensatz**

Empfohlene Mahdzeit

**Datenhalter**

Bundesamt für Naturschutz

**Übergaberestriktionen**

keine

**Einheit / Datenformat**

Datumsangabe

**Erhebungsintervall**

unbekannt

**Zeitraum**

seit 1980er Jahren

**Räumliche Abdeckung**

deutschlandweit

## 3. Bisheriges Ergebnis

**Dateninterpretation**

Bisher liegen die vorgegebenen Mahdzeitpunkte für die erste Mahd ab dem 15. Juni und für die zweite Mahd frühestens nach dem 15. September. Seit der Festlegung gab es noch keine Änderungen.

Eine Modifizierung dieser fixen Zeitpunkte steht schon seit einiger Zeit zur Debatte. Sie sollen durch ein flexibleres Konzept ersetzt werden. Bereits heute werden die Förderkriterien im Vertragsnaturschutz differenzierter vorgegeben. Jedoch spielen die empfohlenen Richtwerte noch immer eine zentrale Rolle, denn mehr Flexibilität bedeutet gleichzeitig mehr

Aufwand und höhere Verwaltungskosten.

#### **4. Literatur**

REITER, K., A. SCHMIDT & U. STRATMANN (2004): „...Grünlandnutzung nicht vor dem 16. Juni...“ Sinn und Unsinn von behördlich verordneten Fixterminen in der Landwirtschaft. Dokumentation einer Tagung des Bundesamtes für Naturschutz und des Naturschutz-Zentrums Hessen (NZH) in Wetzlar am 16. / 17. September 2003. BfN-Skripten 124, Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.), Bonn – Bad Godesberg.

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Naturschutz und Biodiversität  
(NB)

### *Indikationsfeld*

Phänologie (NB1)

### *Indikator*

Anpassung der allgemeinen Brut- und Setzzeit

### *Kennnummer*

NB1-1-(R)b

### *Stand*

10.09.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n. v.

### *Definition*

Als Anpassungsindikator an eine sich verändernde Phänologie bei Tieren wird die Angleichung der empfohlenen Brut- und Setzzeit dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Klimawandelbedingte Verschiebungen der Brut- und Setzzeiten.

### *Berechnungsvorschrift*

Datumsangabe

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Die Brut- und Setzzeit ist im Bundesjagdgesetz verankert. Sie besagen, dass bis zum Selbstständigkeit der Jungtiere die Elterntiere nicht bejagt werden dürfen, auch wenn sie zu dieser Zeit nicht von einer Schonzeit betroffen sind. Weitere Regelungen sind durch die Länder festgelegt.



## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Brut- und Setzzeit

### *Datenhalter*

Bundesjagdgesetz

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

Datumsangabe

### *Erhebungsintervall*

unbekannt

### *Zeitraum*

seit 1952

### *Räumliche Abdeckung*

deutschlandweit

## 3. Bisheriges Ergebnis

### *Dateninterpretation*

Die Verschiebung der phänologischen Phasen führt zu einem früheren Brut- und Setzbeginn. Dadurch mögliche Mehrfachbruten verkürzen die Zeit nach hinten nicht proportional, das bedeutet die Brut- und Setzzeit verlängert sich. Bisher ist die Brut- und Setzzeit vom 1. April bis zum 15. Juli festgelegt. Eine Modifizierung und daraus resultierende Änderungen sind bisher nicht in Planung.

## 4. Literatur

BUNDESJAGDGESETZ: <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bjagd/gesamt.pdf>  
(10.09.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Naturschutz und Biodiversität  
(NB)

### *Indikationsfeld*

Phänologie (NB1)

### *Indikator*

Anpassung der zeitlichen Regelungen zu Rodungs- und  
Gehölzschnittmaßnahmen

### *Kennnummer*

NB1-2-(R)

### *Stand*

10.09.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n. v.

### *Definition*

Als Anpassungsindikator an eine sich verschiebende Phänologie bei Tieren wird die Angleichung der zeitlichen Regelungen zu Rodungs- und Gehölzschnittmaßnahmen dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Die phänologischen Verschiebungen der Brut- und Setzzeiten in Folge des Klimawandels bedingen zum Schutz der Jungtiere eine Anpassung an die sich wandelnden Gegebenheiten.

### *Berechnungsvorschrift*

Datumsangabe

### *Unsicherheiten / Hinweise*

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Rodungs- und Gehölzschnittzeiten

### *Datenhalter*

Bundesnaturschutzgesetz

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

Datumsangabe

### *Erhebungsintervall*

unbekannt

### *Zeitraum*

seit 1977

### *Räumliche Abdeckung*

deutschlandweit

## 3. Bisheriges Ergebnis

### *Dateninterpretation*

Nach dem Bundesnaturschutzgesetz sind im Zeitraum vom 1. März bis 30. September zum Schutz der Tier- und Pflanzenwelt Rodungs- und größere Gehölzschnittmaßnahmen nicht gestattet. Diese Regelung wurde seit Inkrafttreten des BNatG 1977 nicht geändert. Auch eine Modifikation scheint bisher nicht in Planung zu sein.

## 4. Literatur

BUNDESNATURSCHUTZGESETZ: [http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bnatschg\\_2009/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bnatschg_2009/gesamt.pdf) (10.09.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Naturschutz und Biodiversität  
(NB)

### *Indikationsfeld*

Phänologie (NB1)

### *Indikator*

Ankunfts- und Abflugzeiten des Alpenseglers in Freiburg

### *Kennnummer*

NB1-2-(I)

### *Stand*

22.07.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n. v.

### *Definition*

Als Wirkungsindikator für die Klimaerwärmung in Freiburg wird die Verschiebung der Zugzeiten des Alpenseglers mittels der Ankunfts- und Abflugzeiten dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Tiere reagieren auf den Klimawandel indem sie ihren räumlichen und zeitlichen Lebenszyklus verändern. Eine dieser Veränderungen kann die Zugzeit betreffen. Der thermophile Alpensegler ist als einer der Gewinner des Klimawandels zu betrachten. Da seine Frühjahrsankunft stark von den Witterungsbedingungen abhängig ist und sich auch der Abflug daran orientiert, wird die Beobachtung der Ankunfts- und Abflugzeiten als geeigneter Indikator erachtet, um diese Anpassung an den Klimawandel darzustellen.

### *Berechnungsvorschrift*

Erfasst werden die ersten Sichtungen des Alpenseglers im Frühjahr und die letzten Sichtungen im Herbst.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Die Ursachenfindung für verändertes Zugverhalten ist oft sehr schwierig und nicht nur auf das veränderte Klima zurückzuführen. Die Nahrungsbedingungen während des Zuges sowie

in Überwinterungs- und Bruthabitaten wirken sich ebenso darauf aus wie der Brutverlauf.

Zudem ist anzumerken, dass die Arealerweiterung des Alpenseglers nach Norden bereits vor dem anthropogenen Klimawandel einsetzte und das Stadtklima die Auswirkungen des Klimawandels überprägen kann. Nicht in Städten lebende Alpensegler stehen derzeit nicht unter Beobachtung.

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Ankunfts- und Abflugzeiten des Alpenseglers in Freiburg

### *Datenhalter*

Matthias Schmidt (NABU)

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

Datumsangabe der Erst- und  
Letztsichtungen / Excel-File

### *Erhebungsintervall*

jährlich

### *Zeitraum*

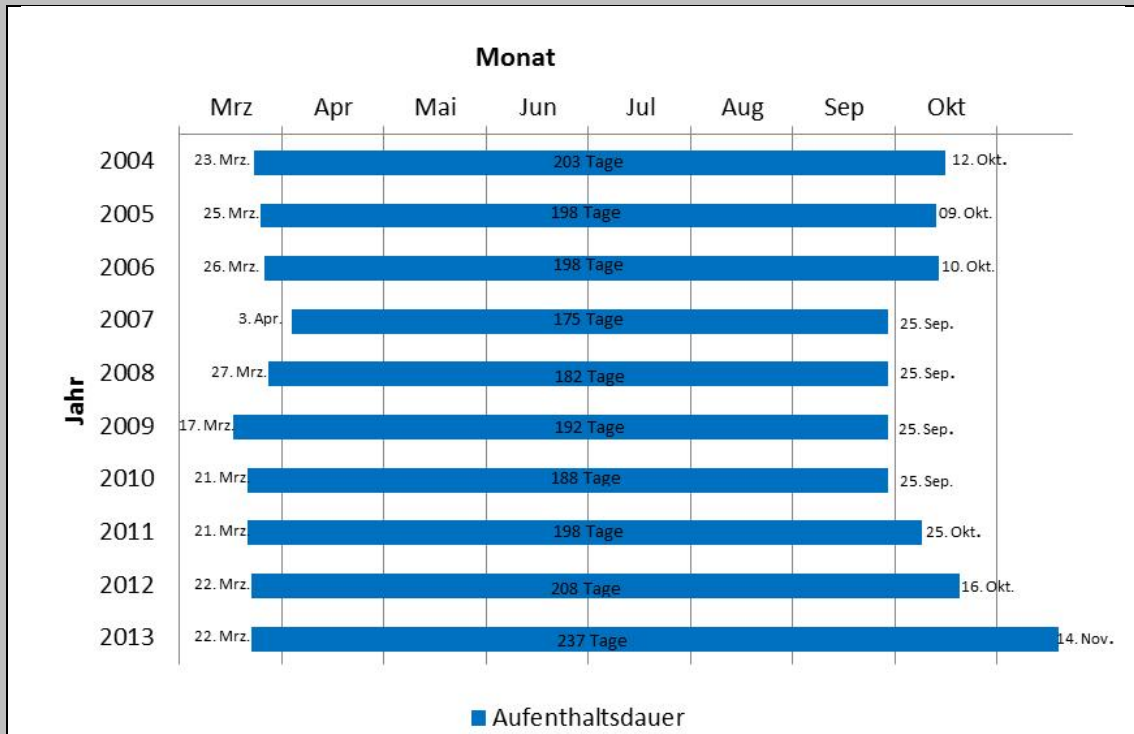
seit 2004

### *Räumliche Abdeckung*

Stadtgebiet Freiburg

### 3. Bisheriges Ergebnis

#### Darstellung



**Aufenthaltsdauer des Alpenseglers in Freiburg, anhand der ersten und letzten Sichtung im Zeitraum 2004 bis 2013 (Datenquelle: Matthias Schmidt, NABU Aktion Alpensegler)**

#### Dateninterpretation

Der Alpensegler zählt als thermophile, insektenfressende Art zu den Gewinnern des Klimawandels. Er lässt sich in Deutschland bevorzugt in städtischen Wärmeinseln nieder. Das Schaffen neuer Nistplätze im Siedlungsraum unterstützt diesen Populationstrend positiv.

198 Tage bleibt der Alpensegler im Schnitt in Deutschland bevor er wieder in südlichere Gefilde zur Überwinterung zieht. Die kürzeste erfasste Zeit in den letzten zehn Jahren lag bei 175 Tagen im Jahr 2007 und die längste mit 237 Tagen im Jahr 2013. Das Jahr 2007 zeichnete sich durch eine sehr warme erste Jahreshälfte aus. Dies galt auch für den März. Da die Niederschlagsmenge nicht erheblich von den Vorjahren abwich, hätte man in diesem Jahr aufgrund der milden Temperatur eine frühere Ankunft vermutet. Hieran lässt sich erkennen, dass sich weitere Faktoren auf das Zugverhalten auswirken. Ab September lagen die Temperaturen dann vermehrt unter dem Durchschnitt und die Niederschlagshöhe darüber.

Das Jahr 2013 hingegen war ein eher durchschnittliches Jahr. Der März war verhältnismäßig kalt, dafür herrschten im April schon frühlingsartige Temperaturen. Der Mai war sehr verregnet und sorgte in einigen Teilen Deutschlands für Überschwemmungen. Auf den trocken-warmen Sommer folgte dann ein regen- und sturmreicher Herbst. Der Jahreswitterungsverlauf bietet verschiedene Möglichkeiten für die Begründung einer langen Aufenthaltsdauer. Beispielsweise könnte ein Brutausschlag im Mai zu erneuten Brutversuchen geführt oder aber die herbstlichen Stürme den Aufbruch in den Süden verzögert haben. Neben diesen Erklärungsversuchen könnten auch nicht witterungsbedingte Faktoren eine Ursache

sein.

Insgesamt ist eine leichte Verfrühung der Ankunft in den letzten zehn Jahren erkennbar. Nach Aussage des NABU-Alpenseglerexperten Herrn Schmidt, hat sich die Ankunftszeit in den letzten Jahren jedoch deutlich verfrüht. Lag sie in den 1990er Jahren noch bei Anfang April, so treffen die Vögel mittlerweile im Schnitt um den 20. März ein. Zu den Ankunftszeiten vor 2004 gibt es leider keine Dokumentation sondern nur Erfahrungswerte.

2007 sticht mit einer sehr späten Erstsichtung am 3. April deutlich hervor. Dies erklärt sich durch den stark verregneten März. Der April war dafür ausnehmend trocken. Die früheste Ankunft wurde 2009 vermerkt, obwohl gerade in diesem März im Süden Deutschlands eine eher geringe Sonnenscheindauer, niedrigere Durchschnittstemperaturen und höherer Niederschlag herrschten. Der darauf folgende April war jedoch warm, trocken und sonnenscheinreich.

Beim Abflug lässt sich noch keine klare Tendenz ablesen. Die letzten Sichtungen schwanken von Ende September bis Mitte November. 2013 sind die letzten Alpensegler noch am 14. November gesehen worden. Der Aufbruch in den Süden könnte durch die herbstlichen Stürme verzögert worden sein.

Der relativ kurze Beobachtungszeitraum von zehn Jahren lässt noch keine Rückschlüsse über die Auswirkungen des Klimawandels zu. Da jedoch Experten aufgrund langjähriger Erfahrung einen witterungs- bzw. klimabedingten Zusammenhang zwischen den Ankunfts- und Abflugzeiten vermuten, lässt eine weitere Beobachtung dieses Indikators aussagekräftigere Ergebnisse erwarten.

#### 4. Literatur

GATTER, W. (2013): Randecker Maar: 45 Jahre Vogelzugforschung, in: Der Falke 60, S. 442-445.

JONES, T. & W. CRESSWELL (2010): The phenology mismatch hypothesis: are declines of migrant birds linked to uneven global climate change?, in: Journal of Animal Ecology 79, S. 98-108.

KINZELBACH, R. (1995): Vogelwelt und Klimaveränderung im 16. Jahrhundert. Neue Ergebnisse und Quellen der historischen Ornithologie, in: Naturwissenschaften 82, S. 499-508.

KNUDSEN, E. ET AL. (2011): Challenging claims in the study of migratory birds and climate change, in: Biological Review 86, S. 928-946.

SCHMIDT, M. (2000): Der Alpensegler (*Tachymarptis melba*) in Freiburg im Breisgau- Dynamik einer Population, in: Naturschutz südl. Oberrhein 3, S. 35-44.

SCHMIDT, M. (2008): Die Brutsaison 2007 des Alpenseglers (*Apus melba*) in Freiburg im Breisgau – und Nachricht aus der „Nachbarschaft“, in: Naturschutz südl. Oberrhein, Beiheft 2, S. 1-2.

SCHMIDT, M. (2013): Erfolgreicher Einwanderer: Alpensegler im Aufwind, in: Der Falke 60, S. 458-459.

NABU:

<http://www.nabu.de/tiereundpflanzen/voegel/klimawandel/02419.html> (25.06.2014)

<http://www.nabu.de/tiereundpflanzen/voegel/klimawandel/06056.html> (25.06.2014)

<http://www.nabu.de/tiereundpflanzen/voegel/klimawandel/07664.html> (25.06.2014)

FOCUS ONLINE (05.06.2007 / 14.08.2006):

[http://www.focus.de/wissen/klima/klimaveraenderung\\_aid\\_62442.html](http://www.focus.de/wissen/klima/klimaveraenderung_aid_62442.html) (25.06.2014)

[http://www.focus.de/wissen/klima/ornithologie\\_aid\\_113618.html](http://www.focus.de/wissen/klima/ornithologie_aid_113618.html) (25.06.2014)



## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Naturschutz und Biodiversität  
(NB)

### *Indikationsfeld*

Arealveränderung / Wanderbewegung  
(NB2)

### *Indikator*

Populationsentwicklung des Bienenfressers am Kaiserstuhl  
bzw. südlichen Oberrhein

### *Kennnummer*

NB2-1-(I)a

### *Stand*

23.07.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n. v.

### *Definition*

Als Wirkungsindikator für die Klimaerwärmung am Kaiserstuhl bzw. südlichen Oberrhein wird die Ausbreitung des Bienenfressers anhand der Populationsentwicklung dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Die Tierwelt reagiert auf die Klimaerwärmung auch durch Ausbreitungs- und Rückzugsbewegungen. Der thermophile Bienenfresser ist als einer der Gewinner des Klimawandels zu betrachten. Er breitet sich immer weiter nach Norden aus. Die Populationsentwicklung am Kaiserstuhl bzw. südlichen Oberrhein wird als geeigneter Indikator betrachtet, um die Entwicklung von Auftreten und Abundanz in Abhängigkeit zum Klimawandel aufzuzeigen.

### *Berechnungsvorschrift*

Erfasst wird die Anzahl der Brutpaare pro Jahr

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Da nicht alle Individuen bei den jährlichen Zählungen gesichtet werden, zeigen die Daten

lediglich einen Trend auf.

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Populationsentwicklung des Bienenfressers am Kaiserstuhl / südlichen Oberrhein.

### *Datenhalter*

Jürgen Rupp (DO-G)

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

Anzahl der Brutpaare pro Jahr /  
Excel-File

### *Erhebungsintervall*

jährlich

### *Zeitraum*

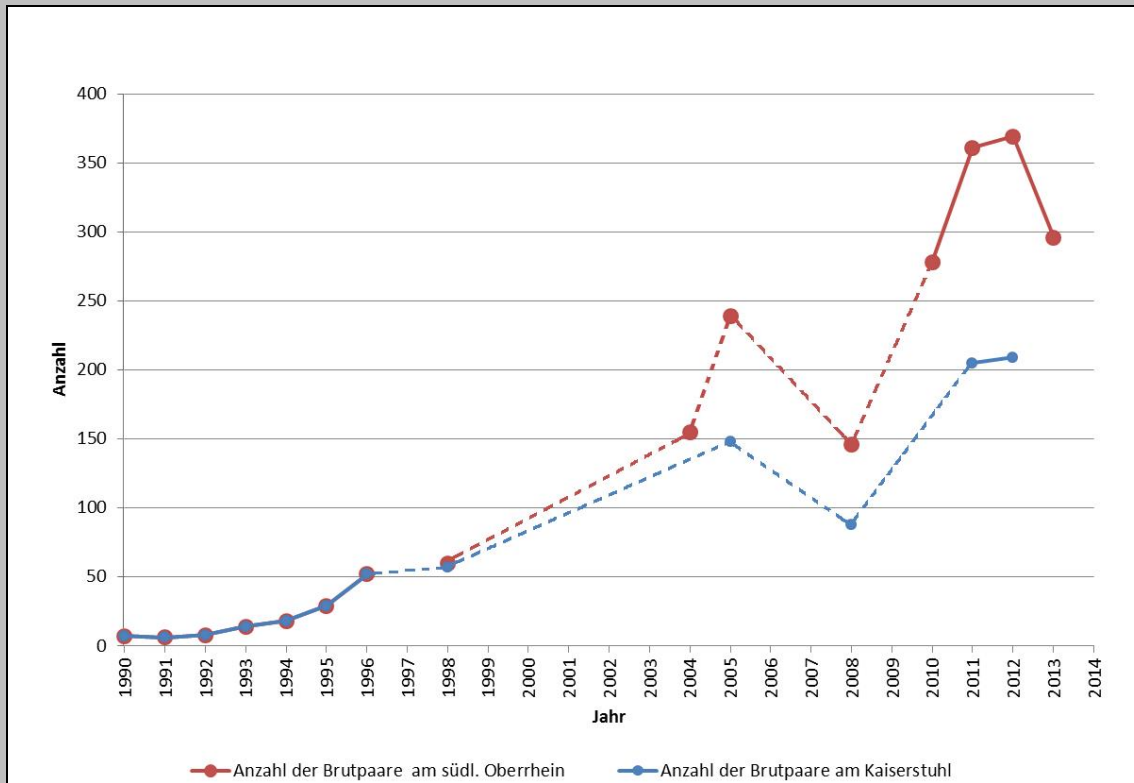
seit 1990

### *Räumliche Abdeckung*

Kaiserstuhl, südlicher Oberrhein

### 3. Bisheriges Ergebnis

#### Darstellung



**Populationsentwicklung des Bienenfressers am Kaiserstuhl und am südlichen Oberrhein seit 1990 (Datenquelle: Jürgen Rupp, DO-G Bienenfresser)**

#### Dateninterpretation

Der Bienenfresser gilt als Gewinner des Klimawandels. Er reagiert in seiner Ausbreitung sehr flexibel auf milde Winter, überdurchschnittlich warme Frühjahre und dringt aus seinem mediterranen Brutgebiet mit Unterbrechungen weiter nach Nordeuropa vor. 1644 wurde die weitläufige Ausbreitung des Bienenfressers am Kaiserstuhl erstmals beschrieben, welche jedoch 1888 aufgrund von Witterung und Bejagung einbrach. Erneute Sichtungen gab es 1918 in Bickensohl, 1964 in Oberbergen und vereinzelt in den 1980er Jahren. Der erste sichere Brutnachweis gelang aber erst wieder 1990.

Die Grafik zeigt die Populationsentwicklung am Kaiserstuhl und am südlichen Oberrhein. Aufzeichnungen zur Populationsdichte gibt es seit 1990. Sie sind jedoch nicht immer ganz vollständig. Die gestrichelten Verbindungslinien zwischen den Jahren weisen auf einen linear interpolierten Kurvenverlauf für fehlende Beobachtungsjahre hin.

Bis 1998 trat der Bienenfresser nur am Kaiserstuhl auf, weshalb die Kurven bis dahin übereinstimmen. Danach breitete sich die Population in die Umgebung aus und es bildete sich eine neue Kolonie in der Lahr-Emmendinger Vorbergzone. Ein stetiger Populationsanstieg ist erkennbar, mit leichten Einbrüchen 2008 und 2013. Diese können nur bedingt durch die Witterung erklärt werden, da in beiden Jahren die Sommermonate nicht außergewöhnlich schlecht waren. 2013 jedoch könnte der sehr verregnete und kühle Mai Einfluss auf die Population genommen haben. Die Daten zeigen, dass der Bienenfresser geeignete Habitate

rund um Freiburg erfolgreich besiedeln konnte und sich vermehrte. Der Kaiserstuhl zeichnet sich durch fast mediterranes Klima aus. Es verwundert daher nicht, dass der Bienenfresser sich hier schon sehr früh niedergelassen hat. Die Ausbreitung in die Lahr-Emmendinger Vorbergzone könnte ein Hinweis darauf sein, dass sich auch die klimatischen Bedingungen der Umgebung immer besser für eine Besiedelung eignen. Durch das Erreichen der Kapazitätsgrenze stagniert die Bestandsentwicklung am Kaiserstuhl und unterstützt zusätzlich die Ausdehnung in die Umgebung.

#### 4. Literatur

ARBEITER, S. ET AL. (2011): Trocken-warme Sommer begünstigen den Bruterfolg des Bienenfressers *Merops apiaster* in Sachsen-Anhalt, in: Vogelwarte 49, S. 235-236.

BASTIAN, H.V. & A. BASTIAN (2014): Maiwitterung bestimmt die Frühjahrsankunft des Bienenfressers (*Merops apiaster*) in einer rheinlandpfälzischen Brutkolonie.

KINZELBACH, R., B. NICOLAI & R. SCHLENKER (1997): Der Bienenfresser *Merops apiaster* als Klimazeiger: Zum Einflug in Bayern, der Schweiz und Baden im Jahre 1644, in: Journal für Ornithologie 138, S. 297-208.

KINZELBACH, R. (1995): Vogelwelt und Klimaveränderung im 16. Jahrhundert. Neue Ergebnisse und Quellen der historischen Ornithologie, in: Naturwissenschaften 82, S. 499-508.

RUPP, J. & F. SAUMER (1996): Die Wiederbesiedlung des Kaiserstuhls durch den Bienenfresser (*Merops apiaster*), in: Naturschutz südl. Oberrhein 1, S. 83-92.

RUPP, J., F. SAUMER & W. FINKBEINER (2011): Brutverbreitung und Bestandsentwicklung des Bienenfressers (*Merops apiaster*) am südlichen Oberrhein im Zeitraum 1999-2009, in: Naturschutz südl. Oberrhein 6, S. 31-42.

NABU:

<http://www.nabu.de/tiereundpflanzen/voegel/klimawandel/02419.html> (25.06.2014)

<http://www.nabu.de/tiereundpflanzen/voegel/klimawandel/06056.html> (25.06.2014)

<http://www.nabu.de/tiereundpflanzen/voegel/klimawandel/07664.html> (25.06.2014)

FOCUS ONLINE (05.06.2007 / 14.08.2006):

[http://www.focus.de/wissen/klima/klimaveraenderung\\_aid\\_62442.html](http://www.focus.de/wissen/klima/klimaveraenderung_aid_62442.html) (25.06.2014)

[http://www.focus.de/wissen/klima/ornithologie\\_aid\\_113618.html](http://www.focus.de/wissen/klima/ornithologie_aid_113618.html) (25.06.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Naturschutz und Biodiversität  
(NB)

### *Indikationsfeld*

Arealveränderung / Wanderbewegung  
(NB2)

### *Indikator*

Auftreten und Abundanz: Populationsentwicklung des  
Alpenseglers in Freiburg

### *Kennnummer*

NB2-1-(I)b

### *Stand*

22.07.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n. v.

### *Definition*

Als Wirkungsindikator für die Klimaerwärmung in Freiburg wird die Ausbreitung des Alpenseglers anhand seiner Populationsentwicklung dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Die Tierwelt reagiert auf die Klimaerwärmung mit Ausbreitungs- und Rückzugsbewegungen. Der thermophile Alpensegler ist als einer der Gewinner des Klimawandels zu betrachten. Er breitet sich immer weiter nach Norden aus. Die Populationsentwicklung in Freiburg wird als geeigneter Indikator betrachtet, um die Entwicklung von Auftreten und Abundanz in Abhängigkeit zum Klimawandel aufzuzeigen.

### *Berechnungsvorschrift*

Erfasst wird die Gesamtzahl der mindestens einjährigen Individuen pro Jahr.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Da nicht alle Individuen bei den jährlichen Zählungen gesichtet werden, zeigen die Daten zeigen lediglich einen Trend auf. Zudem ist anzumerken, dass die Arealerweiterung des

Alpenseglers nach Norden bereits vor dem Klimawandel begann. Das wärmere Stadtklima überprägt die Auswirkungen des Klimawandels. Zusätzlich spielt das Angebot an geeigneten Nistplätzen eine große Rolle bei der Ausbreitung.

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Populationsentwicklung des Alpenseglers in Freiburg

### *Datenhalter*

Matthias Schmidt (NABU)

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

Anzahl der mind. einjährigen Individuen pro Jahr / Excel-File

### *Erhebungsintervall*

jährlich

### *Zeitraum*

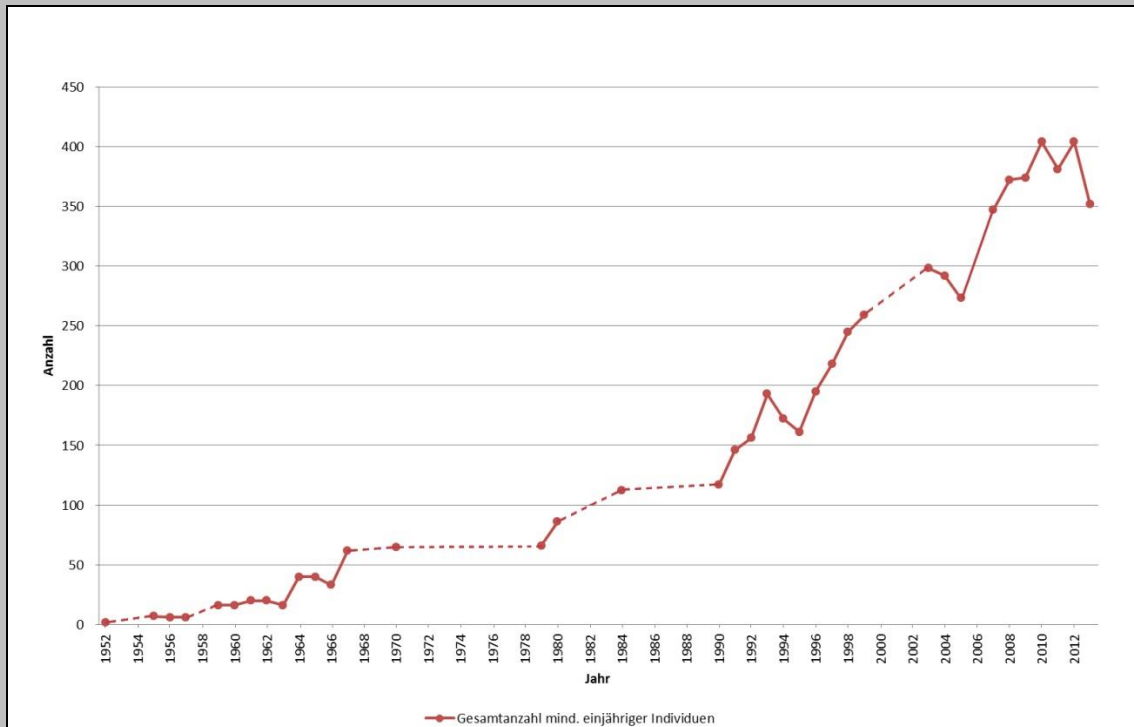
seit 1952

### *Räumliche Abdeckung*

Stadtgebiet Freiburg

### 3. Bisheriges Ergebnis

#### Darstellung



**Populationsentwicklung des Alpenseglers, anhand der jährlichen Anzahl mindestens einjähriger Individuen seit 1952 (Datenquelle: Matthias Schmidt, NABU Aktion Alpensegler)**

#### Dateninterpretation

Aufzeichnungen zur Populationsdichte gibt es schon seit 1952. Sie sind jedoch nicht immer ganz vollständig. Die rot gestrichelten Verbindungslinien weisen auf eine Interpolation zwischen Jahren ohne Beobachtung hin. Seit 1952 ist ein deutlicher Zuwachs mit nur geringen Rückgängen zu verzeichnen. Nicht in Städten lebende Alpensegler unterliegen derzeit keiner Beobachtung. Ihre Observation würde eine bessere Bewertung der Situation ermöglichen. Experten prognostizieren eine weitere Ausbreitung nach Norden sowie die Bildung neuer Kolonien.

Online-Meldungen bei Ornitho.de könnten die Datendichte erhöhen und könnten als mögliche Datenquelle in Betracht gezogen werden.

### 4. Literatur

KINZELBACH, R. (1995): Vogelwelt und Klimaveränderung im 16. Jahrhundert. Neue Ergebnisse und Quellen der historischen Ornithologie, in: Naturwissenschaften 82, S. 499-508.

SCHMIDT, M. (2000): Der Alpensegler (*Tachymarptis melba*) in Freiburg im Breisgau - Dynamik einer Population, in: Naturschutz südl. Oberrhein 3, S. 35-44.

SCHMIDT, M. (2008): Die Brutsaison 2007 des Alpenseglers (*Apus melba*) in Freiburg im Breisgau – und Nachricht aus der „Nachbarschaft“, in: Naturschutz südl. Oberrhein, Beiheft 2, S. 1-2.

SCHMIDT, M. (2013): Erfolgreicher Einwanderer: Alpensegler im Aufwind, in: Der Falke 60, S. 458-459.

NABU:

<http://www.nabu.de/tiereundpflanzen/voegel/klimawandel/02419.html> (25.06.2014)

<http://www.nabu.de/tiereundpflanzen/voegel/klimawandel/06056.html> (25.06.2014)

<http://www.nabu.de/tiereundpflanzen/voegel/klimawandel/07664.html> (25.06.2014)

FOCUS Online (05.06.2007 / 14.08.2006):

[http://www.focus.de/wissen/klima/klimaveraenderung\\_aid\\_62442.html](http://www.focus.de/wissen/klima/klimaveraenderung_aid_62442.html) (25.06.2014)

[http://www.focus.de/wissen/klima/ornithologie\\_aid\\_113618.html](http://www.focus.de/wissen/klima/ornithologie_aid_113618.html) (25.06.2014)



## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Naturschutz und Biodiversität  
(NB)

### *Indikationsfeld*

Biologische Vielfalt (NB3)

### *Indikator*

Freiburger Schutzgebiete

### *Kennnummer*

NB2-1-(R)

### *Stand*

07.05.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n. v.

### *Definition*

Die Entwicklung der Freiburger Schutzgebietsfläche wird als Anpassungsindikator betrachtet, da sie dazu beitragen kann den durch den Klimawandel beschleunigten Rückgang der Artenvielfalt entgegenzuwirken.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Aufbau und Management von Schutzgebieten und deren Vernetzung unterstützen die Erhaltung der Artenvielfalt. Durch die Schaffung größerer Lebensräume und Wandermöglichkeiten zwischen verschiedenen Populationen wird die Resilienz und Anpassungsfähigkeit gegenüber externen Belastungen erhöht. Die Flächen sollen Flora und Fauna die Möglichkeit bieten sich ungestört an Klimaänderungen anzupassen und Wanderbewegungen (Ausbreitung/Rückzug) ermöglichen.

### *Berechnungsvorschrift*

Aufsummierung der Schutzgebietsfläche in ha im Stadtgebiet Freiburg

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Bei Schutzgebieten deren Grenzen über den Stadtkreis hinausragen wurden nur die innerhalb

der Stadtgrenzen liegenden Flächen in die Auswertung einbezogen. Die betroffenen Schutzgebiete sind also nicht immer mit ihrer vollständigen Größe angegeben. Zum Teil überlappen sich die einzelnen Schutzgebietskategorien auf denselben Flächen. Jede Kategorie wurde jedoch vollständig in ihrer Größe erfasst und in die Auswertung aufgenommen.

Das Freiburger Stadtgebiet ist ein begrenzter Raum und bietet nur eingeschränkte Flächen, welche unter Schutz gestellt werden können. Eine Ausweisung über diese Grenzen hinaus ist, trotz Überlappung der Schutzgebietskategorien, nicht möglich.

Schutzgebiete wurden bzw. werden nicht zu Klimaschutz- bzw. Anpassungszwecken eingerichtet. In den Managementplänen sind auch keine Ziele diesbezüglich vorgesehen.

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Schutzgebiete: Auflistung nach Größe (ha) der Freiburger Schutzgebiete, unterteilt in die Kategorien FFH-, Vogelschutz-, Naturschutz- und Landschaftsschutzgebiete, Bannwald und Naturpark

### *Datenhalter*

Geodienste BfN / LUBW

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

ha / Excel-File

### *Erhebungsintervall*

unregelmäßig

### *Zeitraum*

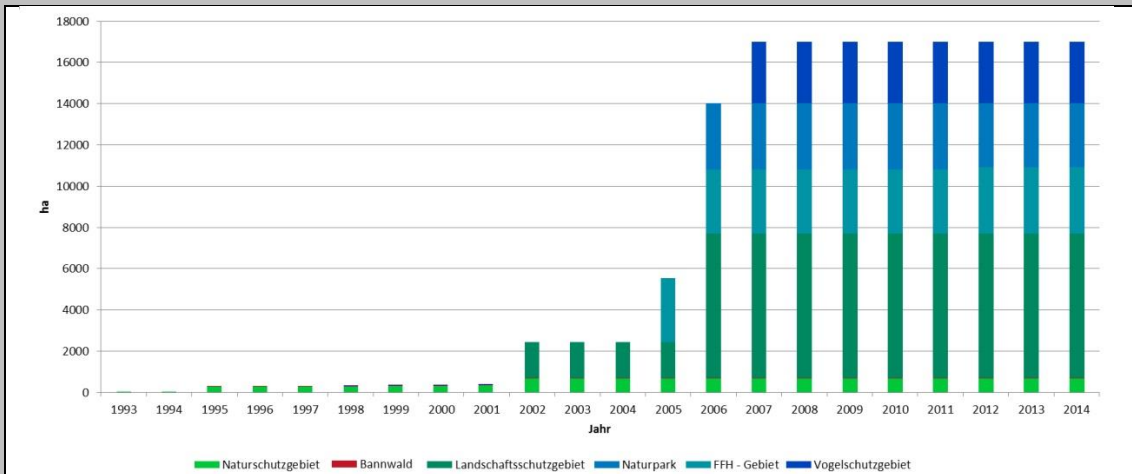
seit 1963

### *Räumliche Abdeckung*

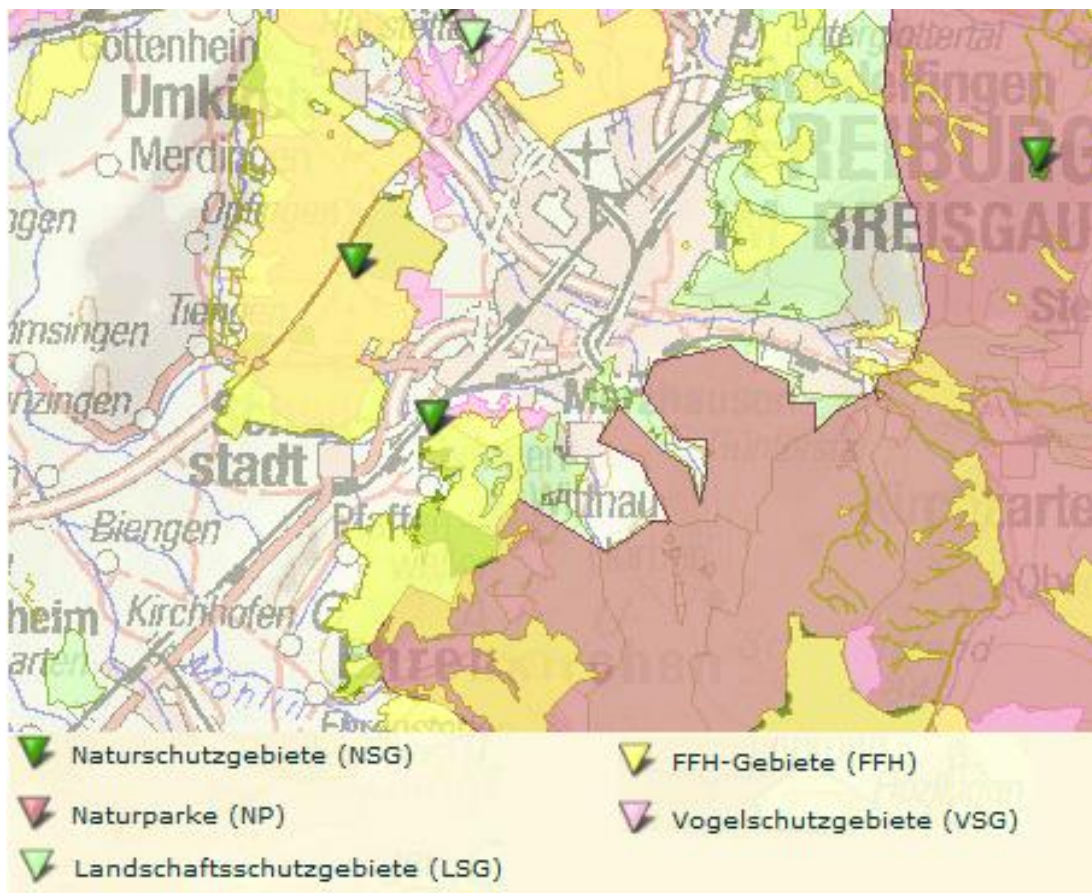
Stadtgebiet Freiburg

### 3. Bisheriges Ergebnis

#### Darstellung



Entwicklung der Schutzgebietsfläche im Stadtgebiet Freiburg, unterteilt nach den jeweiligen Schutzgebietskategorien (Naturschutzgebiet, Bannwald, Landschaftsschutzgebiet, Naturpark, FFH-Gebiet und Vogelschutzgebiet) (Quelle: Geodienste BfN und LUBW)



Lage der Freiburger Schutzgebiete 2014 (Quelle: Geodienste BfN)

#### Dateninterpretation

Aufbau und Management von Schutzgebieten und deren Vernetzung unterstützen die Erhaltung der Artenvielfalt. Durch die Schaffung von Lebensräumen und Wanderungsmöglichkeiten zwischen verschiedenen Populationen wird die Resilienz und Anpassungsfähigkeit gegenüber externen Belastungen erhöht. Die Flächen sollen Flora und Fauna die Möglichkeit bieten sich ungestört an Klimaänderungen anzupassen und Wanderbewegungen (Ausbreitung/Rückzug) ermöglichen.

Die Grafik stellt die Entwicklung der Schutzgebiete seit 1993 dar. Das erste Naturschutzgebiet innerhalb des Stadtgebiets wurde 1963 am Honigbuck (7,5 ha) eingerichtet. 1966 kam der Arlesheimer See (22,8 ha) hinzu. Danach wurde für lange Zeit nichts unter Schutz gestellt. Erst 28 Jahre später schlossen sich weitere Flächen an. Bis ins Jahr 2007 ist ein rasanter Anstieg zu verzeichnen. Inzwischen stagniert die Schutzgebietsausweisung in Freiburg wieder.

Die Unterteilung nach den Schutzkategorien zeigt, dass sich seit 1955 kaum etwas an der Naturschutzgebiets- und nichts an der Bannwaldfläche geändert hat. 1998 kam das erste Landschaftsschutzgebiet Mühlmaten und 2002 der Schauinsland hinzu. 2006 erweiterten sich diese um weitere drei Schutzgebiete. Ab 2005 folgten den drei bestehenden Kategorien noch ein Naturpark, fünf FFH-Gebiete und drei Vogelschutzgebiete. Die einzelnen Schutzgebietskategorien überlappen sich, wie die Karte der Schutzgebiete von 2014 zeigt.

#### 4. Literatur

BFN KARTENDIENST „SCHUTZGEBIETE IN DEUTSCHLAND“:  
[http://www.bfn.de/0304\\_kartendienst-pdm.html](http://www.bfn.de/0304_kartendienst-pdm.html) (06.10.2010)

LUBW SCHUTZGEBIETSVERZEICHNIS: <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/11424/> (06.10.2010)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Naturschutz und Biodiversität  
(NB)

### *Indikationsfeld*

Biologische Vielfalt (NB3)

### *Indikator*

Graue Liste potenziell invasiver Fischarten

### *Kennnummer*

NB3-1-(I)a

### *Stand*

01.09.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n. v.

### *Definition*

Als Indikator für die Ausbreitung invasiver Arten durch den Klimawandel werden die wärmeliebenden, potenziell invasiven Fischarten der Grauen Liste vorgeschlagen.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Der Klimawandel und die Ausbreitung gebietsfremder Arten müssen nicht in engem Zusammenhang stehen. Jedoch profitieren invasive Arten durch ihre hohe Anpassungsfähigkeit und ihr großes Ausbreitungspotenzial vom Klimawandel. Sie erlangen durch den Klimawandel häufig einen Konkurrenzvorteil, insbesondere wenn es sich um wärmeliebende Arten handelt. Aus diesem Grund wird die Entwicklung der Grauen Liste potenziell invasiver Fischarten hinsichtlich der wärmeliebenden Spezies als geeigneter Indikator erachtet.

### *Berechnungsvorschrift*

Anzahl wärmeliebender Fischarten auf der Grauen Liste potenziell invasiver Fischarten.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Die Ausbreitung invasiver Fischarten ist in Deutschland meist anthropogen verursacht. Das Aussetzen von Fischen durch Aquarienbesitzer führt ebenso wie das Einschleppen im

Ballastwasser großer Schiffe sowie unsachgemäße Besatzmaßnahmen durch Angler zur Ausbreitung invasiver Fischarten. Eine klimainduzierte Ausbreitung kann somit stark durch menschliches Handeln überprägt sein.

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Graue Liste potenziell invasiver Fischarten

### *Datenhalter*

BfN

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

Anzahl wärmeliebender  
Fischarten auf der Grauen Liste  
potenziell invasiver Fischarten /  
Excel-File

### *Erhebungsintervall*

unbekannt

### *Zeitraum*

seit 2010

### *Räumliche Abdeckung*

deutschlandweit

## 3. Bisheriges Ergebnis

### *Dateninterpretation*

Die Graue Liste potenziell invasiver Fischarten dient der Erkennung und Bewertung gebietsfremder bzw. invasiver Arten und stellt ein Instrument zur Vermeidung negativer ökologischer Folgen dar, mit dem Handlungsbedarf und -prioritäten zielgerichtet abgeleitet werden können.

Bisher liegen für Freiburg keine Daten vor.

## 4. Literatur

NEHRING, S. ET AL. (2010): Schwarze Liste invasiver Arten: Kriteriensystem und Schwarze Listen invasiver Fische für Deutschland und für Österreich. Ergebnisse aus dem F+E-Vorhaben FKZ 80682330, BfN (Hrsg.), Bonn – Bad Godesberg.

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Naturschutz und Biodiversität  
(NB)

### *Indikationsfeld*

Biologische Vielfalt (NB3)

### *Indikator*

Schwarze Liste invasiver Fischarten

### *Kennnummer*

NB3-1-(I)b

### *Stand*

01.09.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n.v.

### *Definition*

Als Indikator für die Ausbreitung invasiver Arten durch den Klimawandel werden die wärmeliebenden, potenziell invasiven Fischarten der Schwarzen Liste vorgeschlagen.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Der Klimawandel und die Ausbreitung gebietsfremder Arten müssen nicht in engem Zusammenhang stehen. Jedoch profitieren invasive Arten durch ihre hohe Anpassungsfähigkeit und ihr großes Ausbreitungspotenzial vom Klimawandel. Sie erlangen durch den Klimawandel häufig einen Konkurrenzvorteil, insbesondere wenn es sich um wärmeliebende Arten handelt. Aus diesem Grund wird die Entwicklung der Schwarzen Liste potenziell invasiver Fischarten hinsichtlich der wärmeliebenden Spezies als geeigneter Indikator erachtet.

### *Berechnungsvorschrift*

Anzahl wärmeliebender Fischarten auf der Schwarzen Liste invasiver Fischarten.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Die Ausbreitung invasiver Fischarten ist in Deutschland meist anthropogen verursacht. Das Aussetzen von Fischen durch Aquarienbesitzer führt ebenso wie das Einschleppen im

Ballastwasser großer Schiffe sowie unsachgemäße Besatzmaßnahmen durch Angler zur Ausbreitung invasiver Fischarten. Eine klimainduzierte Ausbreitung kann somit stark durch menschliches Handeln überprägt sein.

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Schwarze Liste invasiver Arten

### *Datenhalter*

BfN

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

Anzahl wärmeliebender  
Fischarten auf der Schwarzen  
Liste invasiver Fischarten / Excel-  
File

### *Erhebungsintervall*

unbekannt

### *Zeitraum*

seit 2010

### *Räumliche Abdeckung*

deutschlandweit

## 3. Bisheriges Ergebnis

### *Dateninterpretation*

Die Schwarze Liste invasiver Fischarten dient der Erkennung und Bewertung gebietsfremder bzw. invasiver Arten und stellt ein Instrument zur Vermeidung negativer ökologischer Folgen dar, mit dem Handlungsbedarf und -prioritäten zielgerichtet abgeleitet werden können.

Bisher liegen für Freiburg keine Daten vor.

## 4. Literatur

NEHRING, S. ET AL. (2010): Schwarze Liste invasiver Arten: Kriteriensystem und Schwarze Listen invasiver Fische für Deutschland und für Österreich. Ergebnisse aus dem F+E-Vorhaben FKZ 80682330, BfN (Hrsg.), Bonn – Bad Godesberg.



## 8.2.5 Handlungsfeld: Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz – GBA

### 1. Indikator

#### *Handlungsfeld*

Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz (GBA)

#### *Indikationsfeld*

Hitzebedingte Erkrankungen und Todesfälle (GBA1)

#### *Indikator*

Entwicklung des Straßenbegleitgrüns in m<sup>2</sup> pro Einwohner

#### *Kennnummer*

GBA1-1-(R)a /  
GBA1-2-(R)

#### *Stand*

23.07.2014

#### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

#### *DAS-Abgleich*

Erholungsfläche (Bau-R-1)

Ausweisung von klimatisch bedeutsamen Freiflächen in bioklimatisch belasteten Gebieten (RO-R-7)

Erholungsg geeignete Flächen in Gemeinden innerhalb bioklimatisch belasteter Gebiete (RO-R-9)

#### *Definition*

Als Anpassungsindikator an ein wärmer werdendes Klima bzw. Stadtklima wird die Entwicklung des Straßenbegleitgrüns in m<sup>2</sup> pro Einwohner in Freiburg betrachtet.

#### *Relevanz / Klimasensitivität*

Die positive bioklimatische Wirkung von Stadtgrün auf das Stadtklima äußert sich u. a. durch hitzereduzierende Beschattung und Verdunstungskühlung. Der Zuwachs an Straßenbegleitgrün gilt als geeignete Anpassungsmaßnahme, um der Erhitzung von Städten entgegenwirken und sich so positiv auf das menschliche Wohlbefinden auszuwirken. Die Beobachtung der Entwicklung des Straßenbegleitgrüns wird daher als sinnvoll erachtet.

#### *Berechnungsvorschrift*

Straßenbegleitgrün (m<sup>2</sup> pro Einwohner) und Straßenbäume pro ha Straßenbegleitgrün.

#### *Unsicherheiten / Hinweise*

Da es sich bei der Begrünung in der Regel um eine der Routine-Aufgaben der Stadtverwaltung handelt, sind die entsprechenden Daten oftmals nicht in ausreichender Form oder nur handschriftlich dokumentiert.

## 2. Datensatz

### Titel Datensatz

Entwicklung des Straßenbegleitgrüns in m<sup>2</sup> pro Einwohner

### Datenhalter

Garten- und Tiefbauamt Stadt  
Freiburg (GuT)

### Übergaberestriktionen

keine

### Einheit / Datenformat

Straßenbegleitgrün (m<sup>2</sup> pro  
Einwohner); Straßenbäume pro ha  
Straßenbegleitgrün

### Erhebungsintervall

unregelmäßig

### Zeitraum

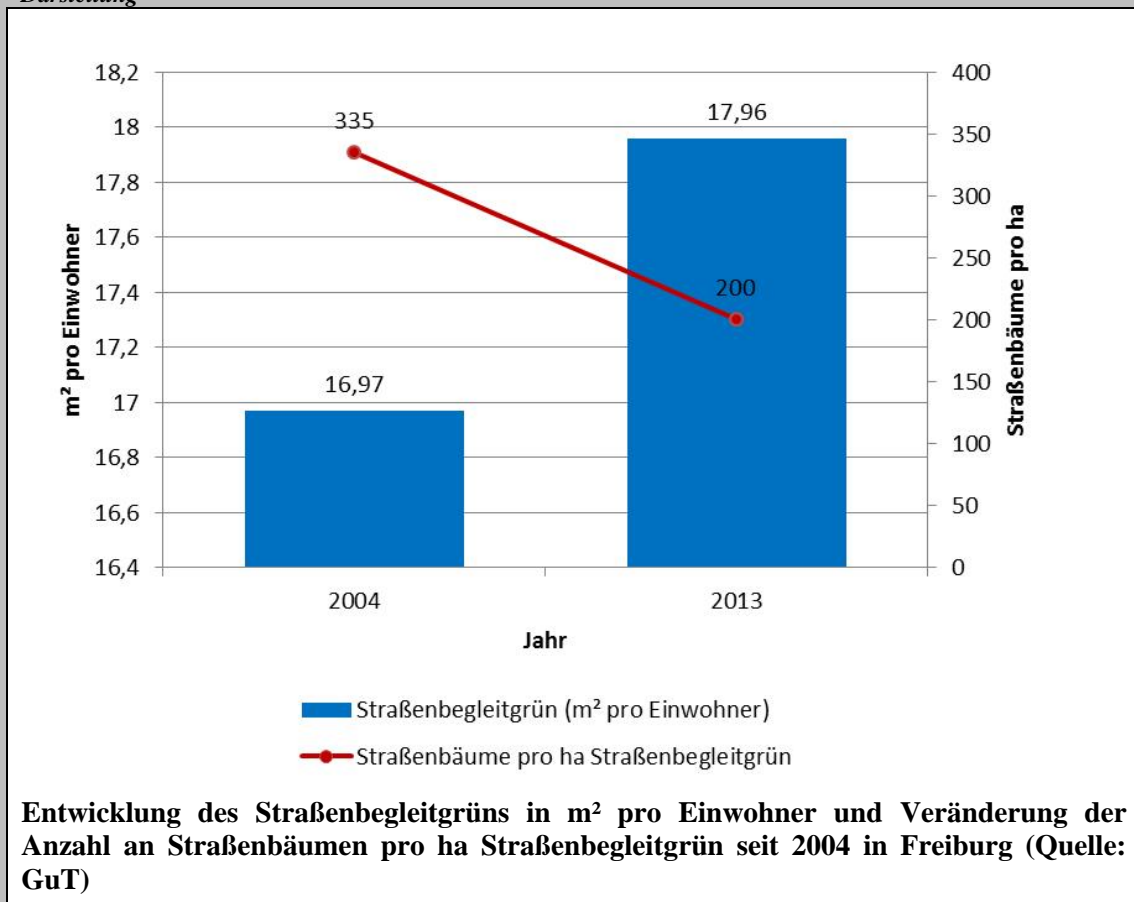
seit 2004

### Räumliche Abdeckung

Stadtgebiet Freiburg

## 3. Bisheriges Ergebnis

### Darstellung



### Dateninterpretation

Das Klima in Städten unterscheidet sich z. T. erheblich von seinem Umland. In Verdichtungsräumen bildet sich ein sogenanntes Stadtklima aus, welches durch erhöhte Oberflächen- und Lufttemperaturen, vor allem in den Nachtstunden gekennzeichnet ist. Da

eine Durchlüftung durch die Bebauung erschwert wird, sammelt sich oft zusätzlich eine hohe Konzentration von gas- und partikelförmigen Luftschadstoffen an. In dicht besiedelten Bereichen wirken sich die Belastung durch hohe Temperaturen und schlechte Luft negativ auf die Lebensqualität aus. Die globale Klimaerwärmung wird diese Situation weiter verschärfen.

Die städtischen Versiegelungsmaterialien speichern einen Teil der Sonneneinstrahlung, geben diese - vor allem nachts - in Form von Wärmeenergie wieder an die Umgebung ab und verhindern so eine Abkühlung der Luft. Die Beschattung durch Bäume kann eine Überhitzung der darunter liegenden Bereiche verhindern. Da Blätter kaum Speichermasse besitzen und ein Teil der absorbierten Strahlung zur Verdunstung von Wasser genutzt wird, wird nur rel. wenig der tagsüber gespeicherten Energie nachts an die Umgebung abgegeben. Ist zusätzlich anstelle von versiegelter Oberfläche natürlicher Boden vorhanden, kühlt dieser außerdem durch Verdunstung und bleibt deutlich kühler als eine z. B. eine Straßenoberfläche. Neben der positiven bioklimatischen Wirkung von Stadtgrün auf das Stadtklima und somit dem menschlichen Wohlbefinden, kann durch Bäume eine gewisse Filterung der Luft stattfinden. Festzuhalten gilt, das Klima und Luftqualität werden in städtischen Wärmeinseln durch eine vorausschauende Stadtplanung in hohem Maße positiv beeinflusst werden.

Die Grafik stellt die Entwicklung des Straßenbegleitgrüns in m<sup>2</sup> pro Einwohner und die Veränderung der Anzahl an Straßenbäumen pro ha Straßenbegleitgrün seit 2004 in Freiburg dar. Insgesamt konnten nur zwei Erhebungen der Jahre 2004 und 2013 abgebildet werden. Zwischen 2004 und 2013 ist ein deutlicher Anstieg des Straßenbegleitgrüns pro Einwohner von 16,97 m<sup>2</sup> auf 17,96 m<sup>2</sup> zu verzeichnen. Hingegen sinkt die Anzahl der Straßenbäume pro ha Straßenbegleitgrün von 335 auf 200. Zurückgeführt werden kann diese Entwicklung auf eine Flurbereinigung 2007. Eine Zunahme der Grünflächen ist trotz gleichzeitiger Abnahme der Bäume, aufgrund der oben genannten Vor- und Nachteile, als positive Entwicklung zu werten.

#### **4. Literatur**

BRUSE, M. (2003): Stadtgrün und Stadtklima. Wie sich Grünflächen auf das Mikroklima von Städten auswirken, in: LÖBF-Mitteilungen 1/03.

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz (GBA)

### *Indikationsfeld*

Hitzebedingte Erkrankungen und Todesfälle (GBA1)

### *Indikator*

Entwicklung der Anzahl von Straßenbäumen

### *Kennnummer*

GBA1-1-(R)b /  
GBA1-2-(R)

### *Stand*

23.07.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

Erholungsfläche (Bau-R-1)

Ausweisung von klimatisch bedeutsamen Freiflächen in bioklimatisch belasteten Gebieten (RO-R-7)

Erholungsg geeignete Flächen in Gemeinden innerhalb bioklimatisch belasteter Gebiete (RO-R-9)

### *Definition*

Als Anpassungsindikator an ein wärmer werdendes Klima bzw. Stadtklima wird die Entwicklung der Anzahl von Straßenbäumen in Freiburg betrachtet.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Die positive bioklimatische Wirkung von Bäumen auf das Stadtklima äußert sich u. a. durch hitzereduzierende Beschattung, Luftfilterung sowie Verdunstungskühlung. Die Erhöhung der Anzahl von Straßenbäumen ist eine geeignete Anpassungsmaßnahme, um der Erhitzung von Städten entgegenwirken, die sich so positiv auf das menschliche Wohlbefinden auswirkt. Die Beobachtung der Entwicklung der Anzahl von Straßenbäumen wird daher als sinnvoll erachtet.

**Berechnungsvorschrift**

Anzahl der vorhandenen Straßenbäume pro Jahr.

**Unsicherheiten / Hinweise**

Da es sich bei der Baumpflege um eine Routine-Aufgabe der Stadtverwaltung handelt, sind entsprechende Daten bisher nicht in ausreichender Form oder nur handschriftlich dokumentiert. Durch die Einrichtung des Baumkatasters wird zukünftig eine geeignete Dokumentation verfügbar sein.

Die Daten beinhalten nur Straßenbäume, nicht aber Bäume die in Parkanlagen stehen.

**2. Datensatz**

**Titel Datensatz**

Entwicklung der Anzahl von Straßenbäumen

**Datenhalter**

Garten- und Tiefbauamt Stadt Freiburg (GuT)

**Übergaberestriktionen**

keine

**Einheit / Datenformat**

Anzahl der Straßenbäume

**Erhebungsintervall**

unregelmäßig

**Zeitraum**

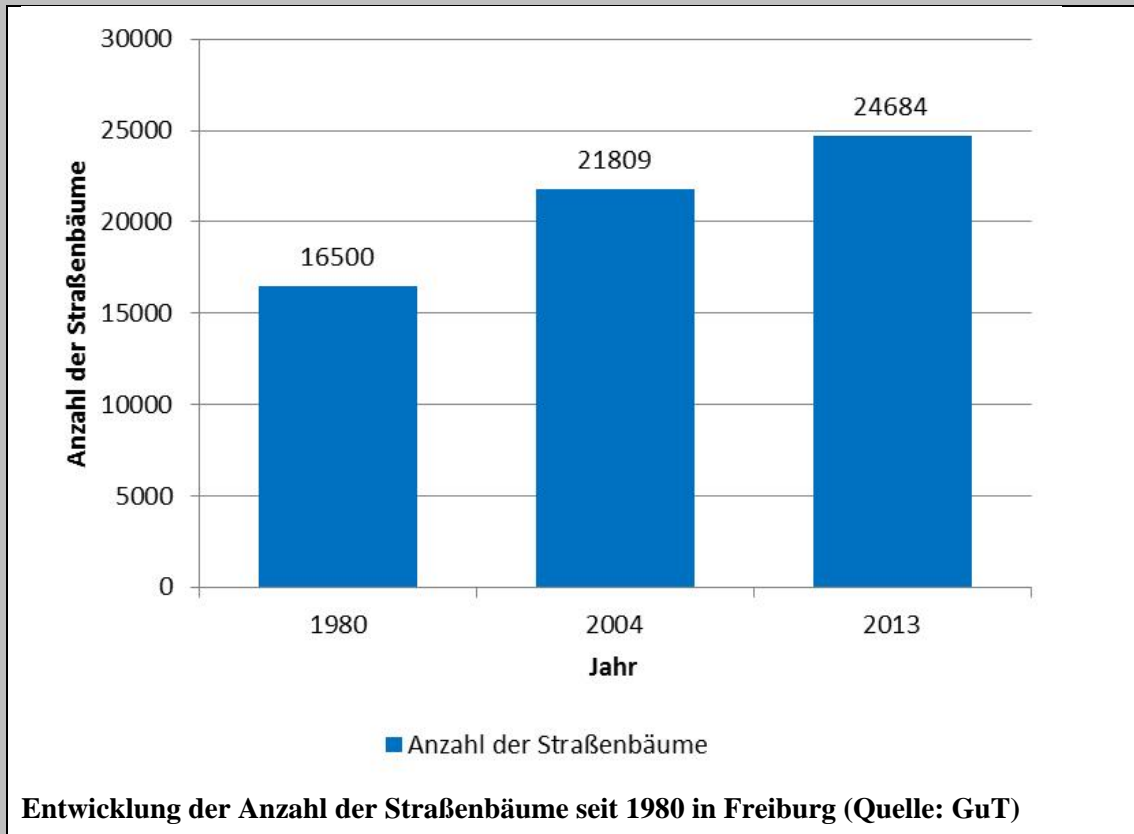
seit 1980

**Räumliche Abdeckung**

Stadtgebiet Freiburg

### 3. Bisheriges Ergebnis

#### Darstellung



#### Dateninterpretation

Das Klima in Städten unterscheidet sich z. T. erheblich von seinem Umland. In Verdichtungsräumen bildet sich ein sogenanntes Stadtklima aus, welches durch erhöhte Oberflächen- und Lufttemperaturen, vor allem in den Nachtstunden gekennzeichnet ist. Da eine Durchlüftung durch die Bebauung erschwert wird, sammelt sich oft zusätzlich eine hohe Konzentration von gas- und partikelförmigen Luftschadstoffen an. In dicht besiedelten Bereichen wirken sich die Belastung durch hohe Temperaturen und schlechte Luft negativ auf die Lebensqualität aus. Die globale Klimaerwärmung wird diese Situation weiter verschärfen.

Die städtischen Versiegelungsmaterialien speichern einen Teil der Sonneneinstrahlung, geben diese - vor allem nachts - in Form von Wärmeenergie wieder an die Umgebung ab und verhindern so eine Abkühlung der Luft. Die Beschattung durch Bäume kann eine Überhitzung der darunter liegenden Bereiche verhindern. Da Blätter kaum Speichermasse besitzen und ein Teil der absorbierten Strahlung zur Verdunstung von Wasser genutzt wird, wird nur rel. wenig der tagsüber gespeicherten Energie nachts an die Umgebung abgegeben. Ist zusätzlich anstelle von versiegelter Oberfläche natürlicher Boden vorhanden, kühlt dieser außerdem durch Verdunstung und bleibt deutlich kühler als eine z. B. eine Straßenoberfläche. Neben der positiven bioklimatischen Wirkung von Stadtgrün auf das Stadtklima und somit dem menschlichen Wohlbefinden, kann durch Bäume eine gewisse Filterung der Luft stattfinden. Festzuhalten gilt, das Klima und Luftqualität werden in städtischen Wärmeinseln durch eine vorausschauende Stadtplanung in hohem Maße positiv beeinflusst werden.

Die Grafik zeigt die Anzahl der Straßenbäume seit 1980 für Freiburg. Insgesamt konnten nur

drei Erhebungen abgebildet werden. Durch Einrichtung des Baumkatasters wäre zukünftig eine regelmäßige Abfrage der Baumanzahl möglich.

Seit 1980 ist ein deutlicher Anstieg der Stadt- und Straßenbäume von 16.500 auf 24.684 zu verzeichnen. Die Daten beinhalten jedoch nur Stadt- und Straßenbäume, nicht aber Bäume, welche in Parkanlagen stehen. Nach Aussage des GuT soll diese positive Entwicklung weiter fortgesetzt werden.

#### **4. Literatur**

BRUSE, M. (2003): Stadtgrün und Stadtklima. Wie sich Grünflächen auf das Mikroklima von Städten auswirken, in: LÖBF-Mitteilungen 1/03.

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz (GBA)

### *Indikationsfeld*

Hitzebedingte Erkrankungen und Todesfälle (GBA1)

### *Indikator*

Entwicklung der Anzahl der Neupflanzungen von Straßenbäumen

### *Kennnummer*

GBA1-1-(R)c / GBA1-2-(R)

### *Stand*

02.12.2014

### *Machbarkeitsstufe*

3 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

Erholungsfläche (Bau-R-1)

Ausweisung von klimatisch bedeutsamen Freiflächen in bioklimatisch belasteten Gebieten (RO-R-7)

Erholungsg geeignete Flächen in Gemeinden innerhalb bioklimatisch belasteter Gebiete (RO-R-9)

### *Definition*

Als Anpassungsindikator an ein wärmer werdendes Klima bzw. Stadtklima wird die Entwicklung der Anzahl der Neupflanzungen von Straßenbäumen in Freiburg betrachtet.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Die positive bioklimatische Wirkung von Bäumen auf das Stadtklima liegt unter anderem in der Beschattung sowie der Verdunstungskühlung, welche Überhitzung verhindert. Deshalb wird die Erhöhung der Anzahl von Straßenbäumen als geeignete Anpassungsmaßnahme betrachtet, um der Erhitzung von Städten entgegenzuwirken. Die Beobachtung der Anzahl neugepflanzter Straßenbäume wird daher als sinnvoll erachtet.

### *Berechnungsvorschrift*

Anzahl der Neupflanzungen von Straßenbäumen pro Jahr.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Die Daten mussten aus handschriftlichen, teils lückenhaften Dokumenten extrahiert werden, was den Aufwand zur Darstellung des Indikators deutlich erhöht. Mit der Fertigstellung des Baumkatasters können diese Informationen zukünftig lückenlos hinterlegt und ausgewertet werden.



## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Anzahl der Neupflanzungen von Straßenbäumen

### *Datenhalter*

Garten- und Tiefbauamt Stadt  
Freiburg (GuT)

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

Anzahl der Neupflanzungen von  
Straßenbäumen pro Jahr

### *Erhebungsintervall*

jährlich

### *Zeitraum*

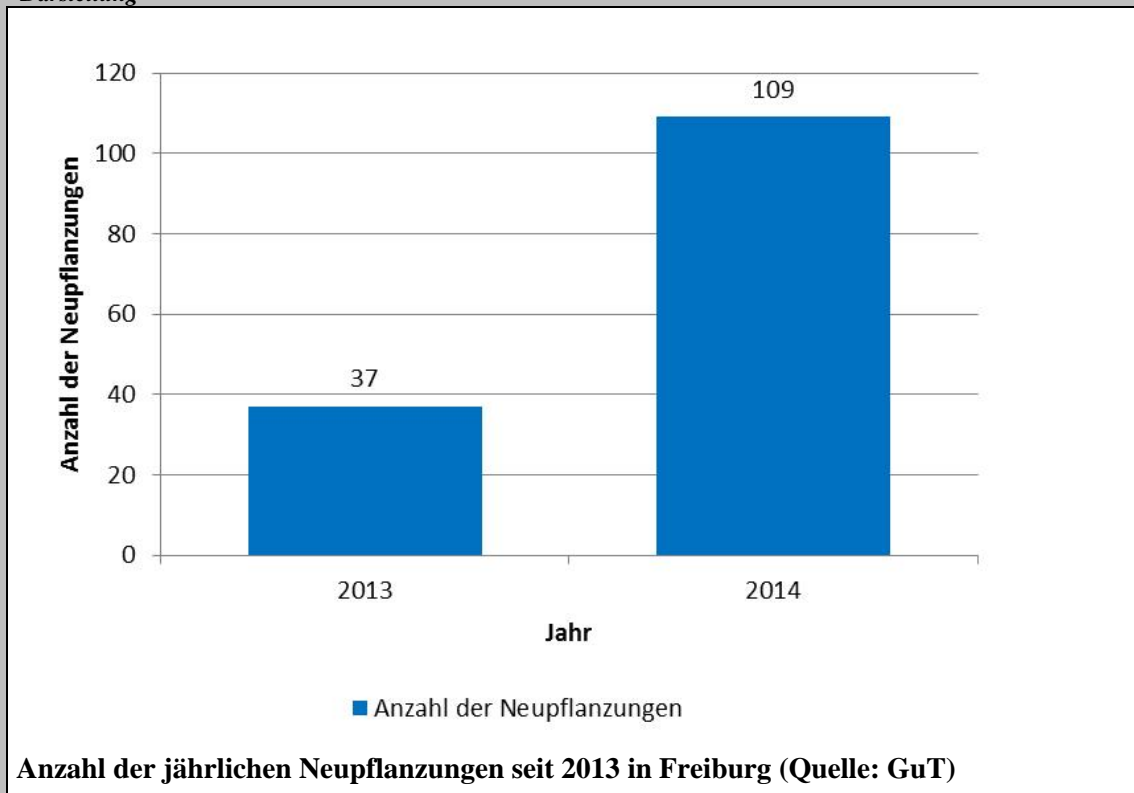
seit 2013

### *Räumliche Abdeckung*

Stadtgebiet Freiburg

## 3. Bisheriges Ergebnis

### *Darstellung*



### *Dateninterpretation*

Das Klima in Städten unterscheidet sich z. T. erheblich von seinem Umland. In Verdichtungsräumen bildet sich ein sogenanntes Stadtklima aus, welches durch erhöhte Oberflächen- und Lufttemperaturen, vor allem in den Nachtstunden gekennzeichnet ist. Da eine Durchlüftung durch die Bebauung erschwert wird, sammelt sich oft zusätzlich eine hohe Konzentration von gas- und partikelförmigen Luftschadstoffen an. In dicht besiedelten Bereichen wirken sich die Belastung durch hohe Temperaturen und schlechte Luft negativ auf

die Lebensqualität aus. Die globale Klimaerwärmung wird diese Situation weiter verschärfen.

Die städtischen Versiegelungsmaterialien speichern einen Teil der Sonneneinstrahlung, geben diese - vor allem nachts - in Form von Wärmeenergie wieder an die Umgebung ab und verhindern so eine Abkühlung der Luft. Die Beschattung durch Bäume kann eine Überhitzung der darunter liegenden Bereiche verhindern. Da Blätter kaum Speichermasse besitzen und ein Teil der absorbierten Strahlung zur Verdunstung von Wasser genutzt wird, wird nur rel. wenig der tagsüber gespeicherten Energie nachts an die Umgebung abgegeben. Ist zusätzlich anstelle von versiegelter Oberfläche natürlicher Boden vorhanden, kühlt dieser außerdem durch Verdunstung und bleibt deutlich kühler als eine z. B. eine Straßenoberfläche. Neben der positiven bioklimatischen Wirkung von Stadtgrün auf das Stadtklima und somit dem menschlichen Wohlbefinden, kann durch Bäume eine gewisse Filterung der Luft stattfinden. Festzuhalten gilt, das Klima und Luftqualität werden in städtischen Wärmeinseln durch eine vorausschauende Stadtplanung in hohem Maße positiv beeinflusst werden.

Die Grafik zeigt die jährliche Anzahl der Neupflanzungen von Stadt- und Straßenbäumen seit 2013. 2013 wurden laut der Angaben der vom GuT zur Verfügung gestellten Dokumente, nur 37 Bäume neu gepflanzt. Diese Anzahl liegt deutlich unter dem Durchschnitt von jährlich 100 Bäumen (mündl. GuT) für Neubaumaßnahmen und 380 Bäume als Ersatzpflanzungen. Auf Nachfrage hin konnte nicht vollständig geklärt werden, ob es sich hierbei vielleicht nur um die im Rahmen von Baumaßnahmen gepflanzten Bäume handelt. Die 109 Neupflanzungen 2014 basieren auf der Datengrundlage vom Stand Juli 2014. Die Grafik bildet also bisher nur die erste Jahreshälfte ab. Aufgrund der fehlenden Informationen kann hier vorerst keine verbindliche Aussage zum Anpassungsfortschritt getroffen werden.

#### **4. Literatur**

BRUSE, M. (2003): Stadtgrün und Stadtklima. Wie sich Grünflächen auf das Mikroklima von Städten auswirken, in: LÖBF-Mitteilungen 1/03.

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz (GBA)

### *Indikationsfeld*

Hitzebedingte Erkrankungen und Todesfälle (GBA1)

### *Indikator*

Anteil der Rasengleise am Gesamtschienennetz der Verkehrsbetriebe AG Stadt Freiburg (VAG)

### *Kennnummer*

GBA1-1-(R)d

### *Stand*

17.09.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n. v.

### *Definition*

Als Anpassungsmaßnahme gegen die Wärmeinselproblematik der Stadt wird der Anteil an Rasengleisen im Verhältnis zum Gesamtschienennetz der VAG dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Rasengleise sind bioklimatisch wertvolle Grünflächen und Luftleitbahnen quer durch die Stadt. Sie tragen zur Verbesserung des Stadtklima bei, indem sie eingestrahelte Wärme über die Luft abtransportieren und über Verdunstung abkühlen. Zudem verringern sie die Staubbelastung, dienen als CO<sub>2</sub>-Speicher und versickern Wasser, welches sonst über die Kanalisation abgeführt werden müsste. Rasengleise besitzen noch viele weitere Vorteile, wie optische Schönheit und Pflegeleichtigkeit. Dazu wirken sie geräuschkämmend und sind kostengünstig.

### *Berechnungsvorschrift*

Prozentuales Verhältnis von Rasengleisen zum Gesamtschienennetz der VAG.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

In Freiburg werden seit 1983 ausschließlich Rasengleise angelegt, falls die Verkehrsfläche nicht auch vom übrigen Verkehr genutzt wird. Eine zeitliche Entwicklung ist aufgrund der fehlenden Datengrundlage nicht mehr nachvollziehbar. Zukünftig wäre eine Beobachtung des Verhältnisses von Rasengleisen zu versiegelten Gleisen denkbar.

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Anteil der Rasengleise am Gesamtschienennetz der VAG

### *Datenhalter*

Freiburger Verkehrs AG

### *Übergaberestriktionen*

keine

*Einheit / Datenformat*

Prozent

*Erhebungsintervall*

unregelmäßig

*Zeitraum*

Stand 2014

*Räumliche Abdeckung*

Stadtkreis Freiburg i. Br.

### 3. Bisheriges Ergebnis

*Dateninterpretation*

Der aktuelle Anteil der Rasengleise an der Gesamtlänge der Gleise liegt etwa bei 65 %.

### 4. Literatur

DRESDNER VERKEHRSBETRIEBE AG (Hrsg.) (2013): Presseinformation. Fast sechs Millionen Euro Kühlleistung für Dresden: Rasengleise unterstützen gutes Stadtklima, Dresden.

SIEGL, A., D. BOEHME & L. KIRCHNER (2010): Auswirkungen des Rasengleises auf das Klima in der Stadt: Untersuchungen am Rasengleis der Dresdner Verkehrsbetriebe zu oekologischen Vorteilen dieser Bauweise, in: Der Nahverkehr, Vol. 8, S. 7-20.

VOCKRODT, S. (2013): Verkehrs-AG will keine Rasengleise. Warum kein grünes Band?, in: Umweltzeitung, S. 30-31.

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz (GBA)

### *Indikationsfeld*

Hitzebedingte Erkrankungen und Todesfälle (GBA1)

### *Indikator*

Trinkbrunnen in öffentlichen Schulen

### *Kennnummer*

GBA1-1-(R)e

### *Stand*

08.12.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – nicht darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n.v.

### *Definition*

Als Anpassungsmaßnahme an die zunehmende Hitzebelastung wird die Bereitstellung von Trinkbrunnen in öffentlichen Schulen vorgeschlagen.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Bei steigenden Temperaturen - insbesondere in den Sommermonaten - wird die „Zur-Verfügungstellung“ von Trinkwasser als geeignete Maßnahme betrachtet, um der Gefahr der Dehydrierung vorzubeugen.

### *Berechnungsvorschrift*

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Es konnten keine Informationen zur Anzahl in Erfahrung gebracht werden.

## 2. Datensatz

*Titel Datensatz*

Trinkbrunnen in öffentlichen Schulen

*Datenhalter*

Gebäudemanagement der Stadt  
Freiburg

*Übergaberestriktionen*

keine

*Einheit / Datenformat*

*Erhebungsintervall*

keines

*Zeitraum*

Stand 2014

*Räumliche Abdeckung*

Stadtgebiet Freiburg

### 3. Bisheriges Ergebnis

*Dateninterpretation*

Mittlerweile ist diese Maßnahme in allen öffentlichen Schulen umgesetzt. Leider konnten keine genaueren Informationen beispielsweise zur Anzahl in Erfahrung gebracht werden.

### 4. Literatur

UBA = UMWELTAMT (Hrsg.) (2012): Handbuch Klimaanpassung – Bausteine für die Nürnberger Anpassungsstrategie, Nürnberg.

LEBENSRAUM WASSER:

<http://lebensraumwasser.com/2013/12/05/offentliche-trinkwasserspender-werden-als-masnahme-im-klimaschutzplan-des-nrw-umweltministeriums-diskutiert/> (08.12.2014)

<http://lebensraumwasser.com/2013/10/24/offentliche-trinkbrunnen-bundeslander-befragen-kommunen/> (08.12.2014)

LUBW:

<https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/230088/> (08.12.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz (GBA)

### *Indikationsfeld*

Hitzebedingte Erkrankungen und Todesfälle (GBA1)

### *Indikator*

Rundfax des Sozialministeriums

### *Kennnummer*

GBA1-1-(R)f

### *Stand*

08.12.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – nicht darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n.v.

### *Definition*

Als Anpassungsmaßnahme an eine mögliche zunehmende Hitzebelastung wird das Rundfax des Sozialministeriums, welches das Pflegepersonal von Kranken und Hilfsbedürftigen über eine bevorstehende Hitzewellen und empfohlene Handlungsoptionen informiert, vorgeschlagen.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Kinder, Senioren und kranke Menschen sind auf die Unterstützung und Hilfe anderer angewiesen, da sie empfindlicher auf lang anhaltende hohe Temperaturen reagieren. Deshalb wird die Vorwarnung und Anleitung des pflegenden Personals als geeignete Maßnahme betrachtet, um hitzebedingte Erkrankungen und Todesfälle zu vermeiden.

### *Berechnungsvorschrift*

### *Unsicherheiten / Hinweise*

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Rundfax des Sozialministeriums

### *Datenhalter*

Ministerium für Arbeit und Sozialordnung, Familie, Frauen und Senioren / Amt für Soziales und Senioren (ASS)

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

### *Erhebungsintervall*

keines

*Zeitraum*

Stand 2014

*Räumliche Abdeckung*

Stadtgebiet Freiburg, Baden-  
Württemberg

**3. Bisheriges Ergebnis**

*Dateninterpretation*

Es konnten bisher keine Informationen zur Anzahl der jährlichen Rundfaxe in Erfahrung gebracht werden.

**4. Literatur**



## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz (GBA)

### *Indikationsfeld*

Hitzebedingte Erkrankungen und Todesfälle (GBA1)

### *Indikator*

Entwicklung der Anteile klimatisierter Busse am Gesamtbestand

### *Kennnummer*

GBA1-2-(R)a

### *Stand*

17.11.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n. v.

### *Definition*

Als Anpassungsmaßnahme an eine zunehmende Hitzebelastung wird die Entwicklung des Einsatzes von klimatisierten Bussen im öffentlichen Nahverkehr dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Insbesondere in den Sommermonaten ist bei steigenden Temperaturen die Klimatisierung von Fahrer- und Fahrgastzellen in Bussen eine Anpassungsmaßnahme, um Fahrer und Fahrgäste in Hitzeperioden zu entlasten.

### *Berechnungsvorschrift*

Entwicklung der Anteile klimatisierter Busse am Gesamtbestand seit 2000. Unterteilung nach Anteil klimatisierter Fahrerzellen und Fahrgastzellen.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Mittlerweile zählen klimatisierte Fahrer- bzw. Fahrgastzellen bei Neubestellungen zum Standard. Im Gegensatz zu Straßenbahnen wird die Klimatisierung von Bussen nicht elektrisch sondern mit Treibstoff angetrieben. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit (ständiges

Öffnen der Türen) und des Klimaschutzes, wird daher keine Klimatisierung der Fahrgastzelle angestrebt, obwohl ein Teil der Busse über eine Fahrgastzellen-Klimaanlage verfügt.

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Entwicklung der Anteile klimatisierter Busse am Gesamtbestand seit 2000. Unterteilt nach Anteil klimatisierter Fahrerzellen und klimatisierter Fahrgastzellen.

### *Datenhalter*

Freiburger Verkehrs AG

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

Anzahl ausgestatteter Fahrzeuge /  
Excel-File

### *Erhebungsintervall*

unregelmäßig

### *Zeitraum*

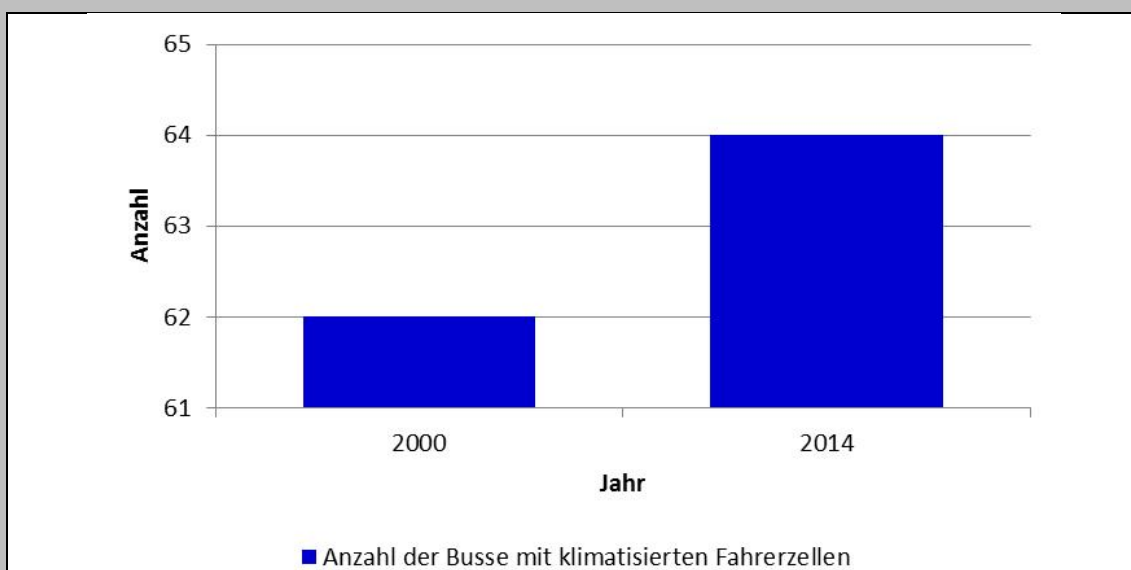
seit 2000

### *Räumliche Abdeckung*

Stadtgebiet Freiburg

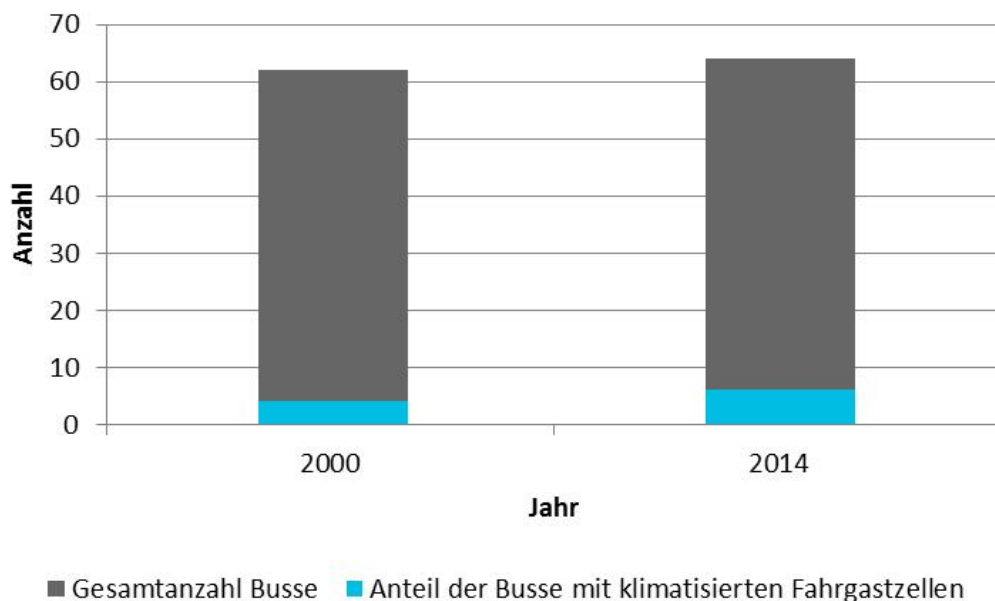
## 3. Bisheriges Ergebnis

### *Darstellung*



Anteil von Bussen der Freiburger Verkehrs AG mit klimatisierten Fahrerzellen seit

### 2000 (Quelle: VAG Freiburg)



### Anteil von Bussen der Freiburger Verkehrs AG mit klimatisierten Fahrgastzellen seit 2000 (Quelle: VAG Freiburg)

#### *Dateninterpretation*

Die Freiburger Verkehrs AG (VAG) transportiert jährlich rund 77 Mio. Fahrgäste und sorgt so für eine attraktive, leistungsfähige und umweltschonende Alternative zum Individualverkehr. Im Durchschnitt nehmen täglich 211.000 Nutzer das öffentliche Nahverkehrsnetz in Anspruch.

Insgesamt besitzt die VAG 64 Linienbusse, die alle mit klimatisierter Fahrerzelle ausgestattet sind. Schon im Jahr 2000 lag die Anzahl der Busse mit klimatisierter Fahrerzelle bei 62. Der Anteil der Busse mit klimatisierter Fahrgastzelle lag 2000 bei vier und hat sich bis 2014 auf sechs erhöht. Mittlerweile zählen klimatisierte Fahrer- bzw. Fahrgastzellen bei Neubestellungen zum Standard. Bei Bussen ohne Fahrgastzellenkühlung ist derzeit keine Nachrüstung vorgesehen.

#### 4. Literatur

FREIBURGER VERKEHR-AG:

<http://www.vag-freiburg.de/startseite.html> (17.11.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz (GBA)

### *Indikationsfeld*

Hitzebedingte Erkrankungen und Todesfälle (GBA1)

### *Indikator*

Entwicklung der Anteile klimatisierter Straßenbahnen am Gesamtbestand

### *Kennnummer*

GBA1-2-(R)b

### *Stand*

17.11.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n. v.

### *Definition*

Als Anpassungsmaßnahme an eine zunehmende Hitzebelastung wird die Entwicklung der Klimatisierung von Straßenbahnen des öffentlichen Nahverkehrs dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Insbesondere in den Sommermonaten ist bei steigenden Temperaturen die Klimatisierung von Fahrer- und Fahrgastzellen in Straßenbahnen eine Anpassungsmaßnahme, um Fahrer und Fahrgäste in Hitzeperioden zu entlasten.

### *Berechnungsvorschrift*

Entwicklung der Anteile klimatisierter Straßenbahnen im Gesamtbestand seit 1999. Unterteilung nach Anteil klimatisierter Fahrerzellen und Fahrgastzellen.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Mittlerweile zählen klimatisierte Fahrer- bzw. Fahrgastzellen bei Neubestellungen zum Standard.

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Entwicklung der Anteile klimatisierter Straßenbahnen im Gesamtbestand seit 1999. Unterteilt nach Anteil klimatisierter Fahrerzellen und klimatisierter Fahrgastzellen.

### *Datenhalter*

VAG Freiburg

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

Anzahl ausgestatteter Fahrzeuge /  
Excel-File

### *Erhebungsintervall*

unregelmäßig

### *Zeitraum*

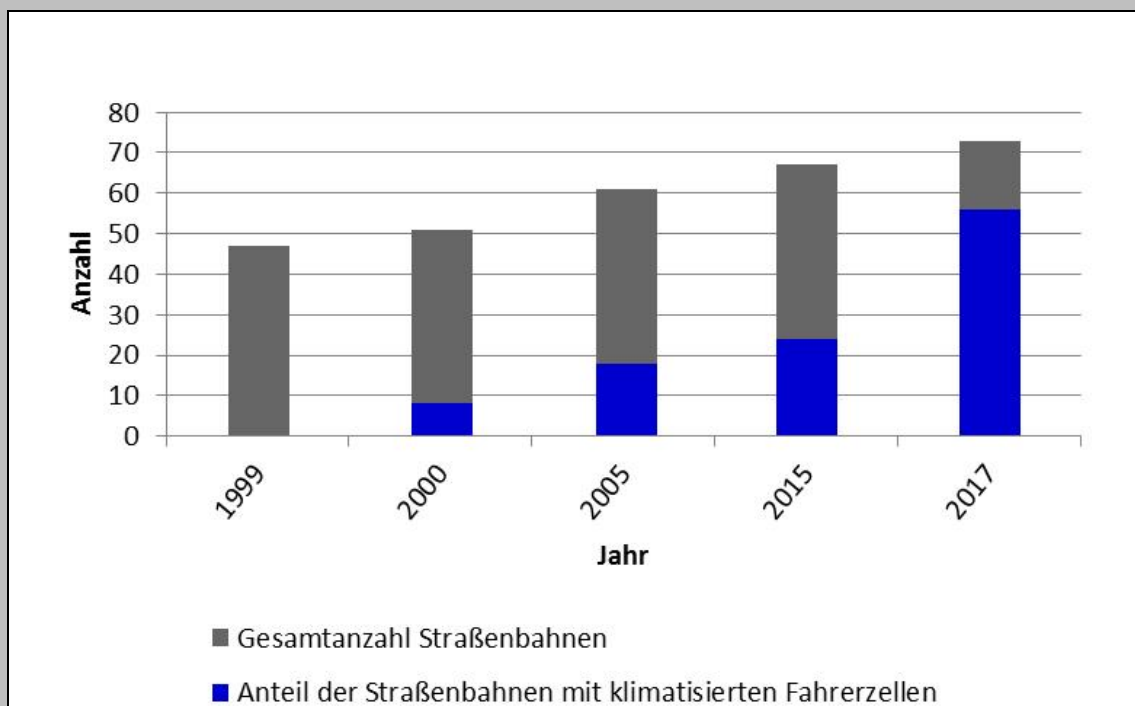
seit 1999

### *Räumliche Abdeckung*

Stadtgebiet Freiburg

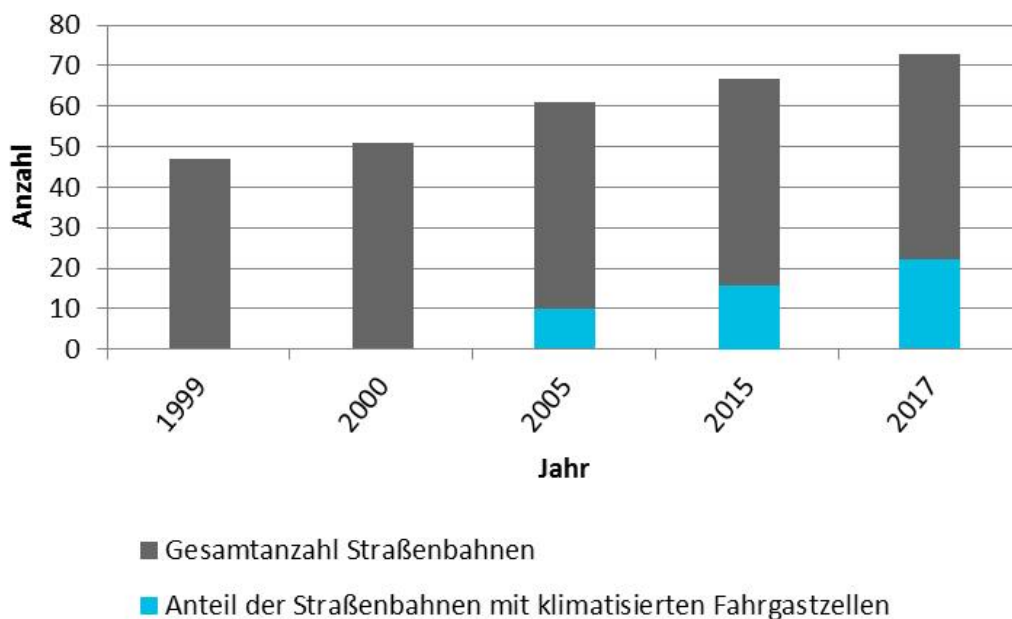
## 3. Bisheriges Ergebnis

### *Darstellung*



Anteil von Straßenbahnen der Freiburger Verkehrs AG mit klimatisierten Fahrerzellen

seit 1999 (Quelle: VAG Freiburg)



**Anteil von Straßenbahnen der Freiburger Verkehrs AG mit klimatisierten Fahrgastzellen seit 1999 (Quelle: VAG Freiburg)**

#### *Dateninterpretation*

Derzeit besitzt die VAG 61 Straßenbahnen, davon 18 mit klimatisierter Fahrerzelle. Mittlerweile zählt dies bei Neubestellungen zum Standard, so auch für die geplanten Zukäufe von 2015 und 2017. Bis 2017 sollen zusätzlich 16 Fahrzeuge mit einer Kühlanlage für die Fahrerzelle nachgerüstet werden.

Von den 61 Straßenbahnen sind bisher zehn mit einer Fahrgastzellenkühlung ausgestattet. Bei allen Neubestellungen ist diese standardmäßig vorhanden. Nachrüstungen sind jedoch nicht geplant. Auch hier ist daher ein positiver Trend bei der Umsetzung der Adaptionenmaßnahme zu verzeichnen.

#### **4. Literatur**

FREIBURGER VERKEHR-AG:

<http://www.vag-freiburg.de/startseite.html> (17.11.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz (GBA)

### *Indikationsfeld*

Gesundheitliche Auswirkungen von aerogenen Stoffen (GBA2)

### *Indikator*

Eichenprozessionsspinner Faltermonitoring

### *Kennnummer*

GBA2-1-(I)

### *Stand*

02.12.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

GE-I-7 Befall durch Eichenprozessionsspinner

### *Definition*

Als Auswirkung des Klimawandels wird die Belastung mit biologisch aktiven Partikeln tierischer Herkunft anhand der Entwicklung der Eichenprozessionsspinnerpopulation in Freiburg und dem Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Der Eichenprozessionsspinner (*Thaumetopoea processionea*) ist ein Schmetterling aus der Familie der Zahnspinner (Notodontidae). Er besiedelt vor allem eichenreiche Wälder, tritt aber auch in urbanen Räumen an Einzelbäumen auf. Der Nachtfalter stellt zunehmend eine Gefahr für die menschliche Gesundheit dar. Die Raupen bilden ab dem dritten Larvenstadium Brennhaare aus, welche bei Kontakt Haut- und Augenentzündungen sowie Erkrankungen der Atemwege auslösen können. Das wärmeliebende Insekt ist in Deutschland schon seit Mitte des 18. Jh. bekannt. Seit den 1990er Jahren ist eine deutliche Zunahme von Befallsfläche und Gradationsdauer festzustellen. Das vermehrte Auftreten in trocken-warmen Jahren und die Ausdehnung des Verbreitungsgebietes lassen darauf schließen, dass der Eichenprozessionsspinner vom Klimawandel profitiert.

### *Berechnungsvorschrift*

Entwicklungsverlauf der Raupen pro Jahr und Kalenderwoche; Summe der in Pheromonfallen gefangenen männlichen Falter pro Kalenderwoche bzw. Jahr.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Der Eichenprozessionsspinner ist einer Vielzahl von sich gegenseitig beeinflussenden Faktoren unterworfen, welche die Auswirkungen des Klimawandels überprägen können. Wechselwirkungen biotischer und abiotischer Faktoren steuern den Massenwechsel der Falter. In dem Wirkungsgeflecht von Witterung, Verfügbarkeit und Qualität der Nahrung, Auftreten von Konkurrenzarten sowie Fressfeinden, Parasiten und Krankheiten können veränderte Klimabedingungen sowohl direkt als auch indirekt auf das Schadinsekt einwirken.

Teilweise sind einzelne Jahre aufgrund veränderter Fangmethoden nicht dargestellt.

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Faltermonitoring Eichenprozessionsspinner

### *Datenhalter*

Forstliche Versuchs- und  
Forschungsanstalt Baden-  
Württemberg (FVA)

### *Übergaberestriktionen*

Muss mit der FVA abgestimmt werden

### *Einheit / Datenformat*

Entwicklungsverlauf der Raupen  
pro Jahr und Kalenderwoche;  
Summe der in Pheromonfallen  
gefangenen männlichen Falter pro  
Kalenderwoche bzw. Jahr / Excel-  
File

### *Erhebungsintervall*

jährlich (mit Ausnahmen)

### *Zeitraum*

seit 2007

### *Räumliche Abdeckung*

Stadtgebiet Freiburg, Landkreis  
Breisgau-Hochschwarzwald

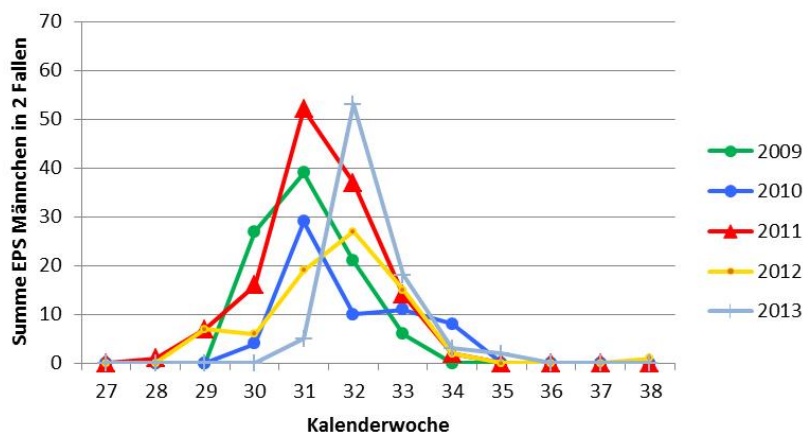
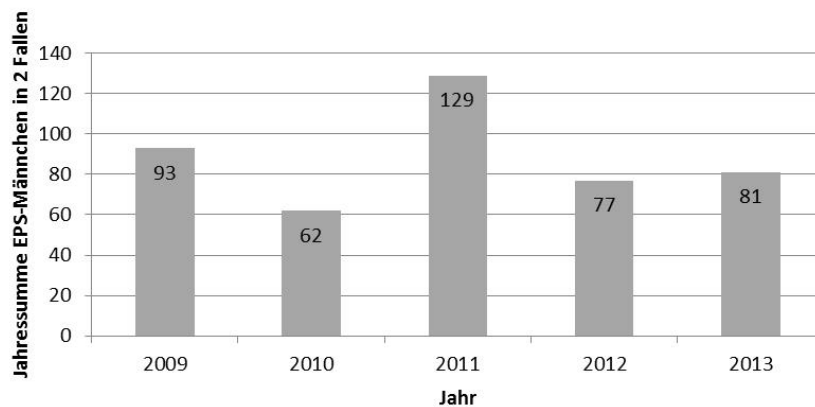


### 3. Bisheriges Ergebnis

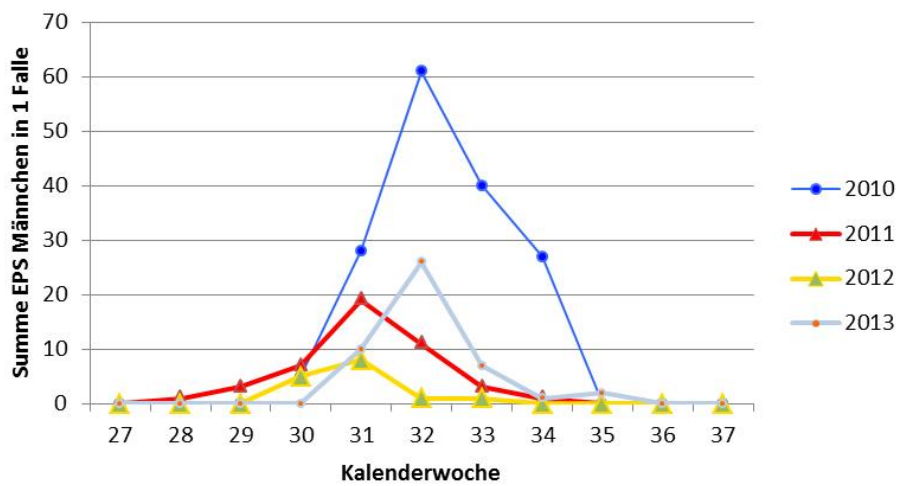
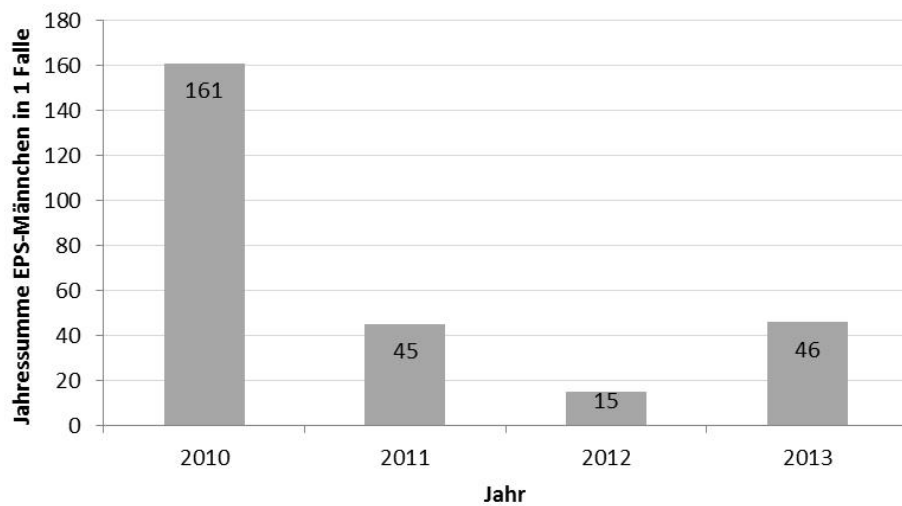
Darstellung

Jahr	Kalenderwoche																												
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29											
2006						L2	L2	L2	L3	L4	L4	L4	L5	L5	L6	P	P	P											
2007					L2	L2	L3	L4	L4	L5	L5	L6	P	P	P	P	F	F											
2008				L1	L1	L1	L1/L2	L3	L3/L4	L4/L5	L5	L5/L6	L5/L6	L5/L6	L6	P	P	P											
2009				L1	L1/L2	L2/L3	L3	L4	L5	L5	L5/L6	L6	L6	L6/P	L6/P	P	P	F											
2010			L1	L1	L1/L2	L2/L3	L2/L3	L3/L4	L3/L4	L4/L5	L5	L5/L6	L5/L6	L5/L6	L5/L6/P	P	P	F											
2011		L1	L1/L2	L2/L3	L3	L3/L4	L4/L5	L5	L5/L6	L5/L6	L6	L6	L6	P	P	P	F	F											
2012		L1	L1	L1	L1/L2	L1/L2	L3	L3/L4	L3/L4/L5	L4/L5	L4/L5/L6	L5/L6	L5/L6	L6	P	P	F	F											
2013					L1	L1	L1/L2	L3	L3	L3/L4	k. A.	L4	L5	L5/L6	L5/L6	L6	P	P											

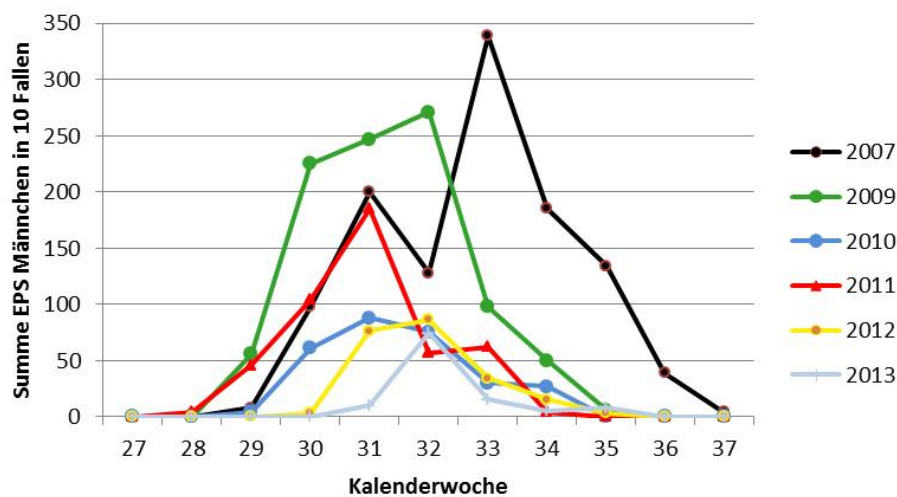
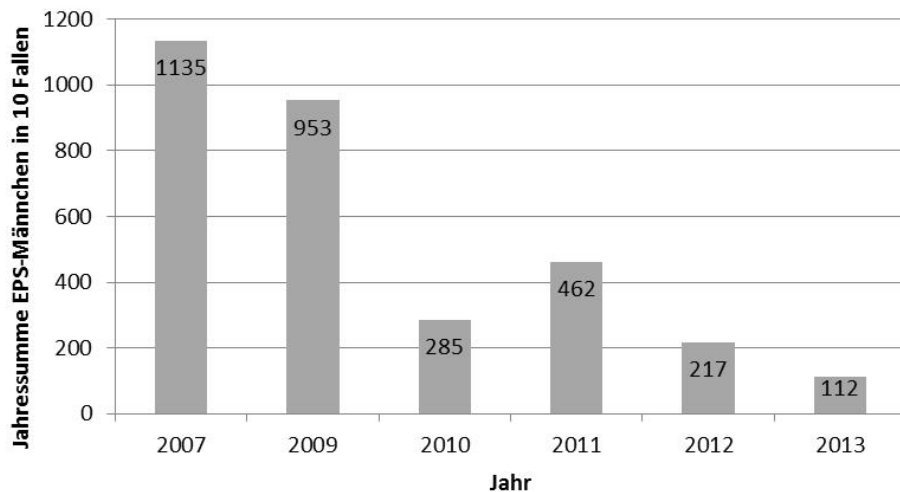
Wöchentlicher Entwicklungsverlauf des Eichenprozessionsspinners im Raum Freiburg von 2006 bis 2013. Farblich hervorgehoben ist jeweils das erste Auftreten des L3-Stadiums, ab dem die Raupen Brennhaare ausbilden (Quelle: FVA Baden-Württemberg)



Summe der jährlich (oben) bzw. pro Kalenderwoche gefangenen EPS-Männchen (unten) in zwei Pheromonfallen in Freiburg St. Georgen seit 2009 (Quelle: FVA Baden-Württemberg)



**Summe der jährlich (oben) bzw. pro Kalenderwoche (unten) gefangenen EPS-Männchen in einer Pheromonfalle in Mengen seit 2010 (Quelle: FVA Baden-Württemberg)**



**Summe der jährlich (oben) bzw. pro Kalenderwoche (unten) gefangenen EPS-Männchen in zehn Pheromonfallen in Grezhausen an der Möhlin seit 2007 (2008 aufgrund veränderter Fangmethoden ausgenommen) (Quelle: FVA Baden-Württemberg)**

#### *Dateninterpretation*

Die Populationsdynamik des Eichenprozessionsspinner wird maßgeblich durch den Witterungsverlauf während seiner sensiblen Entwicklungsphasen mitbestimmt. Die FVA Baden-Württemberg überwacht die Entwicklungsstadien der Raupen an Eichen u. a. in Freiburg St. Georgen. Betrachtet man den wöchentlichen Entwicklungsverlauf der Eichenprozessionsspinnerraupe in Freiburg, so lässt sich von 2006 bis 2012 eine Verlegung des Schlupfs von Kalenderwoche 17 zur Kalenderwoche 13 erkennen. Vermutlich aufgrund der feuchten und kalten Witterung im Jahr 2013 verschob sich der Schlupf wieder in Kalenderwoche 16.

Die Korrelation von Blattaustrieb und Schlupf der Insekten haben erhebliche Auswirkung auf den Entwicklungserfolg des Falters, so dass er sich diesen zeitlich anpassen muss. Jährliche Schwankungen sind deshalb nicht ungewöhnlich. Ob sich langfristig ein früherer

Schlupftermin einstellt, kann aufgrund der kurzen Datenreihe noch nicht belegt werden. Nach Aussage der FVA erfolgt heute jedoch das Schlüpfen der Eirümpchen mittlerweile schon zwei bis drei Wochen eher als noch vor 60 Jahren.

Die FVA Baden-Württemberg überwacht zudem an insgesamt drei Standorten die jährliche Entwicklung der Eichenprozessionsspinnerpopulation. Zwei Stationen liegen im Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald, südlich von Breisach (Grezhausen an der Möhlin und Mengen) und im Stadtgebiet Freiburg (Stadtteil St. Georgen). In Grezhausen werden schon seit 2007 Eichenprozessionsspinnermännchen mit Hilfe von zehn Pheromonfallen gefangen, in St. Georgen seit 2009 mit zwei Fallen und in Mengen seit 2010 mit einer Falle. Die Grafiken zeigen von jedem Untersuchungsort die jährliche Summe der gefangenen männlichen Falter sowie die Entwicklung im Verlauf des Jahres. Der Kurvenverlauf an den drei Standorten ähnelt sich nur bedingt obwohl sich die klimatischen Gegebenheiten kaum unterscheiden. Freiburg weist beispielsweise 2011 ein Fangmaximum auf, Mengen hingegen 2010. Die höchste Fangrate in Grezhausen erfolgte 2007 und ist deshalb nicht direkt mit den anderen beiden Standorten vergleichbar. Wird der Zeitraum ab 2010 betrachtet, so weist Grezhausen 2010 mit 285 gefangenen Tieren eine eher niedrige Fangquote auf. 2011 ist jedoch ein Anstieg auf 462 Falter zu verzeichnen. Da 2011 während der Entwicklungszeit der Raupen überwiegend trockene und warme Witterung herrschte, könnte ein Zusammenhang zum Klima gegeben sein auch wenn sich dies in Mengen nicht so deutlich bemerkbar macht. Die Jahre 2012 und 2013 ergaben vor allem in Mengen und Grezhausen sehr niedrige Fangquoten. Zu den Ergebnissen in diesen beiden Jahren könnte die verregnete Witterung beigetragen haben. Insgesamt konnte für Freiburg keine eindeutige Entwicklungstendenz festgestellt werden, für die Standorte Mengen und Grezhausen hingegen eine eher sinkende. Der Abfall der jährlichen Fänge wurde von der FVA auf die ausbleibende Koinzidenz von Raupenschlupf und Blatttrieb im Frühjahr 2009 sowie klimatische Extremereignisse (heftiger Regen, Wind und Spätfröste) zwischen 2009 und 2011 zurückgeführt. Diese Witterungsereignisse wirkten sich negativ auf die Dichteentwicklung des Schädling aus und führten zu einer starken Reduzierung seines Vorkommens.

Die Flugdauer der männlichen Tiere variiert zwischen einer Zeitspanne von sechs bis neun Wochen. Der Höhepunkt wird meist zwischen Ende Juli und Mitte August erreicht (KW 31-33). Bisher ist keine durch den Klimawandel ausgelöste Verschiebung, bzw. Verlängerung, der Flugzeiten erkennbar. Hervorzuheben ist, dass im Jahr 2007 in Grezhausen eine sehr lange Flugzeit von neun Wochen erreicht wurde. In und nach trockenen, warmen Jahren folgen häufig Massenvermehrungen und da sich sowohl das Jahr 2006, als auch das Jahr 2007 als klimatisch günstig für die Falter erwies, führten früher Schlupfbeginn und hohe Überlebensrate zu langer Flugzeit und steigenden Populationszahlen. Im Jahr 2013 hingegen begann die Flugzeit an allen drei Standorten verspätet. Vermutlich aufgrund der schlechten Witterung im Mai des Jahres.

#### 4. Literatur

DELB, H., D. SEEMANN & H. SCHRÖTER (2005): Der Eichenprozessionsspinner (*Thaumetopoea processionea* L.). Waldschutz-Info 01/2002, 2. Aufl., FVA Baden-Württemberg, Abteilung Waldschutz.

DELB, H. (2012): Eichenschädlinge im Klimawandel in Südwestdeutschland. – FVA-

Einblick 2, S. 11-14.

SOBCZYK, T. (2014) Der Eichenprozessionsspinner in Deutschland. Historie – Biologie – Gefahren – Bekämpfung. BfN-Skripten 365, Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.), Bad Godesberg.

FVA BADEN-WÜRTTEMBERG: [http://www.fva-bw.de/publikationen/sonstiges/140922eps\\_aktuell\\_06.pdf](http://www.fva-bw.de/publikationen/sonstiges/140922eps_aktuell_06.pdf) (02.12.2014)

WALDWISSEN:

[http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/insekten/fva\\_eichenprozessionsspinner\\_aktuell/index\\_DE](http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/insekten/fva_eichenprozessionsspinner_aktuell/index_DE) (02.12.2014)

[http://www.waldwissen.net/wald/klima/wandel\\_co2/fva\\_klima\\_insekten/index\\_DE](http://www.waldwissen.net/wald/klima/wandel_co2/fva_klima_insekten/index_DE) (03.12.2014)

[http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/krankheiten/fva\\_eichensterben\\_klimawandel/index\\_DE](http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/krankheiten/fva_eichensterben_klimawandel/index_DE) (03.12.2014)

[http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/insekten/lwf\\_eps\\_beobachtung/index\\_DE](http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/insekten/lwf_eps_beobachtung/index_DE) (03.12.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz (GBA)

### *Indikationsfeld*

Gesundheitliche Auswirkungen von aerogenen Stoffen (GBA2)

### *Indikator*

Maßnahmen zur Eichenprozessionsspinner-Kontrolle: Spritzen/ Absaugen

### *Kennnummer*

GBA2-1-(R)a

### *Stand*

02.12.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n. v.

### *Definition*

Als Anpassungsindikator an die zunehmende Belastung durch biologische Partikel tierischer Herkunft aufgrund des Klimawandels werden Maßnahmen, wie vorbeugende Spritzung und Absaugen bei akutem Befall dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Der Eichenprozessionsspinner (*Thaumetopoea processionea*) ist ein Schmetterling aus der Familie der Zahnspinner (Notodontidae). Er besiedelt vor allem eichenreiche Wälder, tritt aber auch in urbanen Räumen an Einzelbäumen auf. Der Nachtfalter stellt eine zunehmende Gefahr für die menschliche Gesundheit dar. Die Raupen bilden ab dem dritten Larvenstadium Brennhaare aus, welche bei Kontakt Haut- und Augenentzündungen sowie Erkrankungen der Atemwege auslösen können. Das vermehrte Auftreten in trocken-warmen Jahren und die Ausdehnung des Verbreitungsgebietes lassen darauf schließen, dass der Eichenprozessionsspinner vom Klimawandel profitiert. Vorbeugende Spritzung und das Absaugen bei akutem Befall werden, um den Folgen der Verbreitung und Vermehrung des Eichenprozessionsspinners entgegenzuwirken, als geeignete Anpassungsmaßnahme angesehen.

**Berechnungsvorschrift**

Anzahl behandelter Bäume unterteilt nach vorbeugender Spritzung oder Absaugen bei akutem Befall pro Jahr.

**Unsicherheiten / Hinweise**

Da es sich bei der Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners in der Regel um eine Routine-Aufgabe der Stadtverwaltung handelt, sind entsprechende Daten leider oftmals nicht in ausreichender Form oder nur handschriftlich dokumentiert. Es werden nur Bäume behandelt, welche sich in der Nähe von sensiblen Bereichen wie Kindergärten befinden.

**2. Datensatz**

**Titel Datensatz**

Maßnahmen zur Eichenprozessionsspinner-Kontrolle: Spritzen/ Absaugen

**Datenhalter**

Garten- und Tiefbauamt der Stadt Freiburg (GuT)

**Übergaberestriktionen**

keine

**Einheit / Datenformat**

Anzahl behandelter Bäume pro Jahr / Excel-File

**Erhebungsintervall**

unregelmäßig

**Zeitraum**

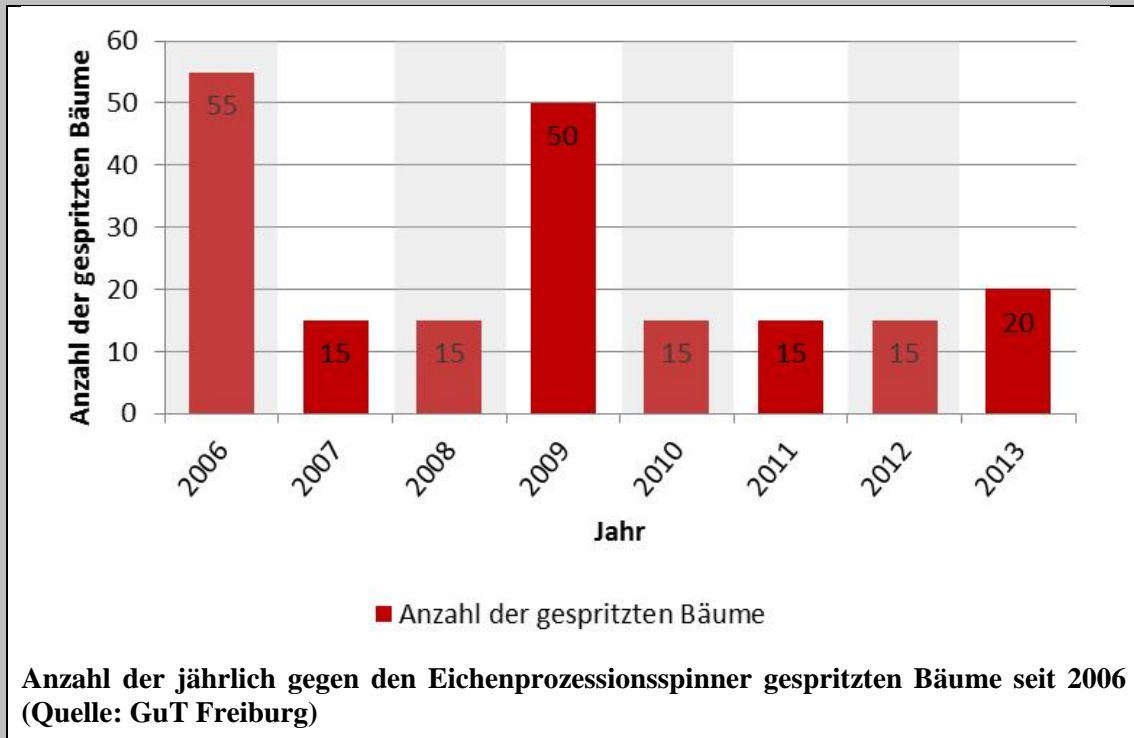
seit 2006

**Räumliche Abdeckung**

Stadtgebiet Freiburg

### 3. Bisheriges Ergebnis

#### Darstellung



#### Dateninterpretation

Die Grafik stellt die Anzahl der jährlich gegen den Eichenprozessionsspinner gespritzten Bäume seit 2006 dar. Es werden in der Regel nur Bäume behandelt, welche sich in der Nähe von sensiblen Bereichen, wie Kindergärten, befinden. Die Jahre 2006 und 2009 treten mit 55 bzw. 50 gespritzten Eichen deutlich hervor. Beide Jahre waren mit überdurchschnittlich hohen Temperaturen, Trockenheit und langer Sonnenscheindauer im Frühsommer bzw. Sommer gekennzeichnet. Wegen der optimalen Bedingungen für die Raupenentwicklung wurden in diesem Jahr verstärkte Bekämpfungsmaßnahmen durchgeführt. In den restlichen Jahren lag die Anzahl der Spritzungen zwischen 15 und 20 Einsätzen. In der Regel betrifft die Maßnahme immer dieselben Bäume und wird vorsorglich durchgeführt, auch wenn aktuell kein Befall vorliegt.

Das Absaugen der Raupen von Bäumen ist sehr aufwändig und kostspielig und wird nur vorgenommen, wenn es trotz vorsorglicher Behandlung mit Spritzmitteln zu einem Auftreten der Schädlinge in sensiblen Bereichen kommt. Da es sich bei der Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners in der Regel um eine Routine-Aufgabe der Stadtverwaltung handelt, sind entsprechende Daten leider oftmals nicht in ausreichender Form oder nur handschriftlich dokumentiert. Deshalb konnten keine genauen Angaben zur Anzahl der abgesaugten Bäume gemacht werden. Im Schnitt handelt es sich um etwa zehn bis 12 Bäume jährlich.

### 4. Literatur

DELB, H., D. SEEMANN & H. SCHRÖTER (2005): Der Eichenprozessionsspinner



(*Thaumetopoea processionea* L.). Waldschutz-Info 01/2002, 2. Aufl., FVA Baden-Württemberg, Abteilung Waldschutz.

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz (GBA)

### *Indikationsfeld*

Gesundheitliche Auswirkungen von aerogenen Stoffen (GBA2)

### *Indikator*

Aktueller Hinweis zum EichenprozeSSIONsspinner

### *Kennnummer*

GBA2-1-(R)b

### *Stand*

03.12.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n. v.

### *Definition*

Als Anpassungsmaßnahme an die zunehmende Belastung durch biologische Partikel tierischer Herkunft aufgrund des Klimawandels werden die aktuellen Hinweise zum Entwicklungsstand des EichenprozeSSIONspinners (EPS) dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Der EichenprozeSSIONspinner (*Thaumetopoea processionea*) stellt eine zunehmende Gefahr für die menschliche Gesundheit dar. Die Raupen bilden ab dem dritten Larvenstadium Brennhaare aus, welche bei Kontakt Haut- und Augenentzündungen sowie Erkrankungen der Atemwege auslösen können. Das vermehrte Auftreten in trocken-warmen Jahren und die Ausdehnung des Verbreitungsgebietes lassen darauf schließen, dass der EichenprozeSSIONspinner vom Klimawandel profitiert.

### *Berechnungsvorschrift*

### *Unsicherheiten / Hinweise*

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Aktueller Hinweis zum Eichenprozessionsspinner

### *Datenhalter*

Forstliche Versuchs- und  
Forschungsanstalt Baden-  
Württemberg (FVA)

### *Übergaberestriktionen*

Muss mit FVA abgestimmt werden

### *Einheit / Datenformat*

### *Erhebungsintervall*

mehrfach im Jahr

### *Zeitraum*

seit 2012

### *Räumliche Abdeckung*

Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald

## 3. Bisheriges Ergebnis

### *Dateninterpretation*

Seit 2012 erscheinen in unregelmäßigen Abständen von der FVA Baden-Württemberg verfasste Informationsblätter mit aktuellen Hinweisen zum Eichenprozessionsspinner. In der Regel handelt es sich um einen aktuellen Situationsbericht mit Empfehlungen für mögliche Selbstschutz- und Bekämpfungsmaßnahmen. Zusätzlich werden weitere Informationsquellen und ein Ansprechpartner für Fragen angegeben. Die Informationsblätter sind auf der Internetseite der FVA Baden-Württemberg frei verfügbar.

## 4. Literatur

FVA = FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTEMBERG (2005):  
Waldschutzinfo 01 / 2002 – Eichenprozessionsspinner (*Thaumetopoea processionea*  
L.), 2. Aufl..

FVA = FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTEMBERG (Hrsg.)  
(2012): Aktuelle Hinweise zum Eichenprozessionsspinner (30.03.2012).

FVA = FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTEMBERG (Hrsg.)  
(2012): Aktuelle Hinweise zum Eichenprozessionsspinner (02.05.2012).

FVA = FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTEMBERG (Hrsg.)  
(2012): Aktuelle Hinweise zum Eichenprozessionsspinner (15.05.2012).

FVA = FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTEMBERG (Hrsg.)

(2012): Aktuelle Hinweise zum EichenprozeSSIONSSpinner (29.06.2012).

FVA = FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.)  
(2012): Aktuelle Hinweise zum EichenprozeSSIONSSpinner (17.07.2012).

FVA = FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.)  
(2013): Aktuelle Hinweise zum EichenprozeSSIONSSpinner (Nr. 1 vom 02.04.2013).

FVA = FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.)  
(2013): Aktuelle Hinweise zum EichenprozeSSIONSSpinner (Nr. 2 vom 24.04.2013).

FVA = FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.)  
(2013): Aktuelle Hinweise zum EichenprozeSSIONSSpinner (Nr. 3 vom 14.05.2013).

FVA = FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.)  
(2013): Aktuelle Hinweise zum EichenprozeSSIONSSpinner (Nr. 4 vom 29.05.2013).

FVA = FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.)  
(2013): Aktuelle Hinweise zum EichenprozeSSIONSSpinner (Nr. 5 vom 18.06.2013).

FVA = FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.)  
(2013): Aktuelle Hinweise zum EichenprozeSSIONSSpinner (Nr. 6 vom 16.07.2013).

FVA = FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.)  
(2013): Aktuelle Hinweise zum EichenprozeSSIONSSpinner (Nr. 7 vom 06.08.2013).

FVA = FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.)  
(2013): Aktuelle Hinweise zum EichenprozeSSIONSSpinner (Nr. 8 vom 10.09.2013).

FVA = FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.)  
(2014): Aktuelle Hinweise zum EichenprozeSSIONSSpinner (Nr. 1 vom 03.04.2014).

FVA = FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.)  
(2014): Aktuelle Hinweise zum EichenprozeSSIONSSpinner (Nr. 2 vom 22.04. 2014).

FVA = FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.)  
(2014): Aktuelle Hinweise zum EichenprozeSSIONSSpinner (Nr. 3 vom 16.05. 2014).

FVA = FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.)  
(2014): Aktuelle Hinweise zum EichenprozeSSIONSSpinner (Nr. 4 vom 11.06.2014).

FVA = FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.)  
(2014): Aktuelle Hinweise zum EichenprozeSSIONSSpinner (Nr. 5 vom 29.07.2014).

FVA = FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.)  
(2014): Aktuelle Hinweise zum EichenprozeSSIONSSpinner (Nr. 6 vom 22.09.2014).

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz (GBA)

### *Indikationsfeld*

Vektorübertragene Krankheiten (GBA3)

### *Indikator*

Erkrankungsfälle FSME

### *Kennnummer*

GBA3-1-(I)a

### *Stand*

23.11.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

Vektorassoziierte Krankheiten (GE-I-8)

### *Definition*

Als Indikator zur Verbreitung bzw. Ausbreitung sowie Abundanzveränderung wärmeliebender, vektorassoziiierter Krankheitserreger im Zuge des Klimawandels wird die Entwicklung und jährliche Verteilung der Erkrankungsfälle mit FSME dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Ansteigende Durchschnittstemperaturen, vor allem milde Winter begünstigen die Ausbreitung von Vektoren wie Zecken. Der Gemeine Holzbock (*Ixodes ricinus*) ist die häufigste in Deutschland anzutreffende Zecke und wird durch warmes, feuchtes Klima begünstigt. Auftreten und Ausmaß ihrer Aktivität ist stark von Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Länge und Intensität der Sonneneinstrahlung sowie der Regenmenge abhängig.

### *Berechnungsvorschrift*

Anzahl der Erkrankungen pro Jahr und Monat. Zur übersichtlicheren Darstellung der FSME-Erkrankungsfälle im Jahresverlauf wurden jeweils fünf Jahre zusammengefasst und der Durchschnitt der FSME-Fälle als Kurve dargestellt.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Verändertes Freizeitverhalten und das Bekanntmachen der Krankheit haben zur Folge, dass häufiger auf FSME untersucht wird. Ein Anstieg der Krankheitsfälle in den letzten zehn Jahren kann auf diesen Umstand zurückgeführt werden und liegt nicht zwingend im Klimawandel begründet. Die Daten sind nicht nach Infektionsort, sondern nach Wohnort erfasst. Infektionen im Ausland sind deshalb nicht ausgeschlossen. Zudem entspricht der Meldezeitraum nicht unbedingt dem Infektions-, Erkrankungs- oder Diagnosezeitraum.

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Erkrankungsfälle FSME

**Datenhalter**

Robert-Koch-Institut (RKI)

**Übergaberestrictionen**

keine

**Einheit / Datenformat**

Anzahl pro Jahr und Monat /  
Excel-File

**Erhebungsintervall**

jährlich

**Zeitraum**

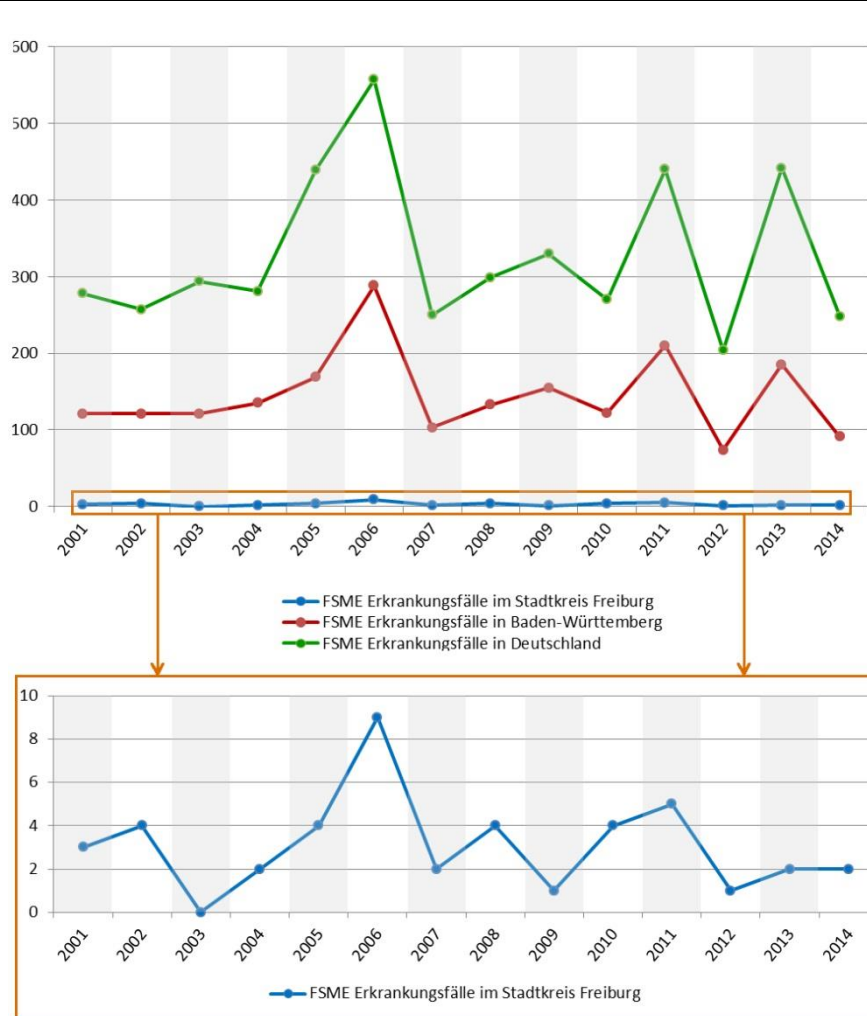
seit 2001

**Räumliche Abdeckung**

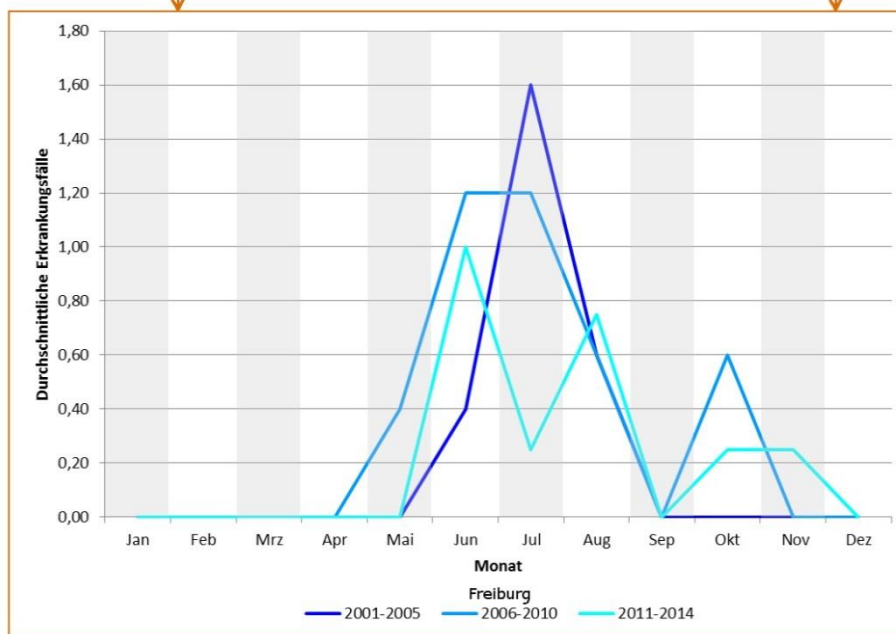
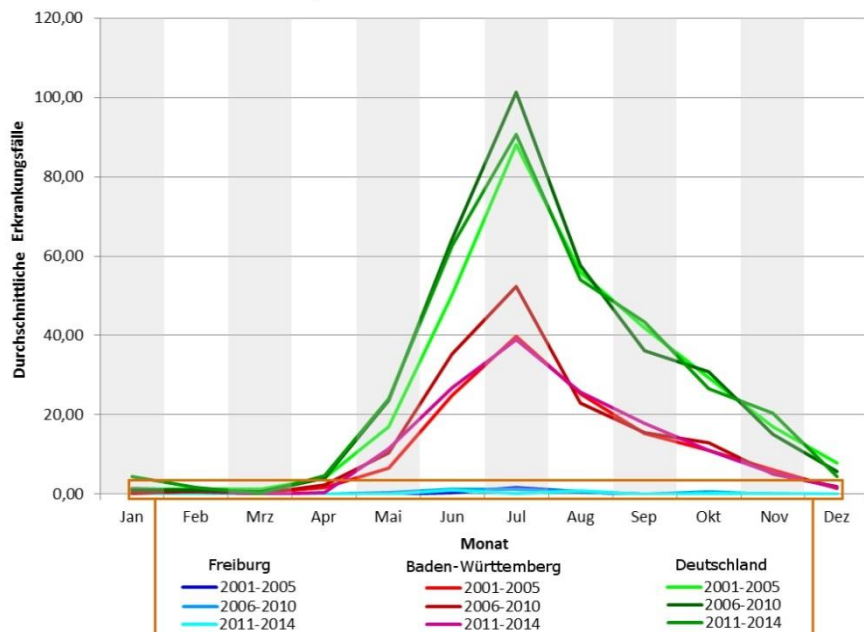
Stadtkreis Freiburg,  
Baden-Württemberg, Deutschland

### 3. Bisheriges Ergebnis

**Darstellung**



**Anzahl der FSME-Erkrankungsfälle in Freiburg, Baden-Württemberg und Deutschland seit 2001 (Quelle: RKI)**



**Durchschnittliche Verteilung der FSME-Erkrankungsfälle über das Jahr zusammengefasst in Fünfjahresperioden für Freiburg, Baden-Württemberg und Deutschland seit 2001 (Quelle: RKI)**

#### *Dateninterpretation*

FSME ist eine durch Zecken übertragene virale Krankheit, bei der die meisten Infektionen ohne Symptome verlaufen. Hirnhaut- und Gehirnentzündungen treten in zehn Prozent der Fälle auf und haben besonders bei älteren Menschen schwerwiegende Folgen. Der Gemeine Holzbock (*Ixodes ricinus*) ist die häufigste in Deutschland anzutreffende Zecke und wird durch warmes, feuchtes Klima begünstigt. Zwar sind Zecken nahezu das ganze Jahr aktiv, Auftreten und Ausmaß ihrer Aktivität ist jedoch stark von Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Länge und Intensität der Sonneneinstrahlung sowie der Regenmenge abhängig. Bei zu großer Trockenheit oder Feuchtigkeit ziehen sie sich zurück und überdauern extreme Wetterphasen. Die optimale Temperatur für den Gemeinen Holzbock liegt bei 17-20 °C und bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 80-95 %.

Die erste Grafik stellt die Anzahl der FSME-Erkrankungsfälle seit 2001 für Deutschland, Baden-Württemberg und Freiburg dar. Deutschland und Baden-Württemberg haben über die Jahre hinweg einen sehr ähnlichen Verlauf. Freiburg weicht in manchen Jahren geringfügig davon ab. Im Jahr 2006 erreichen alle drei Kurven ihren Höhepunkt (Deutschland 557, Baden-Württemberg 288 und Freiburg 9 Fälle). 2006 war eines der wärmsten Jahre in den letzten 100 Jahren, mit einem besonders trockenen und heißen Juli. Nach einem relativ kühlen und regnerischen August folgten bis zum Jahresende nur noch Monate mit Temperaturmittelwerten über dem allgemeinen Durchschnitt. Die klimatischen Verhältnisse könnten somit durchaus als Erklärung für die hohe Erkrankungsrate in diesem Jahr herangezogen werden, da optimale Bedingungen für Zecken herrschten. Der Tiefstand war in Freiburg (0) 2003 zu verzeichnen, während dieser in Baden-Württemberg (74) und Deutschland (204) 2012 lag. Freiburg hatte in diesem Jahr auch nur einen Fall und das ist mit dem Jahr 2009 der zweittiefste Stand. 2003 war ein Jahr von besonderer Trockenheit und Hitze und ging als „Jahrhundertsommer“ in die Geschichtsbücher ein. Die langanhaltende Trockenheit könnte im Zusammenhang mit den fehlenden FSME-Fällen in Freiburg stehen. Da Zecken neben Wärme auch auf Feuchtigkeit angewiesen sind, könnte dies zu einer geringeren Aktivität geführt haben. 2012 hingegen war ein Jahr mit sehr viel Niederschlag und einem langen trüben Winter. Hier könnte vielleicht ein verändertes Freizeitverhalten aufgrund von schlechter Witterung oder aber verminderte Zeckenaktivität aufgrund zu hoher Feuchtigkeit eine Rolle gespielt haben.

Zecken erwachen aus ihrer Winterruhe, wenn die Lufttemperatur über 8 °C liegt. In Deutschland ist dies meist ab März der Fall. Treten keine außergewöhnlichen Hitze- oder Regenperioden auf, ist die Zeckenaktivität im Herbst und Frühjahr am größten. Die Höhepunkte liegen zwischen Mai und Juni bzw. September und November. Im Juli ist es meistens zu trocken für Zecken. Anhand der FSME-Erkrankungsfälle ist dieser Jahresaktivitätsverlauf vor allem in Freiburg nachvollziehbar. Zur übersichtlicheren Darstellung der Daten wurden jeweils fünf Jahre zusammengefasst und der Durchschnitt der FSME-Fälle als Kurve dargestellt. So werden mögliche Entwicklungen bzw. Verschiebungen der Erkrankungen besser erkennbar. Da die Daten bis 2001 zurückreichen, sind in der letzten Gruppierung nur vier Jahre zusammengefasst. Die Inkubationszeit, also die Zeit vom Biss bis zur Erkrankung beträgt ein bis drei Wochen. Bei einem Erwachen aus der Winterruhe im März ist mit einem Anstieg der Krankheitsausbrüche im April zu rechnen. Die Grafik bestätigt diesen Verlauf. Der Höhepunkt der Zeckenaktivität im Juni wirkt sich somit verzögert aus und erklärt das jährliche Erkrankungsmaximum im Juli. Anschließend sinkt die FSME-Rate in Deutschland und Baden-Württemberg bis zum Ende des Jahres ab. Nur Freiburg zeigte 2006-2010 und 2011-2014 einen zweiten bzw. dritten niedrigeren Peak im Oktober bzw. November und stützt so den Anstieg der Zeckenaktivität im Herbst. Auffallend ist, dass Freiburg im Durchschnitt der Jahre 2011-2014 einen Tiefpunkt im Juli und dafür Peaks im Juni und August aufweist. Betrachtet man die Witterungsbedingungen dieser Jahre, so waren die Frühjahre 2011 (Januar bis Mai) und 2014 sehr trocken und warm, 2012 und 2013 (vor allem der Mai) hingegen waren sehr feucht und verregnet. In allen vier Jahren haben sich die extremen Witterungsverhältnisse vermutlich auf die Zeckenaktivität bzw. Erkrankungszahlen ausgewirkt.

Insgesamt ist für Deutschland eine leicht steigende, für Baden-Württemberg und Freiburg eher eine sinkende Tendenz festzustellen. Eine Erklärungsmöglichkeit hierfür wäre das starke Bewusstsein für diese Erkrankung gerade im südbadischen Raum, so dass gründlicheres Absuchen oder höhere Impfdichten erfolgt sein könnten, was zur Verminderung der Erkrankungszahlen führte. Jedoch konnten keine weiteren Informationen zu diesen



Anpassungsmaßnahmen zusammengetragen werden. Des Weiteren wäre ein denkbarer Ansatz, dass sich in der wärmsten Region Deutschlands die klimatischen Bedingungen für die Zecke zunehmend verschlechtern.

#### 4. Literatur

ASPOCK, H. (2007): Klimawandel und die Ausbreitung von Krankheiten: Durch Arthropoden übertragene Infektionen in Mitteleuropa, in: Entomolog. Rom. (12), S. 343-362.

FRIMMEL, S. ET AL. (2009): Klimawandel und Globale Erwärmung. Wegbereiter für die globale Ausbreitung tropischer Infektionskrankheiten?, in: Pharmazie unserer Zeit (38/6), S. 492-499.

GEBHARDT, H. (2008): Naturschutz-Info, in: Fachdienst Naturschutz, Naturschutz-Info (2/2008), LUBW (Hrsg.), S. 39.

GOSTOMZYK, J. G. & M. ENKE. (Hrsg.) (2008): Globaler Klimawandel und Gesundheit. Dokumentation eines Symposiums der Landeszentrale für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit zum Weltgesundheitstag 2008. Schriftenreihe der Landeszentrale für Gesundheit in Bayern Band 19, München.

JENDRITZKY, G. (2007): Folgen des Klimawandels für die Gesundheit, in: Der Klimawandel – Einblicke, Rückblicke und Ausblicke (Klimawandel), Endlicher, W. und Gerstengarbe F.-W. (Hrsg.), S. 108-118.

KRÄMER, A., T. WÖRMANN & H. J. JAHN (2013): Klimawandel und Gesundheit: Grundlagen und Herausforderungen für den Public Health Sector.

STARK, K. ET AL. (2009): Die Auswirkungen des Klimawandels. Welche neuen Infektionskrankheiten und gesundheitlichen Probleme sind zu erwarten?, in: Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz, RKI (Hrsg.), S. 699-714.

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT:  
<http://www.bmub.bund.de/themen/gesundheit-chemikalien/gesundheit-und-umwelt/klimawandel/tiere-als-vektoren-und-wirtstiere-fuer-krankheitserreger/> (18.11.2014)

INNOVATIONS REPORT:  
<http://www.innovations-report.de/html/berichte/medizin-gesundheit/klimawandel-sorgt-rueckkehr-gefaehrlicher-119767.html> (18.11.2014)

MEDIZINAUSKUNFT:  
[http://www.medizinauskunft.de/artikel/diagnose/krankheiten/Infektionen/13\\_12\\_klimainfektionen.php](http://www.medizinauskunft.de/artikel/diagnose/krankheiten/Infektionen/13_12_klimainfektionen.php) (18.11.2014)

PARASITENFREI:  
<http://www.parasitenfrei.de/de/aktuelles/topthema/archiv/februar-april-2013/> (24.11.2014)

ROBERT-KOCH-INSTITUT (RKI):  
[http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/SurvStat/survstat\\_node.html](http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/SurvStat/survstat_node.html) (18.11.2014)

ZECKEN:  
<http://www.zecken.de/news/article/klimawandel-bringt-neue-krankheiten-nach-deutschland/> (18.11.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz (GBA)

### *Indikationsfeld*

Vektorübertragene Krankheiten (GBA3)

### *Indikator*

Erkrankungsfälle Q-Fieber

### *Kennnummer*

GBA3-1-(I)b

### *Stand*

26.11.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

Vektorassoziierte Krankheiten (GE-I-8)

### *Definition*

Als Indikator für die Verbreitung bzw. Ausbreitung und Abundanzveränderung wärmeliebender vektorassoziiierter Krankheitserreger im Zuge des anthropogenen Klimawandels wird die Entwicklung der Erkrankungsfälle mit Q-Fieber dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Das Q-Fieber ist eine Zoonose, die von Paarhufern (v. a. Schafe, Ziegen, Rinder) auf den Menschen übertragen werden kann. Die Schafzecke (*Dermacentor marginatus*) stellt einen Vektor dar, welcher von warmer und trockener Witterung profitiert. Bisher tritt sie vor allem in den südlichen warmen Regionen Deutschlands wie dem Rheintal auf.

### *Berechnungsvorschrift*

Anzahl der Erkrankungen pro Jahr.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Hauptinfektionsquelle sind bisher die infizierten Nachgeburten bei Aborten. Durch deren Austrocknen und Zerfallen zu Staub kann der sehr umweltstabile Erreger eingeatmet werden

und zu einer Infektion führen. Das Bekanntwerden der Krankheit erhöhte die medizinischen Untersuchungen auf Q-Fieber. Ein Anstieg der Krankheitsfälle in den letzten zehn Jahren kann auch auf dieser Entwicklung beruhen und muss nicht zwingend auf die Klimaerwärmung zurückgeführt werden. Die Daten sind nicht nach Infektionsort sondern nach Wohnort erfasst. Infektionen im Ausland sind deshalb nicht ausgeschlossen. Zudem entspricht der Meldezeitraum nicht unbedingt dem Infektions-, Erkrankungs- oder Diagnosezeitraum.

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Erkrankungsfälle Q-Fieber

### *Datenhalter*

Robert-Koch-Institut (RKI)

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

Anzahl pro Jahr / Excel-File

### *Erhebungsintervall*

jährlich

### *Zeitraum*

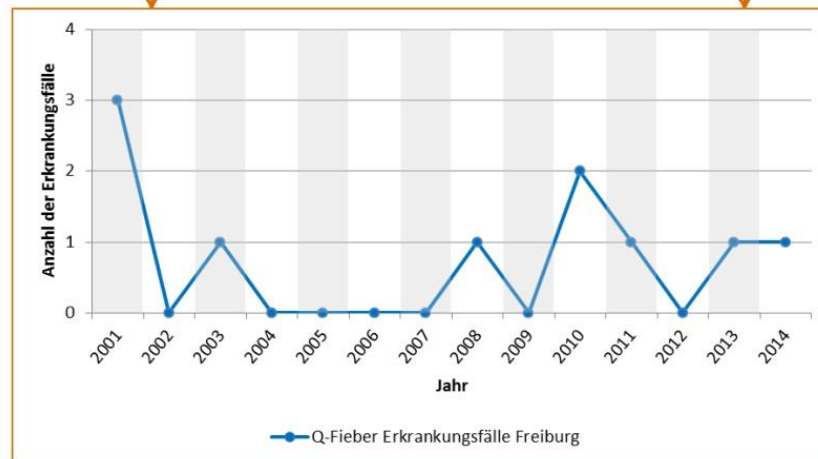
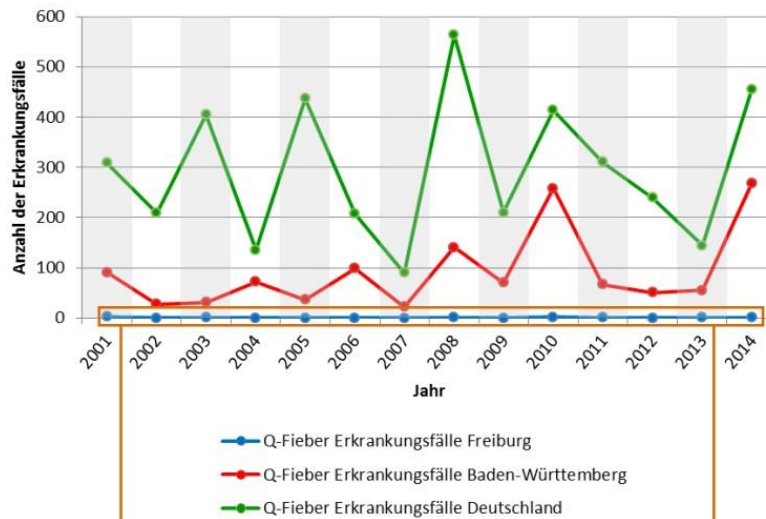
seit 2001

### *Räumliche Abdeckung*

Stadtgebiet Freiburg, Baden-Württemberg, Deutschland

### 3. Bisheriges Ergebnis

#### Darstellung



Anzahl der Q-Fieber Erkrankungen in Freiburg, Baden-Württemberg und Deutschland seit 2001 (Quelle: RKI)

#### Dateninterpretation

Bei Q-Fieber handelt es sich um eine Zoonose, welche von Paarhufern (v. a. Schafe, Ziegen, Rinder) auf den Menschen übertragen werden kann. Gefährdet sind insbesondere Personen, die engen Umgang mit Tieren haben, z. B. Schlachter, Tierfellverarbeiter, Tierhalter und veterinärmedizinisches Personal. Es besteht auch eine Gefährdung für Laborpersonal, wie Laborinfektionen belegen. Q-Fieber-Kleinraumepidemien treten vor allem in ländlichen Gebieten oder Randlagen der Städte auf.

In den meisten Fällen verläuft eine Erkrankung harmlos. Aufgrund der grippeähnlichen Symptome wird das Q-Fieber oft nicht erkannt. Für Schwangere, Immunschwache und Menschen mit Herzklappenerkrankungen stellt es jedoch eine wesentlich größere Gefahr dar. Seit den 1990er Jahren tritt Q-Fieber in Deutschland häufiger auf. In den Niederlanden gab es bereits epidemieartige Ausbrüche.

Die Schafzecke (*Dermacentor marginatus*) stellt einen Vektor dar, welcher von warmer und trockener Witterung profitiert. Bisher tritt sie vor allem in den südlichen warmen Regionen Deutschlands wie dem Rheintal auf. Die Krankheit wird jedoch nicht über den Zeckenbiss übertragen, sondern durch die Erregerausscheidung im Kot. Bisher stellt die Zecke nicht die Hauptinfektionsquelle und dient mehr als natürliches Erregerreservoir für *Coxiella burnetii*. Dies kann sich durch eine Veränderung der Verbreitung bzw. Ausbreitung und Abundanz wandeln. Bisher sind vielmehr die infizierten Nachgeburten bei Aborten für Erkrankungen verantwortlich. Durch deren Austrocknen und Zerfallen zu Staub kann der sehr umweltstabile Erreger eingeatmet werden und zu einer Infektion führen. Trockene Witterung unterstützt die Verbreitung dieses Staubs. Ein Indiz für die Ansteckung über Fleischverzehr gibt es nicht.

Die Grafik stellt die Anzahl der Q-Fieber Erkrankungsfälle seit 2001 für Deutschland, Baden-Württemberg und Freiburg dar. Alle drei Kurven zeigen einen ähnlichen Verlauf. Die Q-Fieber-Fälle haben in den letzten Jahren zugenommen. Als Gründe für die Ausbreitung der Krankheit wird der engere Kontakt zwischen Mensch und Tier angesehen, aber auch die Erwärmung des Klimas.

#### 4. Literatur

ASPOCK, H. (2007): Klimawandel und die Ausbreitung von Krankheiten: Durch Arthropoden übertragene Infektionen in Mitteleuropa, in: Entomolog. Rom. (12), S. 343-362.

BASTIAN, T. (2001): Die lautlosen Gegner. Seuchen gefährden unsere Zukunft, Zürich.

FRIMMEL, S. ET AL. (2009): Klimawandel und Globale Erwärmung. Wegbereiter für die globale Ausbreitung tropischer Infektionskrankheiten?, in: Pharmazie unserer Zeit (38/6), S. 492-499.

GEBHARDT, H. (2008): Naturschutz-Info, in: Fachdienst Naturschutz, Naturschutz-Info (2/2008), LUBW (Hrsg.), S. 39.

GOSTOMZYK, J. G. & M. ENKE (Hrsg.) (2008): Globaler Klimawandel und Gesundheit. Dokumentation eines Symposiums der Landeszentrale für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit zum Weltgesundheitstag 2008. Schriftenreihe der Landeszentrale für Gesundheit in Bayern Band 19, München.

JENDRITZKY, G. (2007), Folgen des Klimawandels für die Gesundheit, in: Der Klimawandel – Einblicke, Rückblicke und Ausblicke (Klimawandel), Endlicher, W. und Gerstengarbe F.-W. (Hrsg.), S. 108-118.

KRÄMER, A., T. WÖRMANN & H. J. JAHN (2013): Klimawandel und Gesundheit: Grundlagen und Herausforderungen für den Public Health Sector.

STARK, K. ET AL. (2009), Die Auswirkungen des Klimawandels. Welche neuen Infektionskrankheiten und gesundheitlichen Probleme sind zu erwarten?, in: Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz, RKI (Hrsg.), S. 699-714.

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT:

<http://www.bmub.bund.de/themen/gesundheit-chemikalien/gesundheit-und->

[umwelt/klimawandel/tiere-als-vektoren-und-wirtstiere-fuer-krankheitserreger/](#) (18.11.2014)

CVUA BADEN-WÜRTTEMBERG:

[http://www.cvuas.de/pub/beitrag.asp?subid=1&Thema\\_ID=8&ID=889](http://www.cvuas.de/pub/beitrag.asp?subid=1&Thema_ID=8&ID=889) (26.11.2014)

INNOVATIONS REPORT:

<http://www.innovations-report.de/html/berichte/medizin-gesundheit/klimawandel-sorgt-rueckkehr-gefaehrlicher-119767.html> (18.11.2014)

MEDIZINAUSKUNFT:

[http://www.medizinauskunft.de/artikel/diagnose/krankheiten/Infektionen/13\\_12\\_klimainfektionen.php](http://www.medizinauskunft.de/artikel/diagnose/krankheiten/Infektionen/13_12_klimainfektionen.php) (18.11.2014)

ROBERT-KOCH-INSTITUT (RKI):

[http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/SurvStat/survstat\\_node.html](http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/SurvStat/survstat_node.html) (18.11.2014)

SPIEGEL ONLINE WISSENSCHAFT:

<http://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/seuchen-und-klimawandel-forscher-warnen-vor-toedlichem-dutzend-a-582878-13.html> (18.11.2014)

ZECKEN:

<http://www.zecken.de/news/article/klimawandel-bringt-neue-krankheiten-nach-deutschland/>  
(18.11.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz (GBA)

### *Indikationsfeld*

Vektorübertragene Krankheiten (GBA3)

### *Indikator*

Erkrankungsfälle Dengue-Fieber

### *Kennnummer*

GBA3-1-(I)c

### *Stand*

25.10.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

Vektorassoziierte Krankheiten (GE-I-8)

### *Definition*

Als Indikator für die Verbreitung bzw. Ausbreitung und Abundanzveränderung wärmeliebender vektorassoziiierter Krankheitserreger im Zuge des Klimawandels wird die Entwicklung der Erkrankungsfälle mit Denguefieber dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Aktuell herrschen in Deutschland noch keine geeigneten Lebensbedingungen für die Gelbfiebermücke (*Stegomyia aegypti*). Sie ist auf hohe Temperaturen (>20 °C) und Feuchtigkeit angewiesen. Modellrechnungen zeigen, dass die prognostizierten Klimaveränderungen nur in begrenztem Maße Überlebensmöglichkeiten für den Vektor schaffen. Bei anderen Mückenarten wie der Asiatischen Tigermücke (*Stegomyia albopicta*) besteht jedoch eine Vektorkompetenz. Dieses Insekt hat sich bereits in Deutschland ansiedeln können. Obwohl bisher keine infizierten Individuen festgestellt werden konnten, wird eine langfristige Beobachtung für sinnvoll erachtet.

### *Berechnungsvorschrift*

Anzahl der Erkrankungen pro Jahr.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

---

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Erkrankungsfälle Dengue-Fieber

### *Datenhalter*

Robert-Koch-Institut (RKI)

### *Übergaberestriktionen*

keine

**Einheit / Datenformat**

Anzahl pro Jahr / Excel-File

**Erhebungsintervall**

jährlich

**Zeitraum**

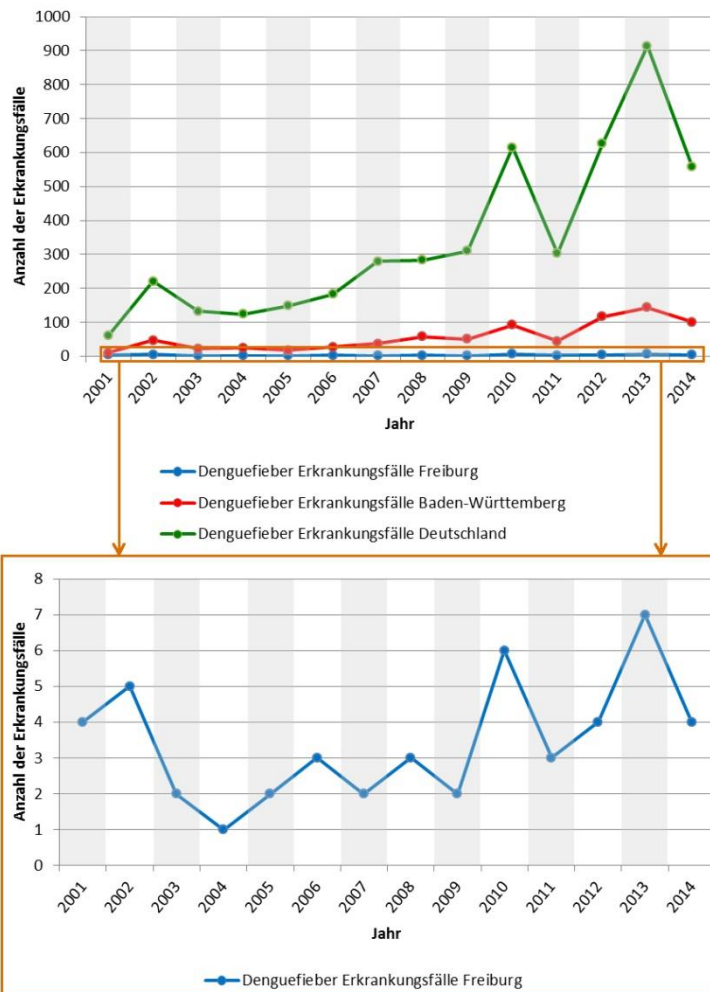
seit 2001

**Räumliche Abdeckung**

Stadtgebiet Freiburg, Baden-Württemberg, Deutschland

### 3. Bisheriges Ergebnis

**Darstellung**



**Denguefieber-Erkrankungsfälle in Freiburg, Baden-Württemberg und Deutschland seit 2001 (Quelle: RKI)**

**Dateninterpretation**

Die Verbreitung fremdländischer Krankheitserreger und deren Vektoren erfolgt im Zuge der Globalisierung heutzutage meist durch Verschleppung. Erreger und Überträger können so innerhalb kürzester Zeit große Strecken zurücklegen und Hindernisse überqueren. Für eine dauerhafte Ansiedlung in einem neuen Gebiet spielt die Eignung das Klima vor Ort eine große Rolle. Zu den wichtigsten Überträgerorganismen zählen Zecken, Mücken und Nagetiere.

Das Dengue-Fieber ist vor allem in den tropischen und subtropischen Regionen in Afrika, Südostasien, Australien, Nord- und Südamerika und im östlichen Mittelmeerraum beheimatet.



Verstärkt tritt die Krankheit während und nach der Regenzeit bzw. der Monsunzeit auf, wenn Mücken genügend Möglichkeiten zur Vermehrung haben. Die Gelbfiebertücke (*Stegomyia aegypti*) gilt als Hauptüberträger. Aktuell herrschen in Deutschland noch keine geeigneten Lebensbedingungen für die Gelbfiebertücke (*Stegomyia aegypti*). Sie ist auf hohe Temperaturen (>20 °C) und Feuchtigkeit angewiesen. Modellrechnungen zeigen, dass die prognostizierten Klimaveränderungen nur in begrenztem Maße Überlebenschancen für den Vektor schaffen. Bei anderen Mückenarten, wie der Asiatischen Tigermücke (*Stegomyia albopicta*) besteht jedoch eine Vektorkompetenz. Dieses Insekt hat sich bereits in Deutschland ansiedeln können und obwohl bisher keine infizierten Individuen festgestellt werden konnten, wird eine langfristige Beobachtung für sinnvoll erachtet.

Die Symptome bei einer Erkrankung reichen von grippeähnlichen Beschwerden und Fieber bis hin zu Hämorrhagischem Fieber, Erbrechen und Atemnot. Bei einem sehr schweren, mitunter tödlichem Verlauf, kommt es zu unkontrollierten inneren Blutungen, Zusammenbruch des Blutkreislaufs, hirnbedingten Krampfanfällen, Schockzeichen und Koma.

Die Grafik stellt die Anzahl der Dengue-Fieber-Erkrankungsfälle seit 2001 für Deutschland, Baden-Württemberg und Freiburg dar. Sie zeigt seit 2001 einen übereinstimmenden steigenden Trend bei den jährlichen Erkrankungsfällen für Deutschland, Baden-Württemberg und Freiburg. Die Daten sind nicht nach Infektionsort, sondern nach Wohnort erfasst. Infektionen im Ausland sind deshalb nicht ausgeschlossen. Noch konnte keiner der Fälle auf eine Infektion in Deutschland zurückgeführt werden. Die Einschleppung aus dem Ausland spielte bisher die Hauptrolle und die Spitzen der Kurven sind möglicherweise auf Epidemien in anderen Ländern zurückzuführen. 2003 gab es beispielsweise große Dengue-Fieber-Epidemien in Brasilien und Bangladesh, 2013 in Süd- und Mittelamerika.

#### 4. Literatur

ASPOCK, H. (2007), Klimawandel und die Ausbreitung von Krankheiten: Durch Arthropoden übertragene Infektionen in Mitteleuropa, in: Entomolog. Rom. (12), S. 343-362.

BASTIAN, T. (2001): Die lautlosen Gegner. Seuchen gefährden unsere Zukunft, Zürich.

N. DABBAGH, T. PETERS & V. SCHICK (2012): Seminararbeit im Rahmen des Klimaprojektes zum Thema: Dengue-Fieber – Gefahr für Europa?, Hamburg

FRIMMEL, S. ET AL. (2009): Klimawandel und Globale Erwärmung. Wegbereiter für die globale Ausbreitung tropischer Infektionskrankheiten?, in: Pharmazie unserer Zeit (38/6), S. 492-499.

GEBHARDT, H. (2008): Naturschutz-Info, in: Fachdienst Naturschutz, Naturschutz-Info (2/2008), LUBW (Hrsg.), S. 39.

GOSTOMZYK, J. G. & M. ENKE (Hrsg.) (2008): Globaler Klimawandel und Gesundheit. Dokumentation eines Symposiums der Landeszentrale für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit zum Weltgesundheitstag 2008. Schriftenreihe der Landeszentrale für Gesundheit in Bayern Band 19, München.

JENDRITZKY, G. (2007): Folgen des Klimawandels für die Gesundheit, in: Der Klimawandel – Einblicke, Rückblicke und Ausblicke (Klimawandel), Endlicher, W. und Gerstengarbe F.-W. (Hrsg.), S. 108-118.

KRÄMER, A., T. WÖRMANN & H. J. JAHN (2013): Klimawandel und Gesundheit: Grundlagen und Herausforderungen für den Public Health Sector.

STARK, K. ET AL. (2009): Die Auswirkungen des Klimawandels. Welche neuen Infektionskrankheiten und gesundheitlichen Probleme sind zu erwarten?, in: Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz, RKI (Hrsg.), S. 699-714.

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT:  
<http://www.bmub.bund.de/themen/gesundheit-chemikalien/gesundheit-und-umwelt/klimawandel/tiere-als-vektoren-und-wirtstiere-fuer-krankheitserreger/> (18.11.2014)

HAMBURGER ABENDBLATT:  
<http://www.abendblatt.de/ratgeber/wissen/article2257853/Klimawandel-Deutschland-ist-Risikogebiet-fuer-gefaehrliche-Stechmuecken.html> (18.11.2014)

INNOVATIONS REPORT:  
<http://www.innovations-report.de/html/berichte/medizin-gesundheit/klimawandel-sorgt-rueckkehr-gefaehrlicher-119767.html> (18.11.2014)

MEDIZINAUSKUNFT:  
[http://www.medizinauskunft.de/artikel/diagnose/krankheiten/Infektionen/13\\_12\\_klimainfektionen.php](http://www.medizinauskunft.de/artikel/diagnose/krankheiten/Infektionen/13_12_klimainfektionen.php) (18.11.2014)

ROBERT-KOCH-INSTITUT (RKI):  
[http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/SurvStat/survstat\\_node.html](http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/SurvStat/survstat_node.html) (18.11.2014)

SPIEGEL ONLINE WISSENSCHAFT:  
<http://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/seuchen-und-klimawandel-forscher-warnen-vor-toedlichem-dutzend-a-582878-13.html> (18.11.2014)

STIFTUNG WELTBEVÖLKERUNG:  
<http://www.weltbevoelkerung.de/presse/pressemitteilungen/details/show/detail/News/eine-million-menschen-sterben-jaehrlich-an-vektoruebertragenen-krankheiten-wie-malaria-oder-dengue-f.html> (25.11.2014)

TROPENMEDIZIN:  
<http://www.tropenmedizin.de/info/dengue.htm> (25.11.2014)

ZECKEN:  
<http://www.zecken.de/news/article/klimawandel-bringt-neue-krankheiten-nach-deutschland/> (18.11.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz (GBA)

### *Indikationsfeld*

Vektorübertragene Krankheiten (GBA3)

### *Indikator*

Erkrankungsfälle Gelbfieber

### *Kennnummer*

GBA3-1-(I)d

### *Stand*

18.11.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

Vektorassoziierte Krankheiten (GE-I-8)

### *Definition*

Als Indikator für die Verbreitung bzw. Ausbreitung und Abundanzveränderung wärmeliebender vektorassoziiierter Krankheitserreger wird die Entwicklung der Erkrankungsfälle mit Gelbfieber dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Die Asiatische Tigermücke (*Stegomyia albopicta*) kann dank milderer Winter auch schon vereinzelt in Deutschland überleben. Als Vektor für verschiedene Krankheitserreger, darunter das Gelbfieber, wird eine langfristige Beobachtung als sinnvoll erachtet.

### *Berechnungsvorschrift*

Anzahl der Erkrankungsfälle im Jahr.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Die Daten sind nicht nach Infektionsort, sondern nach Wohnort erfasst, Infektionen im Ausland sind deshalb nicht ausgeschlossen. Zudem entspricht der Meldezeitraum nicht unbedingt dem Infektions-, Erkrankungs- oder Diagnosezeitraum.

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Erkrankungsfälle Gelbfieber

### *Datenhalter*

Robert-Koch-Institut (RKI)

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

Anzahl der Erkrankungsfälle pro Jahr

### *Erhebungsintervall*

jährlich

### *Zeitraum*

seit 2001

### *Räumliche Abdeckung*

Stadtgebiet Freiburg, Baden-Württemberg, Deutschland

## 3. Bisheriges Ergebnis

### *Dateninterpretation*

Die Verbreitung fremdländischer Krankheitserreger und deren Vektoren erfolgt heutzutage meist durch die Verschleppung im Zuge der Globalisierung. Erreger und Überträger können so innerhalb kürzester Zeit große Strecken zurücklegen und Hindernisse überqueren. Für eine dauerhafte Ansiedlung in einem neuen Gebiet spielt die Eignung des Klimas vor Ort eine große Rolle.

Gelbfieber ist eine Viruserkrankung die durch bestimmte Mücken wie der Asiatischen Tigermücke (*Stegomyia albopicta*) übertragen wird. Sie kann dank milderer Winter auch schon vereinzelt in Deutschland überleben. Die Krankheit ist überwiegend in den wärmeren Regionen Afrikas und Südamerikas verbreitet. Die Symptomatik reicht von hohem Fieber, Schmerzen, Übelkeit und Erbrechen bis hin zu Blutungen und Störungen der Leberfunktion mit Gelbsucht. Bei sehr schweren Verläufen, die etwa in 15 % der Fälle eintreten, kann eine Infektion tödlich enden. Bei Gelbfieber kann von einer Wiederansiedlung des Erregers gesprochen werden, da dieser in Deutschland bzw. Europa schon früher auftrat und nur durch Maßnahmen wie Trockenlegungen und der Einsatz von Insektiziden (DDT) ausgerottet wurde.

Bisher sind noch keine Fälle in Deutschland seit 2001 aufgetreten.

## 4. Literatur

ASPOCK, H. (2007): Klimawandel und die Ausbreitung von Krankheiten: Durch Arthropoden übertragene Infektionen in Mitteleuropa, in: Entomolog. Rom. (12), S. 343-362.

FRIMMEL, S. ET AL. (2009): Klimawandel und Globale Erwärmung. Wegbereiter für die globale Ausbreitung tropischer Infektionskrankheiten?, in: Pharmazie unserer Zeit (38/6), S. 492-499.

GEBHARDT, H. (2008): Naturschutz-Info, in: Fachdienst Naturschutz, Naturschutz-Info (2/2008), LUBW (Hrsg.), S. 39.

GOSTOMZYK, J. G. & M. ENKE (Hrsg.) (2008): Globaler Klimawandel und Gesundheit. Dokumentation eines Symposiums der Landeszentrale für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit zum Weltgesundheitstag 2008. Schriftenreihe der Landeszentrale für Gesundheit in Bayern Band 19, München.

JENDRITZKY, G. (2007): Folgen des Klimawandels für die Gesundheit, in: Der Klimawandel – Einblicke, Rückblicke und Ausblicke (Klimawandel), Endlicher, W. und Gerstengarbe F.-W. (Hrsg.), S. 108-118.

KRÄMER, A., T. WÖRMANN & H. J. JAHN(2013): Klimawandel und Gesundheit: Grundlagen und Herausforderungen für den Public Health Sector.

STARK, K. ET AL. (2009): Die Auswirkungen des Klimawandels. Welche neuen Infektionskrankheiten und gesundheitlichen Probleme sind zu erwarten?, in: Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz, RKI (Hrsg.), S. 699-714.

APOTHEKEN UMSCHAU:

<http://www.apotheken-umschau.de/Gelbfieber> (18.11.2014)

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT:

<http://www.bmub.bund.de/themen/gesundheits-chemikalien/gesundheits-und-umwelt/klimawandel/tiere-als-vektoren-und-wirtstiere-fuer-krankheitserreger/>  
(18.11.2014)

HAMBURGER ABENDBLATT:

<http://www.abendblatt.de/ratgeber/wissen/article2257853/Klimawandel-Deutschland-ist-Risikogebiet-fuer-gefaehrliche-Stechmuecken.html> (18.11.2014)

INNOVATIONS REPORT:

<http://www.innovations-report.de/html/berichte/medizin-gesundheit/klimawandel-sorgt-rueckkehr-gefaehrlicher-119767.html> (18.11.2014)

MEDIZINAUSKUNFT:

[http://www.medizinauskunft.de/artikel/diagnose/krankheiten/Infektionen/13\\_12\\_klimainfektionen.php](http://www.medizinauskunft.de/artikel/diagnose/krankheiten/Infektionen/13_12_klimainfektionen.php) (18.11.2014)

PROFIL ONLINE:

<http://www.profil.at/articles/0908/560/233936/malaria-gelbfieber-west-nil-virus-kommen-tropenkrankheiten-europa> (18.11.2014)

ROBERT-KOCH-INSTITUT (RKI):

[http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/SurvStat/survstat\\_node.html](http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/SurvStat/survstat_node.html) (18.11.2014)

SPIEGEL ONLINE WISSENSCHAFT:

<http://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/seuchen-und-klimawandel-forscher-warnen-vor-toedlichem-dutzend-a-582878-13.html> (18.11.2014)

ZECKEN:

<http://www.zecken.de/news/article/klimawandel-bringt-neue-krankheiten-nach-deutschland/>  
(18.11.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz (GBA)

### *Indikationsfeld*

Vektorübertragene Krankheiten (GBA3)

### *Indikator*

Erkrankungsfälle Hantavirus (Puumala-Virus)

### *Kennnummer*

GBA3-1-(I)e

### *Stand*

26.11.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

Vektorassoziierte Krankheiten (GE-I-8)

### *Definition*

Als Indikator für die Verbreitung bzw. Ausbreitung und Abundanzveränderung wärmeliebender vektorassoziiierter Krankheitserreger im Zuge des anthropogenen Klimawandels wird die Entwicklung der Erkrankungsfälle mit Hantaviren dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

In Deutschland wird das Puumalavirus durch die Rötelmaus übertragen. Als weitere Überträger gelten die Brand-, Gelbhals-, Feld und Erdmaus sowie Ratten. Bei hoher Rötelmauspopulationsdichte steigen der Anteil puumalavirus-infizierter Tiere und somit auch die Ansteckungsgefahr für den Menschen. Da die Populationsentwicklung stark von der Buchenmastintensität des Vorjahres und der Witterung abhängt, können veränderte Klimabedingungen das Risiko der Übertragung von Hantaviren auf den Menschen beeinflussen.

### *Berechnungsvorschrift*

Anzahl der Erkrankungen pro Jahr.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Verändertes Freizeitverhalten, das Bekanntmachen der Krankheit und die damit einhergehenden häufigeren medizinischen Untersuchungen auf Hantaviren könnten einen Anstieg der Krankheitsfälle in den letzten zehn Jahren erklären und lassen sich nicht zwingend auf die Klimaerwärmung zurückführen. Die Daten sind nicht nach Infektionsort, sondern nach Wohnort erfasst. Infektionen im Ausland sind deshalb nicht ausgeschlossen. Zudem entspricht der Meldezeitraum nicht unbedingt dem Infektions-, Erkrankungs- oder Diagnosezeitraum.

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Erkrankungsfälle Hantavirus (Puumala-Virus)

### *Datenhalter*

Robert-Koch-Institut (RKI)

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

Anzahl pro Jahr / Excel-File

### *Erhebungsintervall*

jährlich

### *Zeitraum*

seit 2001

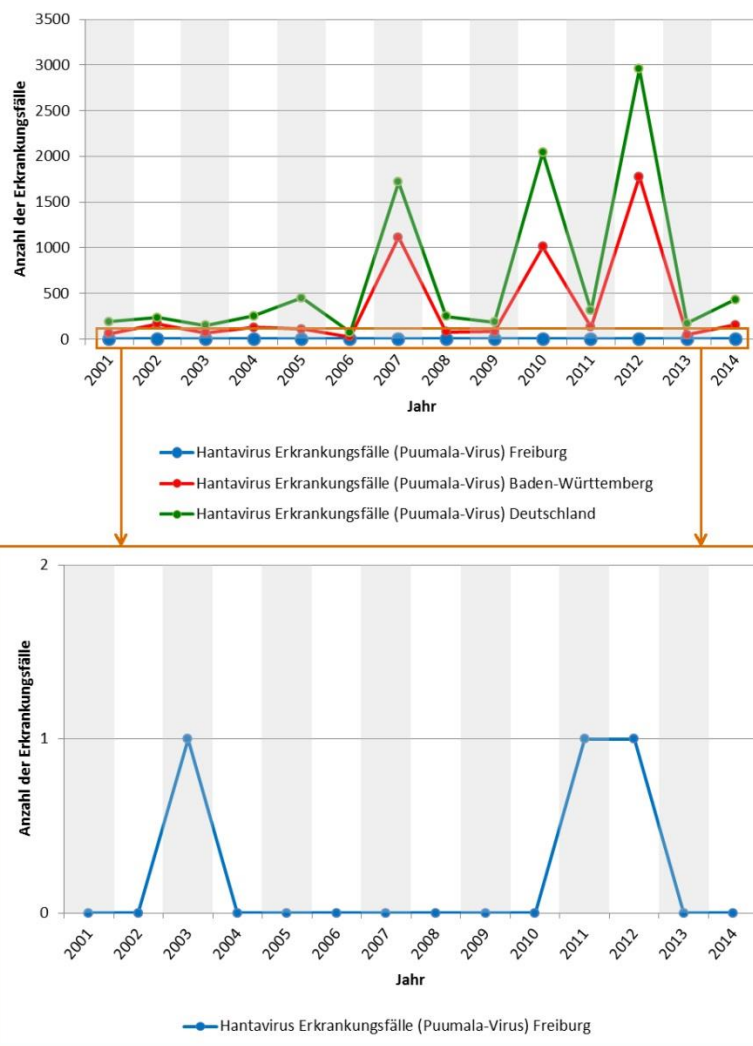
### *Räumliche Abdeckung*

Stadtgebiet Freiburg, Baden-Württemberg, Deutschland

## 3. Bisheriges Ergebnis



## Darstellung



**Anzahl der Hantavirus-Erkrankungsfälle in Freiburg, Baden-Württemberg und Deutschland seit 2001 (Quelle: RKI)**

## Dateninterpretation

In Deutschland wird das Puumalavirus durch die Rötelmaus übertragen. Als weitere Überträger gelten die Brand-, Gelbhals-, Feld und Erdmaus sowie Ratten. Bei hoher Rötelmauspopulationsdichte steigen der Anteil puumalavirus-infizierter Tiere und somit auch die Ansteckungsgefahr für den Menschen. Da die Populationsentwicklung stark von der Buchenmastintensität des Vorjahres und der Witterung abhängt, können veränderte Klimabedingungen das Risiko der Übertragung von Hantaviren auf den Menschen beeinflussen. Bei Mastjahren handelt es sich um Jahre mit überdurchschnittlicher Samenproduktion bei Baumarten mit unregelmäßiger Fruchtbildung wie z. B. der Buche oder Eiche.

Eine Infektion mit den Hantaviren erfolgt über den Kontakt mit Ausscheidungen von infizierten Nagern, wenn z. B. kontaminierter Staub aufgewirbelt und die Erreger eingeatmet werden. Bei vielen Menschen verläuft die Infektion ohne Symptome. Bei einem Teil der Erkrankten kommt es jedoch zu hohem Fieber und grippeähnlichen Beschwerden. Bei

schwerem Krankheitsverlauf können Blutdruckabfall und Nierenversagen auftreten.

Die Grafik stellt die Anzahl der Hantavirus Erkrankungsfälle seit 2001 für Deutschland, Baden-Württemberg und Freiburg dar. Die Aufzeichnungen von Deutschland und Baden-Württemberg zeigen über die Jahre hinweg eine Zunahme der Erkrankungsfälle. Die Infektion tritt meist in kleineren Epidemien auf, so dass die jährlichen Schwankungen nachvollziehbar sind. Die Höhepunkte 2007, 2010 und 2012 liegen zwei bis drei Jahre auseinander. Dies ähnelt dem derzeitigen Rhythmus des Auftretens von Mastjahren, so dass ein Zusammenhang möglich wäre. Zwischen 1839 und 1987 lagen zwischen den einzelnen Mastjahren im Schnitt drei bis sieben Jahre. Heute hat sich diese Zeit auf zwei bis drei Jahre verkürzt. Freiburg hatte in den letzten 14 Jahren nur insgesamt drei dokumentierte Infektionen und weicht daher vom Bundes- bzw. Landesdurchschnitt ab.

#### 4. Literatur

ASPOCK, H. (2007): Klimawandel und die Ausbreitung von Krankheiten: Durch Arthropoden übertragene Infektionen in Mitteleuropa, in: Entomolog. Rom. (12), S. 343-362.

BASTIAN, T. (2001): Die lautlosen Gegner. Seuchen gefährden unsere Zukunft, Zürich.

FRIMMEL, S. ET AL. (2009): Klimawandel und Globale Erwärmung. Wegbereiter für die globale Ausbreitung tropischer Infektionskrankheiten?, in: Pharmazie unserer Zeit (38/6), S. 492-499.

GEBHARDT, H. (2008): Naturschutz-Info, in: Fachdienst Naturschutz, Naturschutz-Info (2/2008), LUBW (Hrsg.), S. 39.

GOSTOMZYK, J. G. & M. ENKE (Hrsg.) (2008): Globaler Klimawandel und Gesundheit. Dokumentation eines Symposiums der Landeszentrale für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit zum Weltgesundheitstag 2008. Schriftenreihe der Landeszentrale für Gesundheit in Bayern Band 19, München.

JENDRITZKY, G. (2007): Folgen des Klimawandels für die Gesundheit, in: Der Klimawandel – Einblicke, Rückblicke und Ausblicke (Klimawandel), Endlicher, W. und Gerstengarbe F.-W. (Hrsg.), S. 108-118.

KRÄMER, A., T. WÖRMANN & H. J. JAHN (2013): Klimawandel und Gesundheit: Grundlagen und Herausforderungen für den Public Health Sector.

STARK, K. ET AL. (2009): Die Auswirkungen des Klimawandels. Welche neuen Infektionskrankheiten und gesundheitlichen Probleme sind zu erwarten?, in: Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz, RKI (Hrsg.), S. 699-714.

APOTHEKENUMSCHAU:

<http://www.apotheken-umschau.de/Hantavirus-Infektion> (26.11.2014)

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT:

<http://www.bmub.bund.de/themen/gesundheit-chemikalien/gesundheit-und-umwelt/klimawandel/tiere-als-vektoren-und-wirtstiere-fuer-krankheitserreger/> (18.11.2014)

INNOVATIONS REPORT:

<http://www.innovations-report.de/html/berichte/medizin-gesundheit/klimawandel-sorgt-rueckkehr-gefaehrlicher-119767.html> (18.11.2014)

JULIUS-KÜHN-INSTITUT (JKI):

[http://www.jki.bund.de/no\\_cache/de/startseite/institute/pflanzenschutz-gartenbau-und-forst/pj-ag-wirbeltiere/hantaviren-und-klimawandel.html](http://www.jki.bund.de/no_cache/de/startseite/institute/pflanzenschutz-gartenbau-und-forst/pj-ag-wirbeltiere/hantaviren-und-klimawandel.html) (26.11.2014)

LANDWIRTSCHAFTLICHES WOCHENBLATT:

<http://www.lw-heute.de/-mastjahr-nach-anderen> (26.11.2014)

MEDIZINAUSKUNFT:

[http://www.medizinauskunft.de/artikel/diagnose/krankheiten/Infektionen/13\\_12\\_klimainfektionen.php](http://www.medizinauskunft.de/artikel/diagnose/krankheiten/Infektionen/13_12_klimainfektionen.php) (18.11.2014)

ROBERT-KOCH-INSTITUT (RKI):

[http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/SurvStat/survstat\\_node.html](http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/SurvStat/survstat_node.html) (18.11.2014)

SPIEGEL ONLINE WISSENSCHAFT:

<http://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/seuchen-und-klimawandel-forscher-warnen-vor-toedlichem-dutzend-a-582878-13.html> (18.11.2014)

ZECKEN:

<http://www.zecken.de/news/article/klimawandel-bringt-neue-krankheiten-nach-deutschland/>  
(18.11.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz (GBA)

### *Indikationsfeld*

Umweltqualität im städtisch geprägten Raum (GBA7)

### *Indikator*

Verkehrsbeschränkungsmaßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität (R)

### *Kennnummer*

GBA7-1-(R)

### *Stand*

17.09.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n. v.

### *Definition*

Als Anpassungsmaßnahme zur Verbesserung der Luftqualität im städtisch geprägten Raum zur Verringerung der Auswirkungen des Klimawandels wird die Einrichtung von Umweltzonen als Verkehrsbeschränkungsmaßnahme dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Die Umweltqualität im städtisch geprägten Raum wird stark von Gasen wie NO<sub>2</sub> sowie Feinstaubpartikeln beeinflusst. Mit zunehmend höheren Temperaturen und häufigeren Hitzewellen verschärft sich die Problematik der Stadt als Wärmeinsel. Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken wird die Verringerung von klimawirksamen Gasen und Feinstaubpartikeln als geeignete Anpassungsmaßnahme angesehen.

### *Berechnungsvorschrift*

keine

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Bisher ist der Erfolg der Maßnahme fraglich, da das Verkehrsverbot nur dann eine optimale Wirkung entfalten kann, wenn durch die Beschränkungen ein nennenswerter Anteil der Fahrten entfällt oder die Fahrzeuge durch besonders gering emittierende Modelle ersetzt werden. In der Realität fahren aufgrund von Ausnahmegewilligungen noch viele Kraftfahrzeuge innerhalb der Umweltzonen, obwohl diese eigentlich unter das Fahrverbot fallen würden. Die Herausnahme der B31 aus der Umweltzone vermindert den bisherigen Erfolg zusätzlich.

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Umweltzone Freiburg

### *Datenhalter*

Regierungspräsidium Freiburg

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

keine

### *Erhebungsintervall*

unregelmäßig

### *Zeitraum*

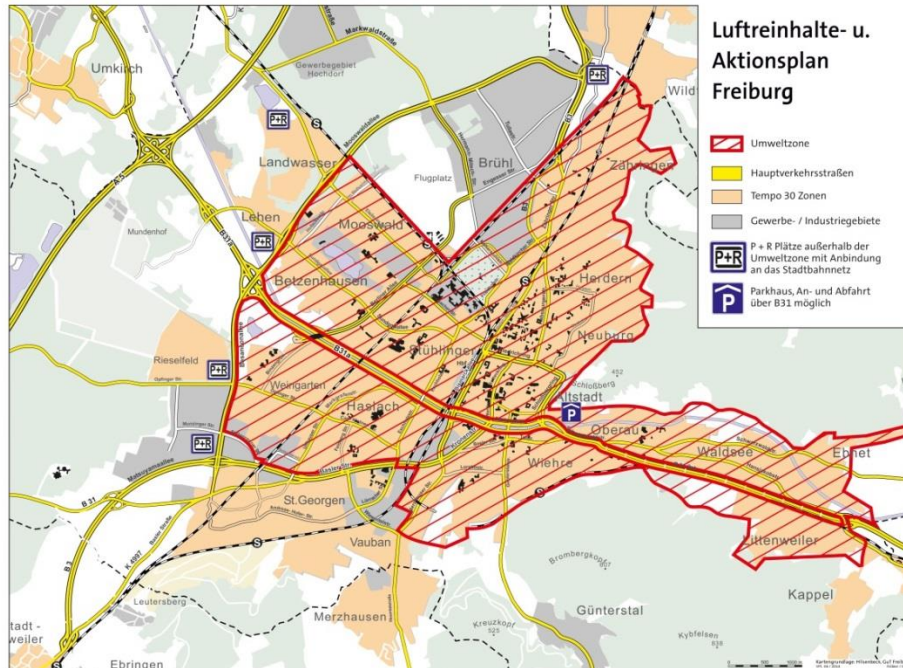
seit 2007

### *Räumliche Abdeckung*

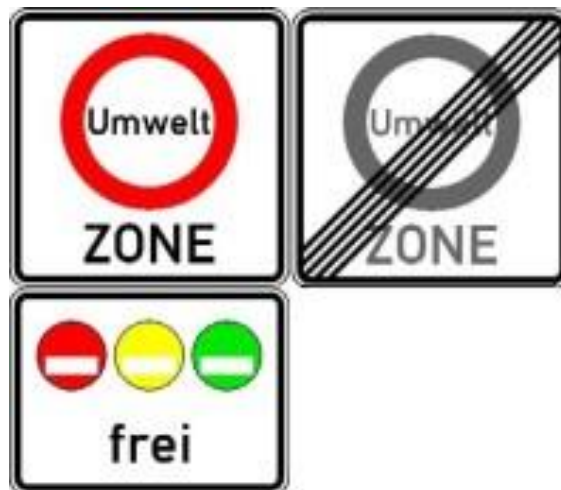
Freiburg i. Br.

### 3. Bisheriges Ergebnis

#### Darstellung



**Luftreinhalte- und Aktionsplan Freiburg: Darstellung der Umweltzone (Datenquelle: Regierungspräsidium Freiburg)**



**Kennzeichnung der Umweltzonen im Verkehr (Datenquelle: Regierungspräsidium Freiburg)**

#### Dateninterpretation

Das Regierungspräsidium Freiburg erstellte 2006 einen Luftreinhalteplan nach Vorgaben der europäischen Union mit dem Ziel die NO<sub>2</sub>-Belastung ab dem Jahr 2010 zu senken. Eine der Maßnahmen bestand in der Entwicklung einer Umweltzone mit Verkehrsbeschränkungen und Fahrverboten für spezielle Fahrzeuggruppen, z. B. hochemittierenden Autos. Dies könnte zur

deutlichen Minderung von Emissionen führen, da die selektiven Fahrverbote entsprechend dem Verursacherprinzip festgelegt wurden. Die Regelung betrifft Fahrzeuge mit besonders hohen Emissionsanteilen am stärksten.

Seit dem 01.03.2007 müssen Kraftfahrzeuge vier verschiedenen Schadstoffgruppen zugeordnet und sichtbar durch eine Plakette gekennzeichnet werden. Die Schadstoffgruppe 1 umfasst die Fahrzeuge mit dem höchsten Schadstoffausstoß, Schadstoffgruppe 4 hingegen die mit dem geringsten Schadstoffausstoß. Arbeitsmaschinen, land- und forstwirtschaftliche Zugmaschinen, Oldtimer und Sonderfahrzeuge sowie Zwei- bzw. Dreiräder sind von dieser Regelung ausgenommen.

Freiburg im Breisgau besitzt eine 28 km<sup>2</sup> große Umweltzone (Abb. oben). Sie beginnt nördlich in Höhe Wildtal, führt bis nach St. Georgen und entlang des Mooswalds bis einschließlich Littenweiler und Ebnet. Die Umweltzone ist mit entsprechenden Schildern (Abb. unten) gekennzeichnet und zeigt gleichzeitig an, welche Feinstaubplaketten innerhalb der Zone zugelassen sind. Seit 2010 gilt das Verkehrsverbot innerhalb der Umweltzonen für die Schadstoffgruppe 1. 2012 wurde dies auf die Schadstoffgruppe 2 ausgedehnt und seit dem 01.01.2013 dürfen sich nur noch Fahrzeuge mit der Schadstoffklasse 4, also der grünen Plakette innerhalb der Umweltzonen bewegen. Bisher ist die Durchfahrtsstraße B31 als wichtigste Fernstraße in West-Ost-Richtung von der Verordnung ausgenommen. Mit der nächsten Fortschreibung des Luftreinhalteplans kann sich dies jedoch ändern, da die Luftqualität in diesem Bereich weiter verbessert werden muss. Durch diese Maßnahme wird eine Verringerung der NO<sub>2</sub>- und PM10-Belastung angestrebt.

Bisher ist der Erfolg der Maßnahme fraglich, da das Verkehrsverbot nur dann eine optimale Wirkung entfalten kann, wenn durch die Beschränkungen ein nennenswerter Anteil der Fahrten entfällt oder die Fahrzeuge durch besonders gering emittierende Modelle ersetzt werden. In der Realität fahren aufgrund von Ausnahmegewilligungen noch viele Kraftfahrzeuge innerhalb der Umweltzonen, obwohl diese eigentlich unter das Fahrverbot fallen würden. Die Herausnahme der B31 aus der Umweltzone vermindert den bisherigen Erfolg zusätzlich.

Daten zur Entwicklung der Feinstaubbelastung sowie der NO<sub>2</sub>-Gehalte konnten im Rahmen der Projektlaufzeit nicht zusammengetragen werden, deshalb kann ein Erfolg bzw. Misslingen der Maßnahme hier nicht quantifiziert werden.

#### 4. Literatur

RP FREIBURG (Hrsg.) (2009): Luftreinhalte-/ Aktionsplan Freiburg, Freiburg im Breisgau.

RP FREIBURG (Hrsg.) (2012): Luftreinhalteplan Freiburg 2012 (Fortschreibung des Luftreinhalte-/ Aktionsplans Freiburg 2009), Freiburg im Breisgau.

RP FREIBURG:

<http://www.rp.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/menu/1331057/index.html> (17.09.2014)

STADT FREIBURG:

<http://www.freiburg.de/pb/Lde/232971.html> (17.09.2014)

## 8.2.6 Handlungsfeld: Verkehr, Transport und Logistik – VTL

<b>1. Indikator</b>	
<b>Handlungsfeld</b>	<b>Indikationsfeld</b>
Verkehr, Transport und Logistik (VTL)	Verkehrsablauf: Straßen- und Schienenverkehr (VTL1)
<b>Indikator</b>	<b>Kennnummer</b>
Sperrungen des Dreisamradweges aufgrund von Überflutungen	VTL1-1-(I)
<b>Stand</b>	<b>Machbarkeitsstufe</b>
15.09.2014	3 – unmittelbar darstellbar
<b>DAS-Abgleich</b>	
n.v.	
<b>Definition</b>	
Sperrung des Dreisamuferweges als Wirkung Indikator für Verkehrsbehinderungen durch Hochwasser.	
<b>Relevanz / Klimasensitivität</b>	
Starkregenereignisse und überdurchschnittlich lang andauernde Niederschlagsperioden können Hochwässer verursachen und stehen in unmittelbarem Zusammenhang zur Sperrung des Dreisamuferweges.	
<b>Berechnungsvorschrift</b>	
Sperrstunden pro Tag.	
<b>Unsicherheiten / Hinweise</b>	
Die Daten wurden aus handschriftlichen Dokumenten übertragen, was den Aufwand zur Darstellung des Indikators deutlich erhöhte. Die exemplarisch ausgewerteten Informationen	



betreffen nur den November 2013. Mithin ist bisher kein Vergleich mit anderen Jahren möglich und somit auch kein aussagekräftiger Trend ablesbar. Die Daten liegen dem GuT jedoch vor und können zur weiteren Auswertung herangezogen werden.

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Sperrungen des Dreisamuferweges aufgrund von Überflutungen.

### *Datenhalter*

Garten- und Tiefbauamt Stadt  
Freiburg (GuT)

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

Sperrstunden/Tag / Excel-File

### *Erhebungsintervall*

jährlich

### *Zeitraum*

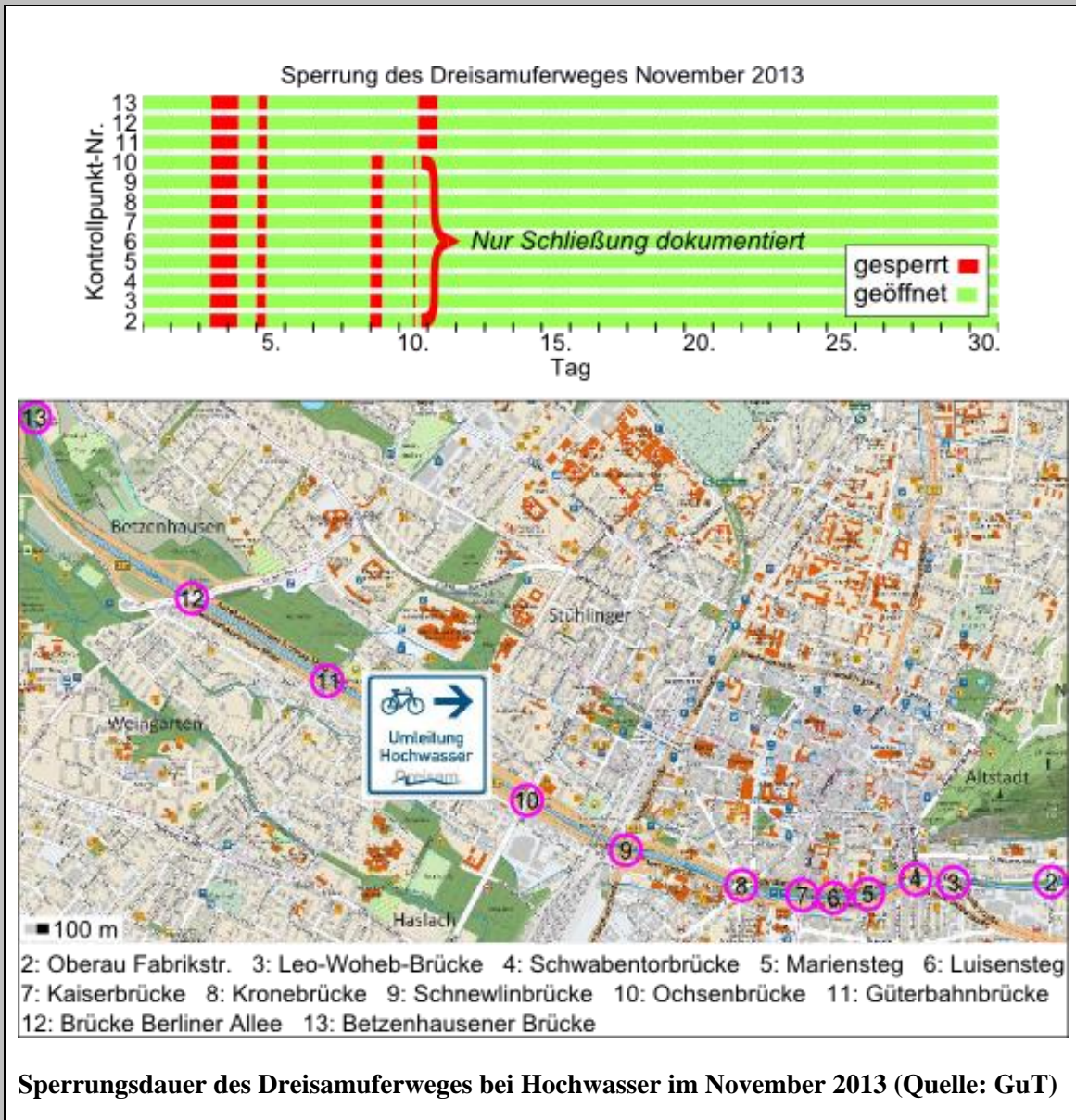
November 2013

### *Räumliche Abdeckung*

Freiburg i. Br.

### 3. Bisheriges Ergebnis

#### Darstellung



#### Dateninterpretation

Die Rad- und Fußwege zu beiden Seiten der Dreisam werden bei Hochwasser in einigen Bereichen überschwemmt. Ab einem Wasserstand von 80 cm am Pegel Ebnet wird der Weg daher vom GuT abschnittsweise gesperrt.

Bei Hochwasser unterliegen insgesamt zwölf Wegabschnitte entlang der Dreisam einer regelmäßigen Kontrolle. Mit Erreichen unterschiedlicher Pegelhöhen werden diese überflutet und gesperrt. Die am tiefsten liegenden Abschnitte in den Bereichen Oberau, Leo-Wohleb-Brücke, Schwabentorbrücke, Schnewlinbrücke und Ochsenbrücke sind am häufigsten betroffen. In der Regel ist jedoch das südliche Dreisamufer weiterhin befahrbar, da hier die Wege höher liegen. Bei starkem Hochwasser werden auch diese Bereiche gesperrt und eine Ausweitung auf die Güterbahnbrücke, Berliner Brücke bis hin zur Gaskugel wird nötig. Bei noch höherem Wasserstand ist letztendlich auch die Strecke unterhalb der Kaiserbrücke von

Überflutungen betroffen und kann nicht mehr genutzt werden.

Die Daten des Garten- und Tiefbauamts bezüglich der Hochwassersperrungen im November 2013 zeigen, dass der Dreisamuferweg für unterschiedlich lange Zeiträume an insgesamt sieben Tagen gesperrt werden musste. In allen Fällen war die gesamte Strecke von der Oberau bis zur Betzenhauser Brücke betroffen, wobei am 10.11 der Weg zwischen Güterbahnbrücke bis zur Betzenhauserbrücke erst knapp drei Stunden später geschlossen wurde. Die vorübergehende Sperrung der Wege dauerte unterschiedlich lange. Vom 3.11 auf den 4.11 waren sie knapp über 23 Stunden geschlossen, während vom 4.11 auf den 5.11 nur acht Stunden kein Zugang möglich war.

#### **4. Literatur**

STADT FREIBURG:

<http://www.freiburg.de/pb/,Lde/411886.html> (22.10.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Verkehr, Transport und Logistik (VTL)

### *Indikationsfeld*

Verkehrsablauf: Straßen- und Schienenverkehr (VTL1)

### *Indikator*

Entwicklung des Streusalz-, Splitt- und Soleverbrauchs

### *Kennnummer*

VTL1-1-(R)a

### *Stand*

20.10.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

Streumittelverwendung auf Bundesstraßen und -autobahnen (V-R-4)

### *Definition*

Als Anpassungsindikator wird die Entwicklung des Streusalz-, Splitt- und Soleverbrauchs zur Reduzierung witterungsbedingter Verkehrsbehinderungen dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Prognostizierte mildere Winter mit weniger Niederschlag in Form von Schnee und weniger Glatteisbildung werden den Einsatz von Streumitteln reduzieren.

### *Berechnungsvorschrift*

Salz-/ Splittmengen in Tonnen pro Jahr und Sole in Litern pro Jahr.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Eine Veränderung bei den Streusalz- bzw. Splittmengen könnte auch auf technische Neuerungen zurückgeführt werden. So sollen zukünftig die zwei in Freiburg installierten Witterungssensoren dabei helfen die benötigte Streusalzmenge optimal zu bestimmen.

## 2. Datensatz

### Titel Datensatz

Jahresübersicht Winterdienst (Wetterinformationen wie Schnee, Industrieschnee, Blitzeis und Frosttage unter 0 °C werden ebenfalls erfasst).

### Datenhalter

Abfallwirtschaft und  
Stadtreinigung Freiburg GmbH

### Übergaberestriktionen

keine

### Einheit / Datenformat

Salz-/ Splittmengen in Tonnen;  
Sole in Litern / Excel-File

### Erhebungsintervall

jährlich

### Zeitraum

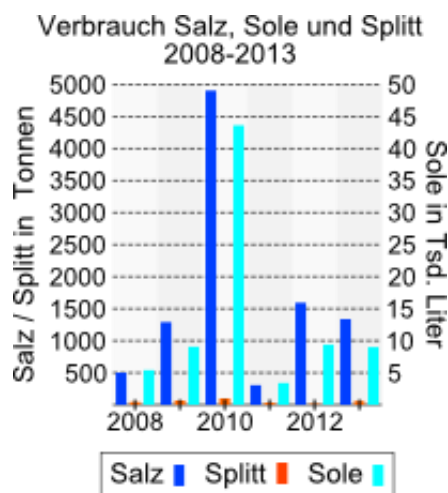
seit 2008

### Räumliche Abdeckung

Stadtgebiet Freiburg

## 3. Bisheriges Ergebnis

### Darstellung



Jährlich ausgebrachte Streusalz-, Splitt- und Solemengen 2008-2013 für den Stadtkreis Freiburg (Quelle: Abfallwirtschaft und Stadtreinigung Freiburg GmbH)

### Dateninterpretation

Die Abfallwirtschaft und Stadtreinigung Freiburg GmbH (ASF) ist für den Winterdienst im

Stadtgebiet Freiburg und Umland zuständig. Mit Groß- und Kleinräumfahrzeugen werden die verkehrswichtigen Bereiche von Eis und Schnee befreit, um für eine möglichst hohe Sicherheit der Verkehrsteilnehmer zu sorgen.

Damit die Umweltbelastung so gering wie möglich gehalten werden kann, wird Trockensalz nur bei Hauptverkehrs- und Bergstraßen sowie Bus- und Bahnlinien mit maximal zehn Gramm pro Quadratmeter eingesetzt. Bei überfrierender Nässe wird ein Sole-Streusalzgemisch (Feuchtsalz) ausgebracht, welches schon in geringen Mengen eine gute Auftauwirkung erzielt. Reines Streusalz wird nur bei starken Neuschneefällen und Temperaturen über 0°C verwendet. In Nebenstraßen wird anstatt Salz Streusplitt genutzt.

Die Darstellung zeigt die jährlich ausgebrachte Streusalz-, Splitt- und Solemenge seit 2008 für den Stadtkreis Freiburg. Aufgrund der geringen Datenmenge ist bisher noch kein Trend ablesbar. Der jährliche Verbrauch unterliegt eher geringfügigen Schwankungen. Das Jahr 2010 sticht allerdings durch einen hohen Einsatz von Streusalz (4.900 t) und Sole (435.820 l) hervor. Dieses Jahr war durch einen verhältnismäßig schneereichen und frostigen Winter gekennzeichnet. Im Gegensatz dazu hatte das Jahr 2011 kaum Schnee und Frosttage unter 0°C und so ist auch der Einsatz von Streumitteln (306 t und 34.029 l) in diesem Jahr sehr gering.

#### 4. Literatur

ASF = ABFALLWIRTSCHAFT UND STADTREINIGUNG FREIBURG GMBH:

<http://www.abfallwirtschaft-freiburg.de/Winterdienst/winterdienst.php> (14.10.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Verkehr, Transport und Logistik (VTL)

### *Indikationsfeld*

Verkehrsablauf: Straßen- und Schienenverkehr (VTL1)

### *Indikator*

Winterdiensteinsätze der Stadtreinigung

### *Kennnummer*

VTL1-1-(I)c

### *Stand*

20.10.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n. v.

### *Definition*

Entwicklung von Winterdiensteinsätzen der Abfallwirtschaft und Stadtreinigung Freiburg GmbH (ASF) aufgrund von Witterungseinflüssen wird als Wirkungsindikator dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Eine Zunahme von nassen und verregneten Wintermonaten kann zu einer Veränderung bei witterungsbedingten Gefahren führen, so dass z. B. häufiger mit überfrierender Nässe gerechnet wird. Um Verkehrsbehinderungen zu verringern, kann dies Anlass für vermehrte Winterdiensteinsätze sein.

### *Berechnungsvorschrift*

Winterdiensteinsätze und Anzahl der Personalarbeitsstunden für den Winterdiensteinsatz pro Jahr unterteilt nach Fahrbahn, Schauinsland (Straße auf den Schauinsland), Radwege, manuell und Gehwegreinigung in der Altstadt.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Jahresübersicht Winterdiensteinsätze

### *Datenhalter*

Abfallwirtschaft und  
Stadtreinigung Freiburg GmbH  
(ASF)

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

Arbeitsstunden und Einsätze pro  
Jahr / Excel-File

### *Erhebungsintervall*

jährlich

### *Zeitraum*

seit 2008

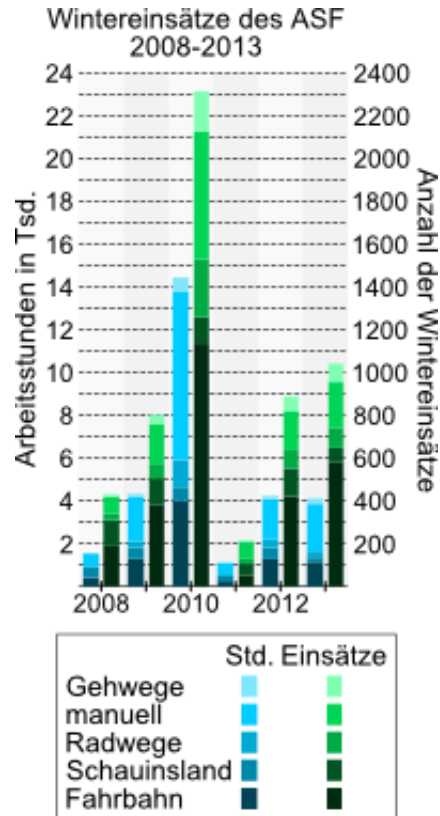
### *Räumliche Abdeckung*

Stadtgebiet Freiburg



### 3. Bisheriges Ergebnis

#### Darstellung



**Jährliche Anzahl der Wintereinsätze und Personalarbeitsstunden für Wintereinsätze seit 2008 für den Stadtkreis Freiburg (Quelle: ASF)**

#### Dateninterpretation

Die Abfallwirtschaft und Stadtreinigung Freiburg GmbH (ASF) ist für den Winterdienst im Stadtgebiet Freiburg und Umland zuständig. Mit Groß- und Kleinräumfahrzeugen werden die verkehrswichtigen Bereiche von Eis und Schnee befreit, um für eine möglichst hohe Sicherheit der Verkehrsteilnehmer zu sorgen.

Im Allgemeinen wird durch den Klimawandel eine rückläufige Tendenz der Schneefälle und der Glatteisbildung in den Wintermonaten erwartet. Eine Zunahme von nassen und verregneten Wintermonaten kann allerdings auch zu einer Veränderung witterungsbedingter Gefahren führen, da häufiger mit überfrierender Nässe gerechnet werden könnte.

Die Darstellung zeigt die jährlichen Personal-Arbeitsstunden für Winterdiensteseinsätze und Anzahl der Winterdiensteseinsätze von 2008-2013 für den Stadtkreis Freiburg. Es erfolgt eine Aufgliederung nach dem Ort des Einsatzes, also Fahrbahn, Straße zum Schauinsland, Radwege und Gehwege in der Altstadt. Zusätzlich ist noch der Anteil der manuellen Handreinigungen im Bezirksdienst angegeben. Bisher ist noch kein Trend ablesbar. Das Jahr 2010 sticht aber hervor durch eine hohe Anzahl an Arbeitsstunden (14.442 Std.) und Winterdiensteseinsätzen (2.314), was auf einen verhältnismäßig schneereichen und frostigen

Winter zurückzuführen ist. Im Gegensatz dazu hatte das Jahr 2011 kaum Schnee und Frosttage unter 0°C und so sind auch die Einsätze (217) und benötigten Arbeitsstunden (1.113 Std.) in diesem Jahr eher gering.

#### **4. Literatur**

ASF = ABFALLWIRTSCHAFT UND STADTREINIGUNG FREIBURG GMBH:

<http://www.abfallwirtschaft-freiburg.de/Winterdienst/winterdienst.php> (14.10.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Verkehr, Transport und Logistik (VTL)

### *Indikationsfeld*

Verkehrsablauf: Straßen- und Schienenverkehr (VTL1)

### *Indikator*

Winterdiensteinsätze an Haltestellen

### *Kennnummer*

VTL1-1-(R)b

### *Stand*

31.03.14

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n. v.

### *Definition*

Die Entwicklung von Winterdiensteinsätzen der Freiburger Verkehrs AG zwischen dem 1.11 und 31.03, zur Reduzierung von Verkehrsbehinderungen durch Witterungseinflüsse wird als Anpassungsindikator dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Eine Zunahme von nassen und verregneten Wintermonaten kann zu einer Veränderung bei witterungsbedingten Gefahren führen, so dass häufiger mit überfrierender Nässe gerechnet wird. Um Verkehrsbehinderungen zu verringern, kann dies Anlass für vermehrte Winterdiensteinsätze sein.

### *Berechnungsvorschrift*

Anzahl der Tage bzw. Arbeitsstunden mit Winterdiensteinsatz pro Jahr.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

## 2. Datensatz

### Titel Datensatz

Winterdienstesätze an Haltestellen

### Datenhalter

VAG Freiburg

### Übergaberestrictionen

keine

### Einheit / Datenformat

Tage pro Jahr; Arbeitsstunden pro Jahr / Excel-File

### Erhebungsintervall

jährlich

### Zeitraum

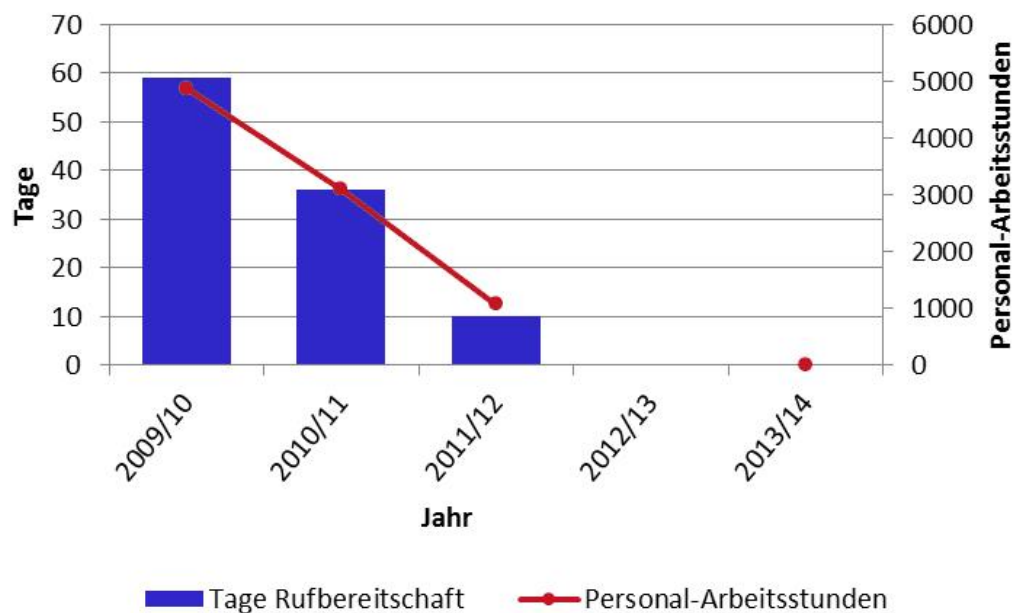
seit 2009

### Räumliche Abdeckung

Stadtgebiet Freiburg

## 3. Bisheriges Ergebnis

### Darstellung



Winterdienstesätze der VAG: Tage in Rufbereitschaft und Personal-Arbeitsstunden seit 2009 (Quelle: VAG Freiburg)

### *Dateninterpretation*

Die Freiburger Verkehrs AG (VAG) betreibt Busse und Stadtbahnen des öffentlichen Nahverkehrs in Freiburg. Sie ist für die Sicherheit der Fahrgäste zuständig und sorgt dafür, dass Haltestellen im Winter von Schnee und Eis befreit werden. Zur Reduzierung von Verkehrsbehinderungen aufgrund von Witterungseinflüssen hat die VAG in der Regel zwischen dem 1.11 und 31.03 Winterdienstbereitschaft.

Eine Zunahme von nassen und verregneten Wintermonaten kann zu einer Veränderung witterungsbedingter Gefahren führen, so dass häufiger mit überfrierender Nässe gerechnet wird. Um Verkehrsbehinderungen zu verringern, kann dies Anlass für vermehrte Winterdiensteinsätze sein.

Die Grafik, in der sowohl die Tage der Rufbereitschaft als auch die benötigten Personal-Arbeitsstunden abgebildet sind, zeigt einen Rückgang seit 2009 auf. Im Winter 2013/14 lag die Zahl der Einsätze sogar bei null. Die Datengrundlage ist bisher aber zu gering, um einen aussagekräftigen Trend abzulesen.

## **4. Literatur**

VAG = FREIBURGER VERKEHRS AG:

<http://www.vag-freiburg.de/startseite.html> (14.10.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Verkehr, Transport und Logistik (VTL)

### *Indikationsfeld*

Verkehrsablauf: Straßen- und Schienenverkehr (VTL1)

### *Indikator*

Betriebsausfallzeiten der Schauinslandbahn infolge von Sturm- und Gewitterereignissen

### *Kennnummer*

VTL1-2-(I)

### *Stand*

16.04.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n.v.

### *Definition*

Betriebsausfallzeiten der Schauinslandbahn infolge von Sturm und Gewitter als Indikator für zunehmende Extremwetterereignisse.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Eine mögliche zukünftige Zunahme von Stürmen und Gewittern könnte zur Erhöhung von Ausfällen der Schauinslandbahn führen.

### *Berechnungsvorschrift*

Anzahl der Tage bzw. Ausfallstunden pro Jahr.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

## 2. Datensatz

### Titel Datensatz

Betriebsausfallzeiten der Schauinslandbahn infolge von Sturm- und Gewitterereignissen.

### Datenhalter

VAG Freiburg

### Übergaberestriktionen

keine

### Einheit / Datenformat

Ausfallstunden pro Jahr; Tage mit Ausfällen pro Jahr / Excel-File

### Erhebungsintervall

jährlich

### Zeitraum

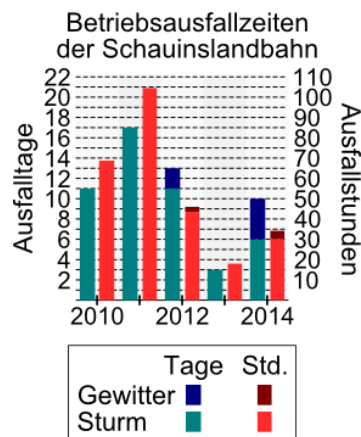
seit 2010

### Räumliche Abdeckung

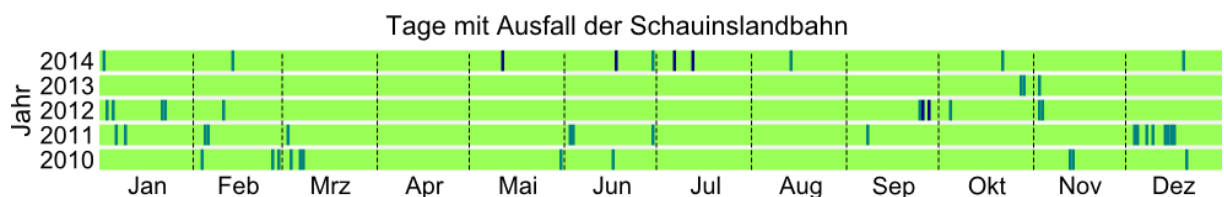
Stadtgebiet Freiburg, Schauinsland

## 3. Bisheriges Ergebnis

### Darstellung



Anzahl der jährlichen Ausfalltage und -Stunden der Schauinslandbahn aufgrund von Sturm und Gewitter 2010-2014 (Quelle: VAG Freiburg)



## **Verteilung der jährlichen Sturm- und Gewitterereignisse, welche zu einem Ausfall der Schauinslandbahn geführt haben im Zeitraum 2010 bis 2014 (Quelle: VAG Freiburg)**

### *Dateninterpretation*

Die Schauinslandbahn ist eine der längsten Umlauf-Seilbahnen Deutschlands. Sie wurde 1930 als weltweit erste Großkabinen-Umlaufseilbahn eröffnet und bringt bis heute Erholungssuchende auf den Schauinsland. Häufigere Stürme bzw. Gewitter könnten in der Zukunft zur Erhöhung von Ausfällen der Schauinslandbahn führen.

Die Abbildung oben zeigt die Ausfalltage bzw. -stunden der Schauinslandbahn aufgrund von Sturm und Gewitter von 2010 bis 2014. Bei Betrachtung der bisherigen Ausfallzeiten tritt das Jahr 2011 mit 104,5 Ausfallstunden als ein sehr stürmisches Jahr hervor. Die Datengrundlage ist bisher nicht umfangreich genug, um einen aussagekräftigen Trend abzulesen.

Der Schwerpunkt bei den Sturm- und Gewitterereignissen, welche zu einem Ausfall der Schauinslandbahn geführt haben, liegt in den Herbst- und Wintermonaten. Nur vereinzelt in den Jahren 2010 und 2011 sind Ausfälle in Mai und Juni zu verzeichnen. Das Jahr 2014 ist gekennzeichnet durch einen rel. hohen Anteil an Ausfällen bedingt durch Gewitter. Eine Zunahme oder Verschiebung der Unwetter ist nicht erkennbar. Auch hier ist die Datengrundlage für aussagekräftige Trends noch zu gering.

## **4. Literatur**

SCHAUINSLANDBAHN:

<http://www.schauinslandbahn.de> (14.10.2014)



## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Verkehr, Transport und Logistik (VTL)

### *Indikationsfeld*

Verkehrsablauf: Straßen- und Schienenverkehr (VTL1)

### *Indikator*

Technische Hilfeleistung: Sturmschäden

### *Kennnummer*

VTL1-3-(I)

### *Stand*

23.10.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n. v.

### *Definition*

Als Auswirkungsindikator für zunehmende Verkehrsbehinderungen durch Sturmereignisse wird die Häufigkeit der technischen Hilfeleistung infolge von Sturmschäden dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Häufigere Sturmereignisse führen vermutlich zu vermehrten Störungen im Straßenverkehr durch umgestürzte Bäume, herabgefallener Äste und anderer Sturmschäden.

### *Berechnungsvorschrift*

Anzahl der jährlichen Feuerwehreinsätze aufgrund von Sturmschäden.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Die Einsätze aufgrund von Sturmschäden können auch als Indikator für den Bereich Bauwesen genutzt werden, da hierunter auch Schäden an Bauwerken durch Wetterextremereignisse fallen. Die hier aufgeführten Daten werden unter Bw1-2-(I) nochmals vergleichend in Bezug zu den Wassernoteinsätzen aufgeführt.

## 2. Datensatz

### Titel Datensatz

Anzahl der jährlichen Feuerwehreinsätze aufgrund von Sturmschäden.

### Datenhalter

Amt für Brand- und  
Katastrophenschutz

### Übergaberestrictionen

keine

### Einheit / Datenformat

Anzahl der jährlichen  
Feuerwehreinsätze aufgrund von  
Sturmschäden in Excel-File

### Erhebungsintervall

jährlich

### Zeitraum

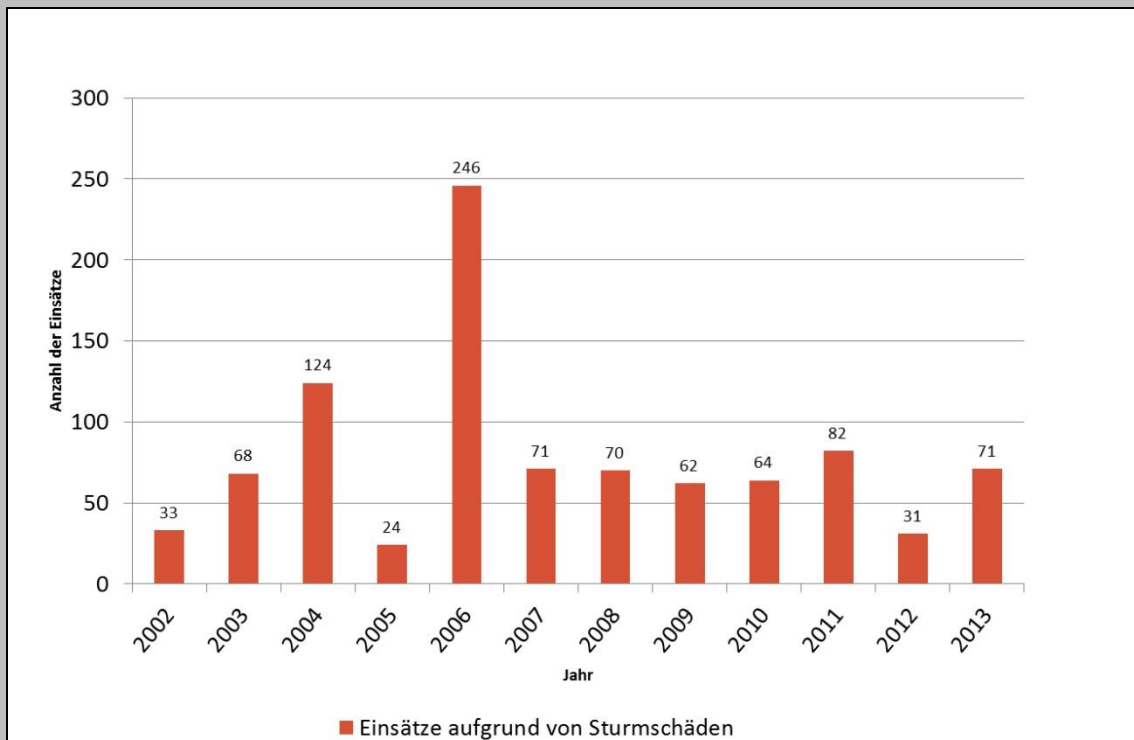
seit 2002

### Räumliche Abdeckung

Freiburg i. Br.

## 3. Bisheriges Ergebnis

### Darstellung



Anzahl der jährlichen Einsätze aufgrund von Sturmschäden (Quelle: ABK)

#### *Dateninterpretation*

Häufigere Sturmereignisse führen voraussichtlich zu vermehrten Störungen im Straßenverkehr durch umgestürzte Bäume, herabgefallener Äste und andere Sturmschäden.

Die Anzahl der Feuerwehreinsätze aufgrund von Sturmschäden wird im alljährlichen Jahresbericht der Feuerwehr festgehalten. Bisher ist die Datenreihe zu kurz, um einen langfristigen klimainduzierten Trend daraus abzulesen. Das Jahr 2006 hat mit 246 die meisten Aktionen, das Jahr 2005 hingegen die wenigsten Sturmeinsätze. 2006 könnte Sturm „Renate“ für die hohen Einsatzzahlen verantwortlich sein, da orkanartige Böen mit Windgeschwindigkeiten von 100 bis 110 km/h Bäume entwurzelten, welche Straßen blockierten sowie Häuser und Autos beschädigten. Alleine an diesem Tag gingen binnen zwei Stunden knapp 400 Notrufe bei der Polizei ein.

#### **4. Literatur**

ABK = AMT FÜR BRAND- UND KATASTROPHENSCHUTZ:

Jahresberichte 2002-2013: <http://www.feuerwehr-freiburg.de/jahresberichte.html>  
(22.10.2014)

WETTERONLINE:

Sturm „Renate“ im Südwesten – Beschädigte Häuser in Freiburg (03.10.2006):  
<http://www.wetteronline.de/extremwetter/2006-10-03-re> (23.10.2014)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Verkehr, Transport und Logistik  
(VTL)

### *Indikationsfeld*

Verkehrsinfrastruktur (LF3)

### *Indikator*

Anzahl der temporären Fahrverbote aufgrund von Hitze

### *Kennnummer*

VTL3-1-(R)

### *Stand*

15.09.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n. v.

### *Definition*

Als Anpassungsmaßnahme an die negativen Auswirkungen steigender Temperaturen auf den Straßenbelag, wird die Anzahl der temperaturbedingten temporären Fahrverbote dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Durch steigende Sommertemperaturen kann es zu negativen Veränderungen des Straßenzustandes kommen. Um Spurrillen und andere Hitzeschäden zu vermeiden, bieten sich Maßnahmen wie temporäre Fahrverbote an.

### *Berechnungsvorschrift*

Jährliche Anzahl der Tage mit temporären Fahrverboten aufgrund von Hitze.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Die Asphalt-Zusammensetzung entwickelt sich stets weiter und für jegliche Arbeiten an den Verkehrswegen wird das „neueste“ bzw. „belastbarste“ Gemisch verwendet. Hitzebeständigkeit ist eine der Eigenschaften, welche weiter verbessert wird. Aus diesem Grund betrifft die Gefahr der Verformung durch Hitze in der Regel nur sehr alte Beläge.

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Anzahl der temporären Fahrverbote aufgrund von Hitze

### *Datenhalter*

Garten und Tiefbauamt

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

Jährliche Anzahl der Tage von temporären Fahrverboten aufgrund von Hitze

### *Erhebungsintervall*

jährlich

### *Zeitraum*

seit 2014

### *Räumliche Abdeckung*

Freiburg i. Br.

## 3. Bisheriges Ergebnis

### *Dateninterpretation*

Bisher gab es weder temporäre Fahrverbote noch Tempolimitierungen aufgrund von Hitze, in Freiburg. Fahrverbote wegen zu hohen Ozongehalten in der Luft wurden hingegen bereits erlassen.

## 4. Literatur

BAYRISCHER RUNDFUNK:

<http://www.br.de/nachrichten/schwaben/blasenbildung-bohrung-asphalt-100.html>  
(15.09.2014)

HANNOVERSCHE ALLGEMEINE:

<http://www.haz.de/Hannover/Aus-der-Stadt/Uebersicht/Hitze-loest-Asphalt-auf-der-Autobahn-7> (15.09.2014)

LANDESBETRIEB STRASSENBAU NRW:

[http://www.strassen.nrw.de/plan\\_bau/bautechnik/strassenbelag.html](http://www.strassen.nrw.de/plan_bau/bautechnik/strassenbelag.html) (15.09.2014)

LVZ-ONLINE:

<http://www.lvz-online.de/nachrichten/mitteldeutschland/hitze-setzt-autobahnen-zu--asphalt-auf-a9-und-a14-angehoben/r-mitteldeutschland-a-247761.html> (15.09.2014)

## 8.2.7 Handlungsfeld: Bauwesen – Bw

<b>1. Indikator</b>	
<b>Handlungsfeld</b>	<b>Indikationsfeld</b>
Bauwesen (Bw)	Schäden an Bauwerken durch Wetterextremereignisse (Sturm, Hagel, Hochwasser etc.) und sich allmählich verändernde Witterungsbedingungen (Bw1)
<b>Indikator</b>	<b>Kennnummer</b>
Schadaufwand der Elementarschadensversicherung für städtische Gebäude durch Unwetter	Bw1-1-(I)
<b>Stand</b>	<b>Machbarkeitsstufe</b>
15.10.2014	1 – unmittelbar darstellbar
<b>DAS-Abgleich</b>	
n.v.	
<b>Definition</b>	
Durch Unwetter verursachter Schadaufwand der Elementarschadensversicherung für städtische Gebäude als Indikator für Wetterextremereignisse.	
<b>Relevanz / Klimasensitivität</b>	
Durch vermehrte und stärkere Unwetterereignisse ist ein Anstieg der Schäden an Gebäuden wahrscheinlich. Die Dokumentation der Schadsummen, die sich aus Versicherungsfällen an städtischen Gebäuden ergibt, wird daher als geeigneter Indikator angesehen, um einen möglichen Trend aufzuzeigen.	
<b>Berechnungsvorschrift</b>	
Schadsumme in Euro pro Jahr.	

*Unsicherheiten / Hinweise*

Ein Anstieg der Schadenssummen kann zum Teil auch auf steigende Sachwerte zurückgeführt werden und ist nicht zwingend durch schwerere Unwetterereignisse verursacht. Änderungen der Versicherungsbedingungen können sich auf die Schadmeldungen auswirken.

## 2. Datensatz

*Titel Datensatz*

Elementarschäden an städtischen Gebäuden. (Auflistung der [1] Schadensregulierung in Euro pro Haushaltsjahr und [2] Schadenfälle bzw. -orte ).

*Datenhalter*

Stadtkämmerei Freiburg i. Br.

*Übergaberestriktionen*

Vorerst nicht zur Darstellung im Internet vorgesehen.

*Einheit / Datenformat*

Euro pro Jahr bzw. Euro pro Unwetterereignis und Jahr / Excel-File

*Erhebungsintervall*

jährlich

*Zeitraum*

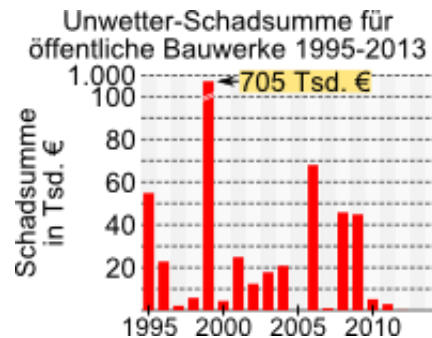
seit 1995

*Räumliche Abdeckung*

Stadtgebiet Freiburg

### 3. Bisheriges Ergebnis

#### Darstellung



Höhe der Schadensregulierungen pro Haushaltsjahr 1995-2013 (Quelle: Stadtkämmerei Stadt Freiburg i. Br.)

#### Dateninterpretation

Daten des Rückversicherers Münchener RE zufolge haben Wetterextremereignisse in den letzten Jahrzehnten in Deutschland und weltweit zugenommen. Sollte sich dieser Trend im Zuge des Klimawandels fortsetzen oder gar verstärken, ist auch mit einem Anstieg der durch Starkregen, Überschwemmungen und Stürme verursachten Schäden an Gebäuden zu rechnen.

Zuständig für die Schadensregulierung von Versicherungsfällen an städtischen Gebäuden ist die Stadtkämmerei der Stadt Freiburg i. Br. Die Schadensübersicht der Jahre 1995-2013 zeigt Schäden von durchschnittlich rund 60 Tsd. € pro Jahr. Seit 1995 gab es zwei Jahre ohne Schäden an öffentlichen Gebäuden: 2005 und 2013. Die bislang höchsten Elementarschäden mit mehr als 700 Tsd. € verursachte das Orkantief Lothar im Jahr 1999. Bislang lässt sich aus der Entwicklung der Schadsummen der letzten 20 Jahre aber kein Trend ablesen.

Die Unwetterereignisse, welche Gebäudeschäden verursachten, konzentrierten sich hauptsächlich auf die Monate Januar bis Mai. Vereinzelt traten auch einige in den Sommer- oder Herbstmonaten auf. Eine erkennbare Verschiebung, welche auf den Klimawandel zurückgeführt werden kann, fand in den letzten 20 Jahren nicht statt.

### 4. Literatur

NATCATSERVICE DER MÜNCHENER RE:

<http://www.munichre.com/de/reinsurance/business/non-life/natcatservice/index.html>

(19.03.2015)



## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Bauwesen (Bw)

### *Indikationsfeld*

Schäden an Bauwerken durch Wetterextremereignisse (Sturm, Hagel, Hochwasser etc.) und sich allmählich verändernde Witterungsbedingungen (Bw1)

### *Indikator*

Technische Hilfeleistung: Wassernot und Sturmschäden

### *Kennnummer*

Bw1-2-(I)

### *Stand*

23.10.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n. v.

### *Definition*

Impact-Indikator für Wetterextremereignisse wie Sturm und Hochwasser ist die Häufigkeit der technischen Hilfeleistungen infolge von Wassernot und Sturmschäden durch die Feuerwehr der Stadt Freiburg i. Br.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Die technische Hilfeleistung der Feuerwehr infolge Wassernot und Sturmschäden ist unmittelbar mit dem Auftreten von Starkregenereignissen und Stürmen verbunden.

### *Berechnungsvorschrift*

Anzahl der Feuerwehreinsätze aufgrund von Wassernot und Sturmschäden.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Wassernoteinsätze können auch aufgrund von Rohrbruch etc. nötig werden. Ein Extremereignis ist durch einen starken Anstieg der Einsätze über die Normalrate hinaus

erkennbar.

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Technische Hilfeleistung: Wassernot und Sturmschäden

### *Datenhalter*

Amt für Brand- und  
Katastrophenschutz (ABK)

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

Anzahl der Feuerwehreinsätze  
aufgrund von Wassernot und  
Sturmschäden in Excel-File

### *Erhebungsintervall*

jährlich

### *Zeitraum*

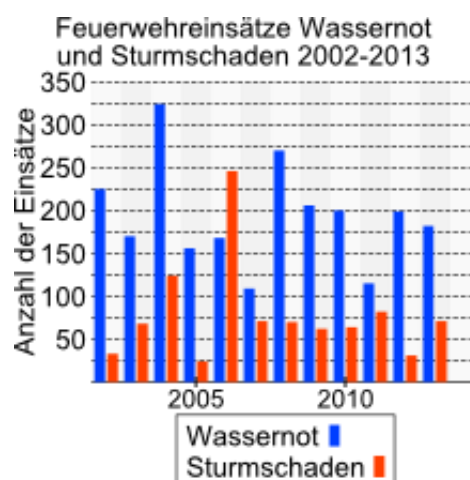
seit 2002

### *Räumliche Abdeckung*

Stadtkreis Freiburg i. Br.

## 3. Bisheriges Ergebnis

### *Darstellung*



Feuerwehreinsätze aufgrund von Wassernot und Sturmschaden 2002-2013 (Quelle: Amt für Brand- und Katastrophenschutz der Stadt Freiburg i. Br.)

### *Dateninterpretation*

Die Anzahl der Feuerwehreinsätze aufgrund von Wassernot und Sturmschäden wird im Jahresbericht des Amtes für Brand- und Katastrophenschutz festgehalten. Bisher ergibt sich aus der Datenreihe kein Trend. Zu bedenken gilt, dass bei den Wassernoteinsätzen nicht nur Kellerüberflutungen durch Starkregenereignisse erfasst sind, sondern dass derartige Einsätze z. B. auch durch Rohrbrüche hervorgerufen werden können. Ein erheblicher Anstieg über dem Normalwert weist allerdings auf die Folgen eines Unwetters hin.

Das Jahr 2004 sticht mit 324 Wassernoteinsätzen hervor. Zahlreiche Unwetterereignisse mit Starkregen kennzeichnen den Sommer dieses Jahres und führten zu einem Anstieg der Hilfeleistungen. Durch Sturm hervorgerufene technische Hilfeleistungen der Feuerwehr erreichten im Jahr 2006 ihren bisherigen höchsten Wert mit 124 Einsätzen.

## **4. Literatur**

ABK =AMT FÜR BRAND- UND KATASTROPHENSCHUTZ (2002-2013):

Jahresberichte 2002-2013: <http://www.feuerwehr-freiburg.de/jahresberichte.html>  
(22.10.2014).

WETTERONLINE:

Unwetterserie im Sommer 2004 – Zahlreiche Unwetterereignisse (20.07.2004):  
<http://www.wetteronline.de/extremwetter/2004-07-20-un> (23.10.2014)

SCHWÄBISCHE:

Unwetter in weiten Teilen Süd- und Westdeutschlands (30.05.2008):  
[http://www.schwaebische.de/home\\_artikel,-\\_arid,2391436.html](http://www.schwaebische.de/home_artikel,-_arid,2391436.html) (23.10.2013)

BADISCHE ZEITUNG:

Unwetter über Freiburg – Volle Keller in Herdern (30.07.2008)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Bauwesen (Bw)

### *Indikationsfeld*

Gebäudefunktionalität (Bw2)

### *Indikator*

Anzahl öffentlicher Gebäude mit Erdkollektoren zur Kühlung

### *Kennnummer*

Bw2-1-(R)

### *Stand*

23.10.2014

### *Machbarkeitsstufe*

1 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n.v.

### *Definition*

Die Anzahl öffentlicher Gebäude, mit Erdkollektoren zur Kühlung, wird als Anpassungsmaßnahme an steigende Temperaturen dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Im Sommer heizen sich die Gebäude auf und bei steigender Hitze wird der Aufenthalt in den betroffenen Räumen schwerer erträglich. Die Kühlung von Gebäuden über Erdkollektoren wird daher als eine geeignete Anpassungsmaßnahme angesehen, um den Auswirkungen des Klimawandels entgegenzutreten.

### *Berechnungsvorschrift*

Anzahl öffentlicher Gebäude mit Erdkollektoren zur Kühlung

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Dargestellt werden kann nur der Stand des Jahres 2014, da nicht mehr zurückverfolgt werden konnte, in welchen Jahren die einzelnen Gebäude umgerüstet oder neu ausgestattet wurden. Zukünftig könnten diese Informationen jedoch vom Gebäudemanagement der Stadt geliefert werden

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Öffentliche Gebäude mit Erdwärmekollektoren

### *Datenhalter*

Gebäudemanagement Stadt  
Freiburg

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

Anzahl der Gebäude mit  
Erdwärmekollektoren / Excel-File

### *Erhebungsintervall*

unbekannt

### *Zeitraum*

seit 2014

### *Räumliche Abdeckung*

Stadtkreis Freiburg

## 3. Bisheriges Ergebnis

### *Dateninterpretation*

Erdkollektoren können zur passiven Kühlung eines Gebäudes im Sommer und zur Heizung im Winter genutzt werden. Sie ermöglichen eine begrenzte Nutzung von im Erdreich vorhandener Wärme bzw. Kälte. Durch dieses umweltfreundliche System entfallen Betriebskosten für die Heizung und Kühlung.

Erdwärmepumpen entziehen dem Erdreich Wärme und geben dafür Kälte an die Umgebung ab. Dieses Prinzip funktioniert auch anders herum, so dass ein Gebäude nicht nur geheizt, sondern auch gekühlt werden kann. Wichtig bei der Installation ist ein feuchter Untergrund, der nicht durch die Abgabe von Wärme im Sommer auszutrocknen droht.

In Freiburg sind in den letzten fünf Jahren insgesamt vier Turnhallen und ein Kindergarten mit Erdwärmekollektoren ausgestattet worden, welche in den Sommermonaten zur Kühlung der Gebäude eingesetzt werden. Es konnte nicht mehr zurückverfolgt werden, in welchen Jahren die einzelnen Gebäude umgerüstet oder neu eingerichtet wurden. Zukünftig könnten diese Informationen jedoch vom Gebäudemanagement der Stadt geliefert und die Entwicklung vom Stand 2014 ausgehend fortgeschrieben werden.

## 4. Literatur

NUDING SYNERGIE:

<http://www.nuding-synergie.de/naturkuehlung-erdwaermepumpe.html> (23.10.2014)

## 8.2.8 Handlungsfeld: Tourismus – Tou

Indikator Tou1-1-(I) „Entwicklung der Besucherzahlen der Freiburger Freibäder“: gestrichen

Indikator Tou1-2-(I) „Veränderungen der saisonalen Übernachtungszahlen“: gestrichen

## 5. Indikator

### *Handlungsfeld*

Tourismus (Tou)

### *Indikationsfeld*

Veränderung der saisonalen  
Witterungsbedingungen (Tou1)

### *Indikator*

Saisonale Öffnungszeit des Freiburger Strandbads

### *Kennnummer*

Tou1-3-(R)

### *Stand*

08.01.2015

### *Machbarkeitsstufe*

3 – unmittelbar darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n.v.

### *Definition*

Als Anpassungsmaßnahme an steigende Temperaturen, wird die saisonale Öffnungszeit des Freiburger Strandbads dargestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

An heißen Sommertagen strömen viele Erholungsuchende in Freibäder, um sich im kühlen Nass zu erfrischen. Häufigere Hitzewellen und steigende Temperaturen verlängern die Badesaison. Eine Anpassung der saisonalen Öffnungszeiten von Freibädern an diesen Umstand, wird als eine geeignete Maßnahme erachtet, um das Unterhaltungsangebot für Einwohner und Touristen möglichst vielfältig zu gestalten und Erholung an heißen Tagen zu ermöglichen.

### *Berechnungsvorschrift*

Datum der Öffnung und Schließung bzw. Dauer der Badesaison in Tagen.

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Die saisonalen Öffnungszeiten sollten bei der Regio Bäder GmbH vorliegen, Daten hierzu wurden aber, trotz mehrmaliger Nachfrage, nicht zur Verfügung gestellt. Die Regio Bäder GmbH verneint die klimainduzierte Durchführung einer saisonalen Anpassung der



Öffnungszeiten der Freiburger Freibäder. Sie gibt an sich vornehmlich an Ferienzeiten und nicht am Wetter zu orientieren, insbesondere bei Saisonende. 2014 belegt jedoch eines der Beispiele, die gegen diese Aussage sprechen. Die Schulferien endeten in diesem Jahr am 13.09.2014, während das Strandbad ursprünglich geplant bis 22.09.2014 und dann aufgrund des schönen Wetters bis zum 29.09 geöffnet war.

Die Informationen hierzu wurden aus Zeitungsartikeln der Badischen Zeitung und Bekanntgaben durch die Internetseite Freiburg-Schwarzwald.de extrahiert. Eine vollständige Darstellung der Grafik war deshalb bisher nicht möglich. Würden die Daten durch die Regio Bäder GmbH zur Verfügung gestellt, wäre dieser Indikator einfach und mit geringem Aufwand darstellbar.

## 6. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Saisonale Öffnungszeit des Freiburger Strandbads

### *Datenhalter*

Regio Bäder GmbH

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

Datum der Öffnung und Schließung bzw. Dauer der Badesaison in Tagen / Excel-File

### *Erhebungsintervall*

jährlich

### *Zeitraum*

seit 2009

### *Räumliche Abdeckung*

Freiburg

## 7. Bisheriges Ergebnis

## Darstellung



**Die saisonale Öffnungszeit bzw. Dauer der Badesaison des Freiburger Strandbads seit 2009 (Quelle: Badische Zeitung, Freiburg-Schwarzwald.de)**

## Dateninterpretation

An heißen Sommertagen strömen viele Erholungssuchende in Freibäder, um sich im kühlen Nass zu erfrischen. Häufigere Hitzewellen und steigende Temperaturen verlängern die Badesaison. Eine Anpassung der saisonalen Öffnungszeiten von Freibädern an diesen Umstand, wird als eine geeignete Maßnahme erachtet, um das Unterhaltungsangebot für Einwohner und Touristen möglichst vielfältig zu gestalten und Erholung an heißen Tagen zu ermöglichen.

Eines der beliebtesten und größten Freibäder in der Freiburger Region ist das Strandbad. 3300 m<sup>2</sup> Wasserfläche, eine 50-Meter-Bahn, eine 91-Meter-Röhrenrutsche und etliche Kinderattraktionen locken jährlich viele Besucher in das Bad. Die saisonale Öffnungszeit liegt zwischen Mai und September, aber bei guter Witterung wurde das Strandbad auch bereits Ende März (2012 / 2014) geöffnet. Die täglichen Öffnungszeiten richten sich nach der aktuellen Wetterlage und dem Einbruch der Dunkelheit. Vor und nach der Hauptsaison (Juni-August) könnte das Bad also auch geschlossen bleiben.

Die saisonalen Öffnungszeiten sollten bei der Regio Bäder GmbH vorliegen, Daten hierzu wurden aber, trotz mehrmaliger Nachfrage, nicht zur Verfügung gestellt. Die Informationen hierzu wurden aus Zeitungsartikeln der Badischen Zeitung und Bekanntgaben durch die Internetseite Freiburg-Schwarzwald.de extrahiert. Eine vollständige Darstellung der Grafik war deshalb bisher nicht möglich. Würden die Daten durch die Regio Bäder GmbH zur Verfügung gestellt, wäre dieser Indikator einfach und mit geringem Aufwand darstellbar.

Die Abbildung zeigt, dass sich seit 2009 der Stichtag für die erste Öffnung im Frühjahr stetig

vorverlegt hat und das Bad 2012 und 2014, aufgrund der guten Witterung, sogar schon Ende März für Besucher geöffnet wurde. Wann das Strandbad wieder geschlossen hat, konnte für die meisten Jahre nicht ermittelt werden. Somit ist auch die Dauer der Badesaison unbekannt. 2014 war die Saison mit 184 Tagen (die Schließtage inbegriffen) überdurchschnittlich lang. Eigentlich sollte das Bad schon am 22.09.2014 geschlossen werden, hatte aber aufgrund des warmen Altweibersommers, nochmals einige Tage angehängt.

Von der Bevölkerung wird diese flexible Reaktion auf das aktuelle Wetter hoch geschätzt, wie der Protest gegen das Saisonende eines anderen Freiburger Freibads (Lorettobad), trotz warmer Temperaturen und Sonnenschein 2010, zeigte.

## 8. Literatur

BADISCHE ZEITUNG:

<http://www.badische-zeitung.de/freiburg/strandbad-oeffnet-so-frueh-wie-noch-nie--57548416.html> (08.01.2015)

<http://www.badische-zeitung.de/freiburg/protest-gegen-schliessung-omis-besetzen-das-lorettobad--35317889.html> (08.01.2015)

<http://www.badische-zeitung.de/freiburg/freibadsaison-geht-zu-ende--49394874.html> (08.01.2015)

<http://www.badische-zeitung.de/freiburg/strandbad-heute-noch-einmal-offen--49603090.html> (08.01.2015)

FREIBURG-SCHWARZWALD:

<http://www.freiburg-schwarzwald.de/blog/strandbad-ab-29-maerz-offen/> (08.01.2015)

<http://www.freiburg-schwarzwald.de/blog/strandbad-im-altweibersommer/> (08.01.2015)

<http://www.freiburg-schwarzwald.de/blog/strandbad-oeffnet-sonntag-14-4/> (08.01.2015)

<http://www.freiburg-schwarzwald.de/blog/erster-badetag-im-strandbad-am-28-marz-bei-20-grad-im-wasser/> (08.01.2015)

REGIO BÄDER GMBH:

[http://www.freiburger-stadtbau.de/fileadmin/pdf/20120920\\_SaisonbilanzRGB.pdf](http://www.freiburger-stadtbau.de/fileadmin/pdf/20120920_SaisonbilanzRGB.pdf) (08.01.2015)

[http://www.freiburger-stadtbau.de/fileadmin/uploads/20130412\\_Freibadsaison.pdf](http://www.freiburger-stadtbau.de/fileadmin/uploads/20130412_Freibadsaison.pdf) (08.01.2015)

[http://www.freiburger-stadtbau.de/fileadmin/pdf/PM\\_Freibad\\_St.\\_Georgen\\_und\\_Lorettobad.pdf](http://www.freiburger-stadtbau.de/fileadmin/pdf/PM_Freibad_St._Georgen_und_Lorettobad.pdf) (08.01.2015)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Tourismus (Tou)

### *Indikationsfeld*

Veränderung der saisonalen  
Witterungsbedingungen (Tou1)

### *Indikator*

Aktuelle Hinweise und Informationen über Badestellen

### *Kennnummer*

Tou1-3-(R)

### *Stand*

12.01.2015

### *Machbarkeitsstufe*

1 – nicht darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n.v.

### *Definition*

Als Anpassungsindikator an häufigere Hitzewellen und heißere, trockenere Sommermonate, werden die aktuellen Hinweise und Informationen der LUBW, über Badestellen rund um Freiburg, vorgestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

An heißen Sommertagen strömen viele Erholungsuchende zu den Badeseen rund um Freiburg, um sich im kühlen Nass zu erfrischen. Vermehrte Hitzewellen und steigende Temperaturen lassen mit einem Anstieg der Besucherzahlen rechnen. Informationen zu hygienischen Gefahren und Überwachung dieser, Badeverbote und Unwetter- bzw. Hitzewarmmeldungen können deshalb dazu beitragen, das Badevergnügen sicherer zu gestalten.

### *Berechnungsvorschrift*

### *Unsicherheiten / Hinweise*

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Aktuelle Hinweise und Informationen über Badestellen

### *Datenhalter*

LUBW Baden-Württemberg

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

### *Erhebungsintervall*

jährlich 1.Juni bis 15. Sept.

### *Zeitraum*

unbekannt

### *Räumliche Abdeckung*

Freiburg, Baden-Württemberg

## 3. Bisheriges Ergebnis

### *Dateninterpretation*

An heißen Sommertagen strömen viele Erholungsuchende zu den Badeseen rund um Freiburg, um sich im kühlen Nass zu erfrischen. Vermehrte Hitzewellen und steigende Temperaturen lassen mit einem Anstieg der Besucherzahlen rechnen. Informationen zu hygienischen Gefahren und Überwachung dieser, Badeverbote und Unwetter- bzw. Hitzewarmmeldungen können deshalb dazu beitragen, das Badevergnügen sicherer zu gestalten.

Die Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) informiert über die Badestellen in Baden-Württemberg. Nicht jeder See ist gleichzeitig auch ein Badensee, deshalb stellt die LUBW eine Liste der überwachten Badestellen mit deren Standorten und Qualitätseinstufungen zur Verfügung. Die Wasserqualität von Badeseen wird während der Badesaison vom 1. Juni bis 15. September, gemäß der Badegewässer-Richtlinie, laufend kontrolliert. Die Ergebnisse und Beurteilung der Wasserproben sowie der hygienische Qualitätsstatus werden als aktuelle Hinweise online und an der jeweiligen Badestelle veröffentlicht. Des Weiteren werden allgemeine Informationen für Badende, über z.B. Grundregeln für ungetrübten Badespaß oder Gefahren die durch Blaualgen und Zerkarien ausgehen, zur Verfügung gestellt

## 4. Literatur

LUBW BADEN-WÜRTTEMBERG:

<http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/12528/> (12.01.2015)

## 1. Indikator

### *Handlungsfeld*

Tourismus (Tou)

### *Indikationsfeld*

Extremereignisse (Tou2)

### *Indikator*

Sensibilisierung der Gastgeber durch Rundbriefe

### *Kennnummer*

Tou2-1-(R)

### *Stand*

12.01.2015

### *Machbarkeitsstufe*

1 – nicht darstellbar

### *DAS-Abgleich*

n. v.

### *Definition*

Als Anpassungsindikator an extreme Wetterereignisse, wird die geplante Sensibilisierung von Gastgebern (Hotellerie, Camping, Privatvermieter etc.) durch Rundbriefe des FWTM vorgestellt.

### *Relevanz / Klimasensitivität*

Extreme Wetterereignisse, wie Unwetter oder Hitzewellen, können den Urlaub empfindlich stören. Die Sensibilisierung der Gastgeber (Hotellerie, Camping, Privatvermieter etc.) durch Frühwarnungen und Informationen, kann die negativen Auswirkungen schlechter Witterungsverhältnisse abmildern. Das Freizeitangebot kann witterungsangepasst gestaltet und der Gast rechtzeitig gewarnt werden. Dies trägt zur Sicherheit von Touristen und deren Zufriedenheit am Urlaubsort bei.

### *Berechnungsvorschrift*

### *Unsicherheiten / Hinweise*

Die Erstellung solcher Rundbriefe befindet sich noch in der Planung.

## 2. Datensatz

### *Titel Datensatz*

Sensibilisierung der Gastgeber durch Rundbriefe

### *Datenhalter*

FWTM

### *Übergaberestriktionen*

keine

### *Einheit / Datenformat*

### *Erhebungsintervall*

unregelmäßig

### *Zeitraum*

Voraussichtlich ab 2015?

### *Räumliche Abdeckung*

Freiburg i. Br.

## 3. Bisheriges Ergebnis

### *Dateninterpretation*

Extreme Wetterereignisse, wie Unwetter oder Hitzewellen, können den Urlaub empfindlich stören. Die Sensibilisierung der Gastgeber (Hotellerie, Camping, Privatvermieter etc.) durch Frühwarnungen und Informationen, kann die negativen Auswirkungen schlechter Witterungsverhältnisse abmildern. Das Freizeitangebot kann witterungsangepasst gestaltet und der Gast rechtzeitig gewarnt werden. Dies trägt zur Sicherheit von Touristen und deren Zufriedenheit am Urlaubsort bei.

Das FWTM plant zukünftig Rundbriefe an Gastgeber (Hotellerie, Camping, Privatvermieter etc.) zu versenden, um vor nahenden Unwettern und Hitzewellen zu warnen. Diese sollen auch informieren, wie kritischen Wetterlagen umgegangen werden kann und wie man Gäste diesbezüglich lenkt. Es gilt ein flexibles und witterungsangepasstes Freizeitangebot zu entwickeln. Bei schlechter Witterung könnte beispielsweise von Unternehmungen im Freien abgeraten und stattdessen eine Liste mit Indoor-Aktivitäten zur Verfügung gestellt werden.

## 4. Literatur



## 8.3 Tabelle: Weitere mögliche Indikatoren

Tabelle 15: Weitere denkbare Indikatoren für das Handlungsfeld „Wasserhaushalt“

<b>Wasserhaushalt</b>	
<b>Entwicklung der Sickerwassermenge (I)</b>	<p>Infolge von wärmeren und trockeneren Sommern sowie feuchteren und milderen Wintern muss mit erhöhten Verdunstungsraten gerechnet werden. Diese können in einigen Regionen zu Abnahmen der Sickerwasserspende und der Grundwasserneubildung führen.</p> <p>Durch die Erhöhung der Niederschlagsintensität sind in den Wintermonaten zudem verstärkt die Auswaschung von Nähr- und Schadstoffen mit dem Sickerwasser zu erwarten. Die Daten werden durch die LUBW bereits erfasst und konnten aufgrund von Zeitmangel nicht bis zur Darstellungsreife ausgearbeitet werden.</p>
<b>Entwicklung der Grundwassertemperaturen (I)</b>	<p>Wärmere Sommer und milderen Winter können zu einer Erhöhung der Grundwassertemperaturen führen. Zu beachten gilt, dass die voranschreitende Urbanisierung ebenfalls zu einem Temperaturanstieg beiträgt. Die Daten werden an einigen Messstellen bereits durch das UwSA erfasst und konnten aufgrund von Zeitmangel nicht bis zur Darstellungsreife ausgearbeitet werden.</p>
<b>Entwicklung der Pegeldata von Fließgewässermessstellen (I)</b>	<p>Nach vorliegenden Klimaszenarien ist künftig mit einer deutlichen Veränderung der Abflussverhältnisse zu rechnen. Es werden höhere Abflüsse im Winter, deutlich geringere im Sommer und zunehmende winterliche Hochwasserereignisse erwartet. Die Daten werden durch die Stadt Freiburg bereits erfasst und konnten aufgrund von Zeitmangel nicht bis zur Darstellungsreife ausgearbeitet werden.</p>
<b>Entwicklung der Wassertemperaturen von Seen / Flüssen (I)</b>	<p>Die steigenden Temperaturen nehmen Einfluss auf die Gewässerwärme. Über Temperaturmessungen könnten Veränderungen beobachtet werden. Bisher werden nur sporadische Messungen in den Sommermonaten durchgeführt. Über ganzjährig eingesetzte Datenlogger, wäre dieser Indikator ohne viel Aufwand und kostengünstig umsetzbar.</p>
<b>Entwicklung der Wassertemperatur im Gewebekanal (I)</b>	<p>Die steigenden Temperaturen nehmen Einfluss auf die Gewässerwärme. Über Temperaturmessungen könnten Veränderungen beobachtet werden. Möglicherweise erfasst die Rhodia bei ihren Wasserentnahmen die Temperatur und ist im</p>

	Besitz entsprechender Daten. Dies konnte im Rahmen der Projektlaufzeit jedoch nicht ausreichend geprüft werden.
<b>Zeitliches Auftreten und Andauer der Frühjahrsalgenblüte (I)</b>	Durch wärmere Temperaturen und höhere Sonneneinstrahlung, wird eine sprunghafte Vermehrung von Blaualgen, welche toxische Stoffe in das Wasser abgeben, für möglich gehalten. Daten zu Badestellen werden seit Jahrzehnten durch die Gesundheitsämter erfasst. Bisher wurde jedoch noch nie eine Algenblüte in der Badesaison beobachtet. Die Algenblüte wurde auch außerhalb der Badesaison nie gezielt erfasst. Zu bedenken gilt, dass neben Temperatur und Sonneneinstrahlung auch der Nährstoffgehalt im Wasser zur Algenblüte beiträgt. Diese Daten müssten über die LUBW einsehbar sein, konnten aber innerhalb der Projektlaufzeit nicht zusammengetragen und ausgewertet werden.
<b>Häufigkeit des Trockenfallens der Dreisam (I)</b>	Durch heißere und trockenere Sommer könnte die Dreisam häufiger austrocknen. Bisher wird dieser Indikator nicht erfasst, eine Umsetzung wäre jedoch leicht und kostengünstig möglich.
<b>Anpassung der kommunalen Gebührenordnung für die Abwasserentsorgung (R)</b>	Nach einem Urteil des Verwaltungsgerichtshofes muss es mittlerweile zwei Gebührensätze geben, einen für Schmutzwasser und einen für Regenwasser. Eine Abnahme der gebührenpflichtig versiegelten Fläche, ist als eine Anpassungsmaßnahme zu betrachten, welche die Sickerwasser- und somit Grundwasserneubildungsrate unterstützt. Die Daten werden durch die badenova erfasst, konnten aber im Rahmen der Projektlaufzeit nicht eingeholt werden. Ggf. ist mit anfallenden Kosten zu rechnen.
<b>Tatsächlicher Verbrauch versus genehmigter Wasserentnahmemengen (R)</b>	Die Entwicklung der tatsächlichen Entnahmemengen aus dem Grundwasser, könnte als Anpassung an ein mögliches Absinken des Grundwasserspiegels betrachtet werden. Zu bedenken gilt jedoch, dass der Grundwasserstand im städtisch geprägten Raum von vielen weiteren Faktoren beeinflusst wird, sodass die Klimawirkung durch diese überprägt sein kann. Informationen könnten dem Umweltschutzamt vorliegen. Im Rahmen der Projektlaufzeit konnte dieser Indikator jedoch nicht weiter geprüft werden.
<b>Reduzierung von gebührenpflichtigen, versiegelter Flächen im Vergleich zur Siedlungsentwicklung (R)</b>	Als Anpassung an Starkregenereignisse, kann die Rückhaltung und Versickerung des Wassers in der Fläche, welche die Kanalisation entlasten, als Maßnahme gesehen werden. Seit 2011 werden die Gebühren für die Abwasserentsorgung pro Grundstück anhand der versiegelten Fläche berechnet. Je mehr unversiegelte Fläche, desto weniger Gebühren. Die Entwicklung in der Siedlungspolitik erlaubt Rückschluss auf die bereits umgesetzten Anpassungsmaßnahmen.

	<p>Im Rahmen der Projektlaufzeit konnten die Daten nicht gebündelt und ausgewertet werden. Dokumente zu den gebührenpflichtig versiegelten Flächen liegen dem ESE bzw. der badenova vor, während Informationen zur Siedlungsentwicklung beim Stadtplanungsamt eingeholt werden könnten.</p>
<p><b>Flächen der Versickerungsanlagen im Verhältnis zur Siedlungsentwicklung (R)</b></p>	<p>Als Anpassung an Starkregenereignisse, kann die Rückhaltung und Versickerung des Wassers in der Fläche, welche die Kanalisation entlasten, als Maßnahme gesehen werden. Versickerungsanlagen werden mittlerweile bei der Planung neuer Stadtteile integriert, aber auch im Nachhinein angelegt. Größere Anlagen sind genehmigungspflichtig und werden teils bei der badenova und teils beim Umweltschutzamt erfasst. Wird die Entwicklung im Verhältnis zur Stadtentwicklung betrachtet, dann kann der Grad der Anpassung gemessen werden. Informationen zu Stadtentwicklung und Siedlungsfläche könnten beim Stadtplanungsamt eingeholt werden. Im Rahmen der Projektlaufzeit konnte dieser Indikator jedoch nicht weiter verfolgt werden.</p>
<p><b>Anzahl der Zisternen, in denen Niederschlagswasser gesammelt wird (R)</b></p>	<p>Das Sammeln von Regenwasser dient zum einen der Entlastung der Kanalisation bei Starkregenereignissen, aber auch der Bewässerung in Trockenperioden. Es erweist sich als geeignete Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels. Informationen zu genehmigungspflichtigen Zisternen liegen der badenova vor, konnten jedoch im Rahmen der Projektlaufzeit nicht eingeholt und ausgewertet werden.</p>
<p><b>Anzahl der Regenwassernutzungsanlagen (R)</b></p>	<p>Das Sammeln von Regenwasser dient zum einen der Entlastung der Kanalisation bei Starkregenereignissen, aber auch der Bewässerung in Trockenperioden. Es erweist sich als geeignete Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels. Informationen zu genehmigungspflichtigen Regenwassernutzungsanlagen liegen der badenova vor, konnten jedoch im Rahmen der Projektlaufzeit nicht eingeholt und ausgewertet werden.</p>
<p><b>Erschließung neuer Quellen (R)</b></p>	<p>Das Austrocknen von Quellen kann eine Folge des Klimawandels sein. Als eine mögliche Anpassungsmaßnahme gilt die Erschließung neuer Quellen. Im Rahmen der Projektlaufzeit konnte dieser Indikator jedoch nicht weiter ausgearbeitet werden. Daten könnten der badenova, dem Umweltschutzamt oder der LUBW vorliegen.</p>
<p><b>Anzahl der Bauwerke zur</b></p>	<p>Bauwerke zur Abflussstabilisierung dienen der Regulation des Pegels bei Hoch- oder Niedrigwasser. Beide Extreme werden durch</p>

<b>Abflussstabilisierung (R)</b>	den Klimawandel gefördert. Regulationsbauwerke sind deshalb als Anpassungsmaßnahme zu betrachten. Im Rahmen der Projektlaufzeit konnten keine Fakten zur Anzahl der Bauten ermittelt werden.
<b>Hochwasserschutz (R)</b>	Investitionen in klimarelevante Maßnahmen, wie dem Hochwasserschutz, dienen der Anpassung. Anschaffungen wie Boote oder das Durchführen von Maßnahmen werden durch die Stadtkämmerei genehmigt und finanziert. Dort sind gegebenenfalls auch Informationen erhältlich, welche im Rahmen der Projektlaufzeit nicht abgerufen werden konnten.
<b>Niedrigwassermanagement Dreisam (R)</b>	Das Niedrigwassermanagement an der Dreisam betrifft vor allem die Ausleitungsregelung am Gewerbekanal. Bisher wird der Gewerbekanal bei Normalwasser bevorzugt und bei Niedrigwasser die Dreisam. Trotzdem wird bei zu geringen Wassermengen in der Dreisam immer noch sehr viel Wasser abgezweigt. Um der Wasserrahmenrichtlinie nachzukommen, soll dies jedoch zukünftig feiner reguliert werden. Genauere Informationen über die Ausleitungsmengen konnten nicht in Erfahrung gebracht werden. Da der Klimawandel voraussichtlich häufigere Niedrigwasserperioden mit sich bringen kann, wird die Entwicklung der Ausleitungsregelung als geeigneter Anpassungsindikator betrachtet.
<b>Jährliche Allgemeinverfügungsverbote zur Wasserentnahme aus Oberflächengewässern bei Niedrigwasserstand (R)</b>	Als Anpassungsmaßnahme an häufigere Niedrigwasserperioden in Oberflächengewässern, sind die jährlich verordneten Allgemeinverfügungsverbote zur Wasserentnahme zu betrachten. Zum einen könnte die Anzahl, zum anderen die Dauer der jährlichen Verbote beobachtet werden. Zu bedenken gilt, dass Schöpfen immer erlaubt ist und das Verbot nur Pumpen betrifft. Informationen könnten dem Umweltschutzamt vorliegen, dieses gibt die alljährlichen Warnungen heraus.
<b>Sanierte Deichstrecke mit Klimafaktor (R)</b>	Bei Deichsanierungen wird mittlerweile ein Klimafaktor von 15 % einberechnet. Es handelt sich hierbei um eine Anpassungsmaßnahme an die häufigeren und höheren Hochwasserereignisse. Die dadurch entstehenden Mehrkosten lassen sich nicht herausrechnen. Eine Darstellung der mit Klimafaktor sanierten Deiche, im Vergleich zu den restlichen, wäre eine weitere Indikationsmöglichkeit. Im Rahmen der Projektlaufzeit konnten jedoch keine Datenquellen ausfindig gemacht werden.

<b>Renaturierungsmaßnahmen (R)</b>	Renaturierungsmaßnahmen, wie sie beispielsweise an der Dreisam geplant sind, dienen dem Hochwasserrückhalt in der Fläche und sind somit auch Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel. Im Rahmen der Projektlaufzeit konnten jedoch nur unzureichende Informationen zu geplanten und durchgeführten Projekten im Raum Freiburg zusammengetragen werden.
<b>Häufigkeit der Unterschreitung der Mindestwasserregelung (R)</b>	Mit der Beobachtung von Mindestwasserregelungen, zur Anpassung an häufigere Niedrigwasserperioden, könnte der Erfolg der Maßnahme dokumentiert werden, bzw. die Häufigkeit der Unterschreitungen festgestellt werden. Bisher scheitert dieser Indikator an fehlenden Messstellen.
<b>Hochwassergefahrenkarten und Fortschreibung (R)</b>	Die Erstellung der Hochwassergefahrenkarte, zur Darstellung des Status Quo, zeigt auf, wo Sicherheitsmängel im Siedlungsbereich herrschen und wo Handlungsbedarf besteht. Ein Vergleich der Fortschreibung mit der jeweils letzten Karte könnte als Erfolgsindikator dienen, um den Grad der Anpassung an künftig häufigere Hochwasser zu beschreiben. Zu beachten gilt hier jedoch, dass die Erfassungsgrundlage bei der Fortschreibung identisch sein sollte. Dieser Indikator konnte im Rahmen der Projektlaufzeit jedoch nicht weiter geprüft werden. Informationen liegen dem Umweltschutzamt und dem GuT vor.
<b>Vergebene Rechte zu Wasserentnahmen aus Fließgewässern, bei denen das Wasser zur Kühlung verwendet wird (R)</b>	Eine Reduzierung der vergebenen Wasserrechte, bzw. genehmigter Wassermengen für Grundwasserentnahmen zu Kühlzwecken, wird als Anpassungsmaßnahme an die durch den Klimawandel verursachte Gewässererwärmung betrachtet. Dadurch mindert sich die zusätzliche Temperaturerhöhung des Oberflächenwassers durch den Kühlungsprozess. Die in Freiburg ansässige Rhodia ist einer der Großverbraucher, welcher Wasser zur Kühlung verwendet. Dieser Indikator konnte im Rahmen der Projektlaufzeit jedoch nicht weiter ausgebaut werden. Daten könnten dem Umweltschutzamt vorliegen.
<b>Maßnahmen zur Reduktion von Nährstoffeinträgen in natürliche Gewässer (R)</b>	Maßnahmen zur Eindämmung von Nährstoffeinträgen in Gewässer, zur Vermeidung von zu starkem Algenwachstum und anderen Faktoren, werden bereits umgesetzt. Beispielsweise gilt seit dem 01.01.2014 ein Gesetz für landwirtschaftliche Nutzflächen, einen Pufferstreifen von mindestens fünf Metern zu jedem Gewässer einzuhalten. Weitere Informationen zu diesem Thema liegen nicht vor.

**Tabelle 16: Weitere denkbare Indikatoren für das Handlungsfeld „Land- und Forstwirtschaft“**

<b>Land- und Forstwirtschaft</b>	
<b>Phänologie des Apfels (I)</b>	<p>Eine zeitliche Veränderung der Phänologie ist eine Anpassungsmaßnahme der Natur an den Klimawandel und kann als eine seiner Auswirkungen beobachtet werden. Landwirte müssen die Planung und Durchführung der Arbeitsgänge für die jeweiligen Kulturen, deren Entwicklungsstand und der aktuellen Witterung anpassen und deshalb wirken sich phänologische Veränderungen auf die gesamten Betriebsabläufe aus. Der Deutsche Wetterdienst betreibt seit 1951, mit derzeit etwa 1300 Stationen, eines der umfangreichsten Monitoringprogramme zur Phänologie von Pflanzen in Deutschland. Die Informationen konnten aufgrund von Zeitmangel nicht bis zur Darstellungsreife ausgearbeitet werden.</p>
<b>Spätfrostgefährdung im Weinbau (I)</b>	<p>Die Entwicklung der Spätfrostgefahr im Weinbau wird als klimasensitiver Indikator betrachtet, da sie sich einerseits durch mildere Temperaturen verringern oder aber durch den früheren Vegetationsbeginn erhöhen könnte. Die Entwicklung der Spätfrostgefahr wird durch die Auswertung von Klimadaten in Verbindung mit den Daten aus der rebenphänologischen Phase Knospenaufbruch abgeschätzt. Die benötigten Informationen liegen vor, konnten aber aufgrund von Zeitmangel nicht bis zur Darstellungsreife ausgearbeitet werden.</p>
<b>Graslandfeuerindex (I)</b>	<p>Zukünftig steigt die Wahrscheinlichkeit für längere Trockenperioden in den heißen Sommermonaten. Der Grasland-Feuerindex wird deshalb als guter Indikator betrachtet um diese Entwicklung darzustellen. Der DWD berechnet den Index zwischen dem 01. März und 31. Oktober täglich. Aufgrund von Zeitmangel konnte der Indikator nicht mehr in das System integriert werden.</p>
<b>Hitzestress bei Geflügel (I)</b>	<p>Bei hoher Temperatur und Feuchtigkeit im Stall setzt bei Geflügel aufgrund der mangelhaften Transpirationsfähigkeit die Schnabelatmung ein, die in Hecheln übergeht und schon nach wenigen Stunden zum Hitzetod führen kann. Die Klimaerwärmung wird vor allem in den Sommermonaten immer häufiger zu Hitzestress bei landwirtschaftlichem Nutzvieh führen, weshalb die Beobachtung der Entwicklung des Hitzestress bei Geflügel als geeigneter Indikator angesehen wird. Dieser Index wird bereits vom DWD berechnet und konnte aufgrund von Zeitmangel nicht mehr in das System integriert werden.</p>

<b>Waldbrand-Gefahrenindex (I)</b>	Zukünftig steigt die Wahrscheinlichkeit für längere Trockenperioden in den heißen Sommermonaten. Der Waldbrand-Gefahrenindex beschreibt das meteorologische Potenzial für die Gefährdung eines Waldes durch Brand. Der Waldbrand-Gefahrenindex (WBI) wird vom 1. März bis zum 31. Oktober berechnet. Aufgrund von Zeitmangel konnte der Indikator nicht mehr in das System integriert werden.
<b>Bodenfeuchte (I)</b>	Häufigere und längere Trockenperioden wirken sich negativ auf die Vegetation aus und beeinträchtigen so auch die landwirtschaftliche Produktion. Zusätzlich beeinflussen sie auch Bodenprozesse und –eigenschaften und da sich der Boden wiederum auf klimatische Prozesse auswirkt, wird eine Beobachtung der Bodenfeuchte als sinnvoll erachtet. Der DWD berechnet täglich die Bodenfeuchte mit dem AMBAV-Modell (aktuelle Verdunstung) und wurde nur aufgrund von Zeitmangel nicht in das Indikatorensystem integriert.
<b>Rücke-, Fäll- und Befahrungsschäden (I)</b>	Die Holzernte findet in der Regel hauptsächlich im Winterhalbjahr statt. Holzeinschlag und Holzeinbringung werden hochmechanisiert mit schweren Holzernte- und Rückefahrzeugen durchgeführt. Durch den fehlenden Frost kommt es zu immer stärkeren Rücke-, Fäll- und Befahrungsschäden auf den Rücke- und Forstwegen.  Der Wegezustand wird jedoch bisher nicht erfasst und kann deshalb derzeit nicht als Indikator verwendet werden.
<b>Mortalität bei Nutztieren (I)</b>	Durch steigende Temperaturen wäre ein Anstieg der Mortalität bei Nutztieren denkbar. Sowohl die Beobachtung hitzebedingter Sterbefälle auf den Höfen, als auch auf Transporten wurden berücksichtigt. Als Informationsquellen wurden Schlachthöfe und Tierkörperbeseitigungsanlagen und das Tierhygienische Institut (CVUA) in Betracht gezogen. Nähere Informationen konnten jedoch innerhalb der Projektlaufzeit nicht mehr gewonnen werden.
<b>Pilzkrankungen: Apfelschorf (I)</b>	Im Obstbau zählt der wärmeliebende Apfelschorf zu einem der gefährlichsten Krankheitserreger und kann zu hohen Ernteaussfällen führen. Eine Ausbreitung durch den Klimawandel wäre denkbar und die Beobachtung könnte als Auswirkungsindikator für den Klimawandel genutzt werden. Im Laufe des Projektes konnten hierzu keine Daten eingeholt werden.
<b>Pilzkrankungen: Feuerbrand (I)</b>	Im Obstbau zählt der Feuerbrand zu einem der gefährlichsten Krankheitserreger, dessen Befall zu hohen Ernteaussfällen und Rodungen ganzer Obstbaumbestände führen kann. Eine Ausbreitung wird durch den Klimawandel begünstigt und seine Beobachtung

	<p>könnte als Auswirkungsindikator für den Klimawandel genutzt werden. Im Laufe des Projektes konnten hierzu keine Daten eingeholt werden.</p>
<p><b>Waldbrandgeschehen (I)</b></p>	<p>Waldbrände, durch Sommertrockenheit, könnten im Zuge des Klimawandels zunehmen, für Freiburg wird die Gefahr bisher als gering eingestuft. Trotzdem gilt die Beobachtung des Waldbrandgeschehens rund um die Stadt als geeigneter Indikator für die Auswirkung des Klimawandels. Informationen hierzu könnten durch das Forstamt sowie das Amt für Brand- und Katastrophenschutz erfasst werden.</p>
<p><b>Häufigkeit Frühjahrstrockenheit (I)</b></p>	<p>Frühjahrstrockenheit wirkt sich negativ auf den Bodenwasservorrat in land- und forstwirtschaftlich genutzten Böden aus und in Folge auch auf die Pflanzenentwicklung, -anfälligkeit und den Ertrag. Durch den Klimawandel könnten trockene Frühjahre zunehmen. Ihre Registrierung eignet sich deshalb als Indikator zu Beobachtung der Auswirkungen des Klimawandels. Bisher konnten keine Datenquellen zu diesem Thema erschlossen werden.</p>
<p><b>Häufigkeit des Erreichen des permanenten Welkepunkts (I)</b></p>	<p>Trockenheit wirkt sich negativ auf den Bodenwasservorrat in land- und forstwirtschaftlich genutzten Böden aus und somit auch auf die Pflanzenentwicklung, -anfälligkeit und den Ertrag. Je häufiger der permanente Welkepunkt (PWP), für Pflanzen im Boden, erreicht wird, desto negativer der Effekt. Zunehmende Frühjahrstrockenheit und Hitzewellen in den Sommermonaten verschlechtern die Bedingungen für Nutzpflanzen. Die Beobachtung der Bodenfeuchte über den PWP wäre ein geeigneter Indikator, um die Auswirkungen des Klimawandels zu verfolgen.</p>
<p><b>Individuendichte von Regenwurmart (I)</b></p>	<p>Regenwürmer sind für den Abbau organischer Substanzen im Boden zuständig und gelten als wichtigste Erzeuger von Dauerhumus. Sie sorgen zudem für eine stabile Bodenstruktur und bieten Pflanzen Nährstoffe. Die Individuendichte im Boden könnte demnach Rückschlüsse auf den Bodenumusgehalt geben, wobei zu bedenken gilt, dass die Anzahl der gezählten Tiere starken Streuungen unterliegen kann. Eine Datenquelle diesbezüglich konnte nicht ausfindig gemacht werden.</p>
<p><b>Bodenerosion (I / R)</b></p>	<p>Die Bodenerosion wurde als Indikator in Betracht gezogen, da sich durch vermehrte Starkregenereignisse und Stürme die Situation zukünftig verschärfen könnte. Es konnte jedoch kein geeigneter Indikator zur Beschreibung der Bodenerosion gewonnen und auch kein bestehendes Monitoringsystem ausgemacht werden. In der Regel gibt</p>



	es nur Einzelbetrachtungen für bestimmte Fragestellungen, bei welchen es sich jedoch nur um Momentaufnahmen handelt. Mit Anpassungsmaßnahmen zur Vermeidung von Erosion verhält es sich ähnlich.
<b>Hagelschutznetze (R)</b>	Zur Vermeidung von steigenden Ernteeinbußen durch Unwetterschäden durch die Zunahme von extremen Wetterereignissen, wie Sturm, Starkregen oder Hagel ist eine Anpassung, wie das Anbringen von Hagelschutznetzen erforderlich. Aus diesem Grund wird eine Erfassung der Flächen mit Hagelschutznetzen als sinnvoll erachtet. In der Freiburger Region ist die Firma Wagner Hydraulik der Hauptanbieter für Hagelschutznetze und könnte bei Interesse angefragt werden.
<b>Versicherungsdaten der Vereinigten Hagel (R)</b>	Zur Vermeidung von steigenden Ernteeinbußen durch Unwetterschäden durch die Zunahme von extremen Wetterereignissen, wie Sturm, Starkregen oder Hagel ist der Versicherungsabschluss als eine Anpassungsmaßnahme zu werden. Die Versicherungsstatistik kann über einen der größten Versicherer, die Vereinigte Hagel, bezogen werden.
<b>Anteil klimastabiler Arten nach der Baumarteneignungskarte in Verjüngungsflächen (R)</b>	Die Baumarteneignungskarten wurden zum Sommer 2014 fertiggestellt. Baumartenspezifisch zeigen sie die jeweiligen Standorteigenschaften und Ansprüche an das aktuelle Klima und projizieren die Ergebnisse auf das prognostizierte Klima von 2050. Ein Abgleich der Baumarteneignungskarten, mit der vorhandenen Verjüngung, wurde von Experten als aussagekräftiger Indikator eingestuft. Uns lagen zur Auswertung jedoch weder die Daten der Verjüngungsflächen, noch die Baumarteneignungskarten vor.
<b>Anteil der Fichtenbestände auf nicht-fichtengeeigneten Standorten (R)</b>	Die Entwicklung von Fichtenbeständen, auf für sie ungeeigneten Standorten, wurde als aussagekräftiger Anpassungsindikator eingestuft. Die Fichte als klimasensible Art, weist vorerst nur auf geeigneten Standorten eine ausreichende Stabilität auf. Die Daten hierzu werden alle zehn Jahre durch die Forsteinrichtung aktualisiert und wären über das FOGIS des Regierungspräsidiums Freiburg zugänglich. Aufgrund der Projektlaufzeit konnten diese Informationen nicht mehr rechtzeitig eingeholt werden.
<b>Abgabe von Pflanzenschutzmitteln (R)</b>	Die Abgabe von Pflanzenschutzmitteln zur Bekämpfung von Schadorganismen, die Intensität der Anwendungen sowie die Höhe der Anwendungsbereiche (Insektizid, Fungizid etc.) wurden als aussagekräftige Indikatoren eingestuft. Bisher konnten diesbezüglich

	jedoch keine Daten ausfindig gemacht werden.
<b>h/d-Werte Z-Bäume (R)</b>	Um die Sturmwurfgefahr bzw. -stabilität von Waldbeständen zu messen, würde sich der h/d-Wert (Höhe/ Durchmesser) der ausgewählten Zukunfts-Bäume anbieten. Dieser wird erfasst oder ließe sich aus den regelmäßig dokumentierten Werten der Betriebsinventur errechnen. Es handelt sich um einen leicht und ohne viel Aufwand darstellbaren und aussagekräftigen Indikator. Leider konnten wir im Rahmen der Projektlaufzeit diese Werte nicht ermitteln.
<b>Baulich-technische Veränderung von Ställen und Weiden (R)</b>	Baulich-technische Veränderungen von Ställen und Weiden durch Belüftungssysteme, Ventilatoren, Duschen oder Beschattung sind als Anpassungsmaßnahmen an die steigenden Temperaturen zu sehen. Somit würden sich diese Maßnahmen als Response-Indikator eignen. Es konnten jedoch diesbezüglich keine Zahlen und Fakten ausfindig gemacht werden.
<b>Anteil an Wein mit reduziertem Alkoholgehalt (R)</b>	Die Lese orientiert sich nicht alleine am Mostgewicht, denn nicht immer stimmt die für den Wein wichtige Aromareife mit dem Erreichen einer bestimmten Öchslezahl überein. Dadurch ergibt sich in besonders heißen Jahren oft ein sehr hoher Alkoholgehalt des Weines von bis zu 15 Vol%. Um den Alkoholgehalt zu reduzieren wurden verschiedenste Verfahren entwickelt. Dazu zählen Kalkspritzungen, Schattennetze oder auch ein spezielles Destillationsverfahren. Daten hierzu ließen sich nicht ermitteln.
<b>Beregnung/ Bewässerung landwirtschaftlich genutzter Flächen (R)</b>	Als Anpassung an die zunehmende Trockenheit kann, zur Erhaltung der landwirtschaftlichen Erträge, bewässert werden. Im Weinbau betrifft dies nur vereinzelte Reblagen. Der Wasserverbrauch für die Beregnung landwirtschaftlich genutzter Flächen wird in Zukunft steigen. Freiburg selbst besitzt keinen landwirtschaftlichen Beregnungsverband, weshalb für den Stadtkreis keine Daten vorliegen. Angrenzende Beregnungsverbände könnten aber in Betracht gezogen werden, um eine Entwicklungstendenz zu beobachten. Zusätzlich ist geplant bei VITIMETEO ein Bewässerungsmodul zu integrieren, welches ebenfalls als Indikator genutzt werden könnte.
<b>Frostschutzberegnungen (R)</b>	Ein früherer Vegetationsbeginn, durch zunehmend mildere Winter, erhöht zeitgleich die Gefahr von Spätfrostschäden. Das Besprühen von Nutzpflanzen mit feinen Wassertröpfchen, schützt Pflanzen vor Schäden bei Frosteinbrüchen in der Vegetationsperiode und vermindert so Ernteauffälle. Beim Gefrieren des Wassers wird die sogenannte Kristallationswärme freigesetzt, welche über längeren Zeitraum verhindert, dass die Temperatur innerhalb der gebildeten Eishülle

	wesentlich unter den Gefrierpunkt absinkt. Aus diesem Grund wird der Einsatz der Frostschutzberechnung als geeigneter Anpassungsindikator an den Klimawandel betrachtet. Für Freiburg konnte jedoch noch keine Anwendung nachgewiesen werden.
<b>Abgabe von Pflanzenschutzmitteln (R)</b>	Durch den Klimawandel kann es zu einer Verschiebung der Pflanzenkrankheiten und –schädlingen kommen. Dies könnte sich in Intensität und Nutzung der Anwendungsanteile (Rodentizide, Insektizide, Fungizide etc.) von Pflanzenschutzmitteln widerspiegeln, als Anpassung an den neuen Schädlingsdruck. Nach Erfahrungsberichten konnte bisher keine Veränderung festgestellt werden, jedoch wurde keine zahlenmäßige Erfassung durchgeführt.
<b>Beratungsangebot Schädlinge (R)</b>	Der Klimawandel bringt viele neue Herausforderungen für die Landwirtschaft mit sich. Ein Beratungsangebot zur Vorbereitung auf neue Schädlinge und Informationen bei akutem Handlungsbedarf, ist deshalb unabdingbar und existiert bereits. Eine Quantifizierung gestaltet sich jedoch schwierig und wurde innerhalb der Projektlaufzeit nicht bewerkstelligt.
<b>Bodenschonende Landwirtschaft (R)</b>	Der Boden ist einer der wichtigsten Kohlenstoffspeicher. Die Speicherkapazität hängt stark von der Bodennutzung ab. Durch Mineralisierung und Kalkungen nehmen die Kohlenstoffgehalte im Boden ab. Aus diesem Grund wird die bodenschonende Landwirtschaft als geeignete Maßnahme betrachtet, um dem Abbau entgegenzuwirken. Bisher konnte jedoch keine Datenquelle erschlossen werden.
<b>Flächen mit reaktiver Vernässung (R)</b>	Um der Austrocknung von Böden entgegenzuwirken, wird die Wiedervernässung von Feuchtgebieten und Mooren als eine geeignete Anpassungsmaßnahme gesehen. Der damit einhergehende Schutz hydromorpher Böden dient nicht nur dem Humuserhalt im Boden, sondern auch der Erhaltung von an diese Verhältnisse angepassten Tier- und Pflanzenarten. Wiedervernässungsmaßnahmen, zur Reaktivierung ehemaliger Feuchtgebiete, finden in Freiburg statt. Leider gibt es keine Daten über eingeleitete Wassermengen.
<b>Erosionsschutzmaßnahmen (R)</b>	Bodenerosion, auf landwirtschaftlich genutzten Flächen, kann durch vermehrte Sturm- und Starkregenereignisse zunehmen. Bodenschonende Landwirtschaft, Heckenpflanzungen oder auch Bodenbegrünungen können der Erosion entgegenwirken und werden als geeignete Anpassungsmaßnahmen eingesetzt. Bisher konnte jedoch keine Datenquelle erschlossen werden.

**Tabelle 17: Weitere denkbare Indikatoren für das Handlungsfeld „Innerstädtische Grünfläche“**

<b>Innerstädtische Grünfläche</b>	
<b>Anzahl der von durch Hitze- und / oder Trockenstress geschädigten Stadtbäume (I)</b>	<p>Das zunehmend trockener werdende Klima lässt darauf schließen, dass zukünftig Stadt- und Straßenbäume verstärkt mit diesem Faktor zu kämpfen haben werden. Aus diesem Grund wird die Erfassung der Trockenschäden als geeigneter Indikator für die Beobachtung der Auswirkungen des Klimawandels erachtet.</p> <p>Bisher gibt es noch keine verfügbaren Daten über durch Trockenstress geschädigte Stadtbäume. Mit dem Baumkataster wird sich dies voraussichtlich ändern. Es ist geplant Trockenschäden unter den Gesichtspunkten der Vitalität und Ausfall zu erfassen.</p>
<b>Anzahl von sturmgeschädigten Stadtbäumen (I)</b>	<p>Häufigere Sturmereignisse führen zu Schäden an Stadtbäumen. Die Erfassung der Sturmschäden wird deshalb als geeigneter Indikator betrachtet, um die Auswirkungen des Klimawandels zu verfolgen.</p> <p>Bisher gibt es noch keine verfügbaren Daten über Sturmschäden an Stadt- bzw. Straßenbäumen. Mit dem Baumkataster wird sich dies vielleicht zukünftig ändern. Relevante Informationen könnten dann durch das GuT erhoben werden.</p>
<b>Entstandene Kosten durch Sturmschäden bei Stadtbäumen (I)</b>	<p>Ein Anstieg von Sturmereignissen erhöht das von Stadt- und Straßenbäumen ausgehende Sicherheitsrisiko. Herabfallende Äste und umstürzende Bäume können zu schweren Sach- und Personenschäden führen. Eine quantitative Aussage über die Entwicklung der Schadfälle wird deshalb als möglicher Indikator erachtet, häufigere / stärkere Sturmereignisse nachzuweisen. Die Daten liegen der Stadtkämmerei Freiburg vor, konnten aber im Rahmen der Projektlaufzeit nicht rechtzeitig eingeholt und ausgewertet werden.</p>
<b>Anzahl der durch Schädlinge geschädigten Stadtbäume (I)</b>	<p>Mit einem Anstieg von Schädlingsbefall bei Bäumen wird gerechnet, da Auswirkungen des Klimawandels wie Hitze- und Trockenstress eine erhöhte Anfälligkeit verursachen. Zusätzlich wird mit dem Einwandern neuer Schädlinge gerechnet.</p> <p>Eine Beobachtung des Schädlingsbefalls bei Stadt- und Straßenbäumen, scheint deshalb ein sinnvoller Auswirkungsindikator zu sein. Bisher gibt es darüber noch keine verfügbaren Daten. Mit dem Baumkataster wird sich dies zukünftig ändern. Im besonderen Fokus stehen bisher der</p>

	Eichenprozessionsspinner, die Kastanienminiermotte und Masaria.
<b>Zählung von Parkbesuchern (I)</b>	Ein Anstieg heißer und schwüler Tage, kann zu einer veränderten Nutzung von Grünflächen und Parkanlagen führen. Warmes Wetter zieht die Menschen nach draußen, schattige Grünflächen sind an besonders heißen Tagen begehrte Plätze. Besucherzählungen, z.B. durch das Anbringen von Lichtschranken an Ein- und Ausgängen der Anlagen, gäben Aufschluss über die Veränderung der Besucherzahlen sowie der zeitlichen Frequentierung.
<b>Schädlingsmonitoring Stadtbäume (I / R)</b>	Mit einem Anstieg von Schädlingsbefall bei Bäumen wird gerechnet, da diese durch die Auswirkungen des Klimawandels, wie Hitze- und Trockenstress, anfälliger werden. Zusätzlich wird das Einwandern neuer Schädlinge erwartet. Ein Schädlingsmonitoring kann deshalb als geeignete Auswirkungs- und Anpassungsmaßnahme dienen. Bisher gibt es noch kein allgemeines Schädlingsmonitoring für Stadt- bzw. Straßenbäume in Freiburg.
<b>Anteil strahlungs-, hitze- und / oder trockentoleranter Straßenbäume (R)</b>	Diese Informationen könnten den Indikator: „Entwicklung der GALK Straßenbaumliste“ erweitern. Die Veränderung der Quoten könnte Hinweise auf den Anpassungsgrad liefern und wird somit als geeigneter Indikator betrachtet.  Bisher gibt es noch keine verfügbaren Daten über den Anteil strahlungs-, hitze- und / oder trockentoleranter Stadt-bzw. Straßenbäume in Freiburg. Die Informationen können aber zukünftig dem Baumkataster entnommen werden.
<b>Einsatz von Bewässerungssystemen (R)</b>	Zunehmend heißere und trockenere Sommermonate führen zu Hitze- und Trockenstress bei Stadtbäumen. Bewässerungssysteme sind in der Lage diesem Faktor effizient entgegenzuwirken. Bisher werden Neupflanzungen in den ersten Jahren von Hand gegossen, mit etwa 200 l pro Baum. Bewässerungssysteme kommen bisher nicht zum Einsatz. Sollte dies in den kommenden Jahren geschehen, werden sie als geeigneter Anpassungsindikator gegen die Trockenheit betrachtet. Informationen diesbezüglich könnten dann durch das Garten- und Tiefbauamt erhoben werden.
<b>Verwendung wasserspeichernder Baumbettssubstrate (R)</b>	Zunehmend heißere und trockenere Sommermonate führen zu Hitze- und Trockenstress, insbesondere bei Stadtbäumen.  Seit etwa 13 Jahren sind wasserspeichernde Baumbettssubstrate im Einsatz. Sie werden bei Neu- und Ersatzpflanzungen standardmäßig verwendet. Wenn die Möglichkeit besteht, wird ebenfalls die Baumscheibe vergrößert, um dem Baum so die Wasserversorgung

	<p>zu verbessern. Es gibt jedoch keine Zahlen darüber, wie hoch der tatsächliche Anteil von mit wasserspeichernden Baumbettsubstraten unterstützten Bäumen liegt. Diese Informationen könnten durch das Garten und Tiefbauamt erhoben werden.</p>
<p><b>Stammschutzmaßnahmen vor schädigenden Temperatureinwirkungen (R)</b></p>	<p>Flexible Matten aus Schilfrohr, Bambusstäben, Weidenruten oder Kokosfasergeflechten haben sich, fachgerecht eingebaut, grundsätzlich als Stamm- und Rindenschutz, vor zu hoher also auch vor zu niedriger Temperatur, bewährt. Für die Freiburger Stadtbäume konnten jedoch bisher keine Informationen über den Einsatz dieser Maßnahme gewonnen werden. Informationen hierüber könnten dem GuT vorliegen.</p>
<p><b>Anteil windfester Straßenbäume (R)</b></p>	<p>Diese Informationen könnten den Indikator: „Entwicklung der GALK Straßenbaumliste“ erweitern. Die Veränderung der Quoten könnte Hinweise auf den Anpassungsgrad liefern und wird somit als geeigneter Indikator betrachtet.</p> <p>Bisher gibt es noch keine verfügbaren Daten über den Anteil windfester Stadt-bzw. Straßenbäume. Die Informationen können aber zukünftig dem Baumkataster entnommen werden.</p>
<p><b>Pflegemaßnahmen bei Straßenbäumen zur Vermeidung bzw. Beseitigung von Sturmschäden (R)</b></p>	<p>Ein Anstieg von Sturmereignissen birgt ein Sicherheitsrisiko, ausgehend von Stadt- und Straßenbäumen. Pflegemaßnahmen zur Stabilisierung der Bäume, sind deshalb als geeignete Anpassungsmaßnahme an steigende Sturmereignisse zu sehen.</p> <p>Bisher gibt es noch keine verfügbaren Daten über Pflegemaßnahmen bei Stadt- bzw. Straßenbäumen zur Vermeidung bzw. Beseitigung von Sturmschäden. Die Informationen können aber zukünftig dem Baumkataster entnommen werden.</p>
<p><b>Pflegemaßnahmen bei Straßenbäumen zur Vermeidung bzw. Beseitigung von Krankheitserregern und Schädlingen (R)</b></p>	<p>Mit einem Anstieg von Schädlingsbefall bei Bäumen wird gerechnet, da diese durch die Auswirkungen des Klimawandels, wie Hitze- und Trockenstress, anfälliger werden. Pflegemaßnahmen zur Vermeidung und Einsätze zur Beseitigung von Krankheitserregern und Schädlingen, werden deshalb als geeignete Anpassungsmaßnahmen betrachtet.</p> <p>Bisher gibt es noch keine verfügbaren Daten über Pflegemaßnahmen bei Stadt- bzw. Straßenbäumen zur Vermeidung bzw. Beseitigung von Krankheitserregern und Schädlingen. Die Informationen können aber zukünftig dem Baumkataster entnommen werden.</p>

<b>Veränderung der Lärmsituation (R)</b>	Durch verändertes Nutzungsverhalten bei Park- und Grünflächen an heißen bzw. schwülen Tagen, könnte sich, vor allem in den Abendstunden, die Lärmsituation verändern. Lärmbelastung kann auf Dauer gesundheitsschädigend sein und spielt in Städten eine große Rolle. Freiburg hat, aufgrund der EG-Richtlinie von 2002 zur Bewertung und Bekämpfung, eine Lärmkartierung durchgeführt und daraufhin einen Lärmaktionsplan zur Reduktion erstellt. Bisher steht Straßenlärm im Fokus, jedoch könnten auch Parkanlagen in Wohngebieten zukünftig zu Problemen führen (siehe Augustinerplatz). Bisher konnten jedoch keine Daten zu diesem Thema ausfindig gemacht werden.
<b>Öffnungszeiten Freisportflächen (R)</b>	Die steigende Anzahl heißer bzw. schwüler Tage kann zukünftig dazu führen, dass Freizeitaktivitäten in die frühen Morgen- oder späten Abendstunden verlagert werden. Die Öffnungszeiten von Freisportflächen wie Fußballplätze, Fitnessstudios würden sich an ein solches Verhalten anpassen und ihre Öffnungszeiten wären als geeigneter Anpassungsindikator zu betrachten. Daten konnten im Rahmen der Projektlaufzeit nicht zusammengetragen werden. Aber öffentliche Sportplätze sind schon heute durchgehend geöffnet, für Vereinsplätze wäre das Sportreferat zuständig und für Schulsportplätze das Amt für Schule und Bildung.

**Tabelle 18: Weitere denkbare Indikatoren für das Handlungsfeld „Naturschutz und Biodiversität“**

<b>Naturschutz und Biodiversität</b>	
<b>Phänologische Phasen Pflanzen (I)</b>	Eine zeitliche Veränderung der Phänologie ist eine Anpassungsmaßnahme der Natur an den Klimawandel und kann als eine seiner Auswirkungen beobachtet werden. Der Deutsche Wetterdienst betreibt seit 1951, mit derzeit etwa 1300 Stationen, eines der umfangreichsten Monitoringprogramme zur Phänologie von Pflanzen in Deutschland. Die Informationen konnten aufgrund von Zeitmangel nicht bis zur Darstellungsreife ausgearbeitet werden.
<b>Arealindex (AI) zur Bestimmung von klimabedingten Verschiebungen von Arealgrenzen (I)</b>	Der Arealindex (AI) gibt den Anteil der Areale von wärmeadaptierten zu kälteadaptierten Arten einer Artengruppe in einer Region an. Im Zuge des Klimawandels wird sich dieses Verhältnis vermutlich nachteilig für die kälteadaptierten Arten entwickeln. Aus diesem Grund wird die Beobachtung des AI als geeigneter Indikator betrachtet, um die Auswirkungen der

	Klimaerwärmungen zu erkennen. Freiburg besitzt jedoch nicht die benötigten Daten bzw. -mengen für die Berechnung des AI.
<b>Community Temperature Index (CTI) zur Bestimmung von Verschiebungen der Populationsgrößen (I)</b>	Der Community Temperature Index (CTI) ist ein arithmetisches Mittel, mit dem die nach ihrer Vorkommenshäufigkeit gewichteten Species Temperature Indices (STI) einer Artengemeinschaft, in einer determinierten Zeiteinheit festgehalten werden. Die STI-Werte errechnen sich aus den Mitteltemperaturen eines gerasterten Verbreitungsareals, innerhalb einer Referenzperiode. Durch seine Berechnung ist eine Verschiebung der Populationsgrößen darstellbar. Freiburg besitzt jedoch nicht die benötigten Daten bzw. -mengen für die Berechnung des CTI.
<b>Populationsentwicklung der Wimperfledermaus (I)</b>	Die Wimperfledermaus ist eine wärmeliebende Art, über die aus der Zeit vor dem zweiten Weltkrieg, keine Daten zum Nachweis ihres Vorkommens existieren. Sie könnte deshalb erst später zugewandert sein. In Fledermausstationen in Freiburg und Baden-Württemberg, müsste auswertbares Material vorliegen. Aufgrund der begrenzten Projektlaufzeit konnten diese Informationen nicht eingeholt werden.
<b>Populationsentwicklung der Äsche in der Dreisam (I)</b>	Zu den, durch den Klimawandel besonders nachteilig beeinträchtigten Fischarten, zählt die Äsche. Ihr Lebensraum wird zu nehmend kleiner und die Bestände wandern sukzessive in höhere Lagen ab. In der Dreisam existiert noch ein Bestand und es sind zukünftig Fischbestandsaufnahmen, mit besonderem Fokus auf die Äsche, durch den Landesfischereiverband geplant. Diese Daten könnten in das Monitoringsystem integriert werden und so Arealveränderungen durch die Populationsentwicklung darstellen. Zusätzlich bestünde die Möglichkeit auf langjährige Daten der Fischereiforschungsstelle Baden-Württemberg (FFS) zurückzugreifen. Diese beobachtet, nach Angaben des Landesfischereiverbandes, die Äschen- und Bachforellenpopulation in Breisach am Altrhein, seit über zehn Jahren.
<b>Häufigkeit des Auftretens von Fischsterben (I)</b>	Bei steigenden Wassertemperaturen nehmen vor allem in stehenden Gewässern Krankheitsausbrüche zu. Die höheren Wassertemperaturen führen zu einem sinkenden Sauerstoffgehalt und fördern das Wachstum von z.B. Blaualgen, welche toxische Stoffe wie Mikrozystine an das Wasser abgeben. Diese Stressoren erhöhen die Krankheitsanfälligkeit von Fischen und stehen direkt mit dem Klimawandel in Verbindung. Bisher findet keine zentrale



	Erfassung von Fischsterben statt. Ein Zusammentragen der Daten konnte im Rahmen der Projektlaufzeit nicht durchgeführt werden.
<b>Ökologische Entkopplung zwischen Blattaustrieb und Eichenprozessionsspinnerschluß (I)</b>	Der Eichenprozessionsspinner ernährt sich als Raupe von den jungen, frisch ausgetriebenen Blättern der Eiche. Durch höhere Durchschnittstemperaturen im Frühjahr, sprießen die Blätter immer früher und auch der Eichenprozessionsspinner schlüpft zeitiger. Diese Entwicklung geschieht aber nicht im gleichen Maße, sodass sich die Koinzidenz auseinander bewegt. Zukünftig könnte es so, trotz besserer Lebensbedingungen, zu einer Abnahme des Eichenprozessionsspinners kommen. Die FVA hat bereits ein Modell erstellt, welches die Entwicklung von Schlupf und Blattaustrieb prognostiziert. Bisher weist dieses aber noch keine signifikante Schere auf. Die Daten hierzu konnten jedoch während der Projektlaufzeit nicht rechtzeitig eingeholt werden.
<b>Ökologische Entkopplung zwischen Zitronenzeisig und seiner Nahrungsgrundlage (I)</b>	Der Zitronenzeisig gehörte zu den Charakterarten der Hochlagen des Schwarzwalds. Durch die Aufgabe der traditionellen Almwirtschaft verschlechterte sich die Habitataignung zunehmend. Eine weitere Ursache für den Rückgang dieser Art kann aber auch auf den Klimawandel zurückgeführt werden. Starkregenereignisse zur Brutzeit nehmen zu und gefährden so den Nachwuchs. Zudem entwickelt sich eine Desynchronisation der Futterquellen. Zum einen öffnen sich die Kiefernzapfen schon im Winter und sind deshalb zur Brutzeit meist nicht mehr verfügbar und zum anderen kommt es zu einer Nahrungsverknappung im Spätsommer durch frühere Blühzeiten. Der Zitronenzeisig wäre deshalb ein geeignetes Beispiel für die ökologische Entkopplung und deren Folgen. Es konnten jedoch keine Daten in Erfahrung gebracht werden.
<b>Anzahl Nutzierrassen / Nutzsorten (I)</b>	Eine hohe genetische Vielfalt ermöglicht eine höhere Anpassungsfähigkeit. Aus diesem Grund wird die Beobachtung der Anzahl gefährdeter Nutzierrassen / -sorten für sinnvoll erachtet.  Die Gesellschaft zur Erhaltung alter und gefährdeter Haustierrassen e.V. (GEH) erstellt jährlich eine für Deutschland gültige rote Liste gefährdeter Nutzierrassen bzw. Sorten, welche als Datengrundlage dienen könnte. Es konnten jedoch keine Informationen für Freiburg ausfindig gemacht werden.
<b>Anteil gefährdeter Nutzierrassen / Nutzsorten (I)</b>	Eine hohe genetische Vielfalt ermöglicht eine höhere Anpassungsfähigkeit. Aus diesem Grund wird die Beobachtung des Anteils gefährdeter Nutzierrassen / -sorten für sinnvoll erachtet.  Die Gesellschaft zur Erhaltung alter und gefährdeter Haustierrassen

	e.V. (GEH) erstellt jährlich eine für Deutschland gültige rote Liste gefährdeter Nutztierassen bzw. Sorten, welche als Datengrundlage dienen könnte. Es konnten jedoch keine Informationen für Freiburg ausfindig gemacht werden.
<b>Flächen mit Naturverjüngung im Wald (I)</b>	Naturverjüngung sichert die genetische Vielfalt und sorgt somit für eine höhere Anpassungsfähigkeit der einzelnen Arten. Aus diesem Grund wird die Beobachtung der Entwicklung von Verjüngungsflächen als sinnvoll erachtet. Forstwirtschaftliche Nutzung und Planung nehmen starken Einfluss und könnten deshalb als Anpassungsindikator genutzt werden. Die Daten liegen dem Forstamt Freiburg vor, konnten aber innerhalb der Projektlaufzeit nicht eingeholt werden.
<b>Bestandsentwicklung bedrohter Arten (I)</b>	Die Bestandsentwicklung bedrohter Arten könnte als Indikator für die Auswirkungen des Klimawandels auf die Artenvielfalt zurate gezogen werden. Eine Beschränkung auf wärmeliebende und auf Feuchtigkeit angewiesene Arten wird als sinnvoll erachtet. Es konnten jedoch keine ausreichenden Informationen über Freiburg gefunden werden.
<b>Bestandsentwicklung häufiger Arten (I)</b>	Die Bestandsentwicklung häufiger Arten könnte als Indikator für die Auswirkungen des Klimawandels auf die Artenvielfalt zurate gezogen werden. Eine Beschränkung auf wärmeliebende und auf Feuchtigkeit angewiesene Arten wird als sinnvoll erachtet. Es konnten jedoch keine ausreichenden Informationen über Freiburg gefunden werden.
<b>Anzahl rote Liste Arten / Biotoptypen (I)</b>	Die Entwicklung der Anzahl von Rote Liste Arten bzw. Biotoptypen könnte als Indikator für die Auswirkungen des Klimawandels auf die Artenvielfalt zurate gezogen werden. Eine Beschränkung auf wärmeliebende und auf Feuchtigkeit angewiesene Arten wird als sinnvoll erachtet. Es konnten jedoch keine ausreichenden Informationen über Freiburg gefunden werden.
<b>Entwicklung der Fläche wertvoller Biotope wie z.B. Feuchtgebiete/ Moore (I)</b>	Die Entwicklung der Fläche wertvoller Biotope ist ein Indikator für Arealveränderungen durch den Klimawandel. Gerade Feuchtgebiete und Moore sind durch zunehmende Trockenheit in den Sommermonaten besonders von Veränderungen gezeichnet. Aus diesem Grund wird die Beobachtung dieser als sinnvoller Auswirkungsindikator angesehen. Es konnten jedoch keine Daten ausfindig gemacht werden.
<b>Entwicklung des Anteils nicht-</b>	Nichtheimische Baumarten, wie die Douglasie und Robinie, breiten

<p><b>heimischer Baumarten auf den Waldflächen (I)</b></p>	<p>sich in unseren Wäldern immer weiter aus. Sie kommen gut mit wärmeren bzw. trockeneren Bedingungen zurecht und werden wirtschaftlich erfolgreich genutzt. Das Einbringen fremdländischer Baumarten in die heimischen Wälder wird jedoch kontrovers diskutiert und Kritiker befürchten ein Überhandnehmen. Konkurrenzstarke Neophyten könnten zu einer Verdrängung heimischer Baumarten führen, weshalb als Indikator die Entwicklung des Anteils nicht-heimischer Baumarten an der Waldfläche beobachtet werden könnte. Jedoch gilt es zu bedenken, dass die Forstwirtschaft einen starken Einfluss auf die Artenzusammensetzung wirtschaftlich genutzter Wälder hat. Unbeeinflusste Gebiete wären aus diesem Grund zu bevorzugen. Daten hierüber könnten dem Forstamt vorliegen.</p>
<p><b>Anzahl wärmeliebender Neobiota (I)</b></p>	<p>Invasive Neobiota sind meist Generalisten und sehr anpassungsfähig. Sie können schneller auf den Klimawandel reagieren als unsere heimischen Arten und verdrängen diese. Dies kann zu biodiversitätsarmen, flächig einheitlich bewachsenen bzw. belebten Gebieten führen. Die Anzahl in Freiburg verbreiteter, wärmeliebender Neobiota wird deshalb als geeigneter Indikator betrachtet. Es konnten jedoch keine entsprechenden Daten ausfindig gemacht werden.</p>
<p><b>Entwicklung von invasiven Neobiota z.B. Indisches Springkraut, Japanischer Staudenknöterich, Wunderbaum oder Nilgans. (I)</b></p>	<p>Invasive Neobiota sind meist Generalisten und sehr anpassungsfähig. Sie können schneller auf den Klimawandel reagieren als unsere heimischen Arten und verdrängen diese. Dies kann zu biodiversitätsarmen, flächig einheitlich bewachsenen bzw. belebten Gebieten führen. Die Beobachtung der Ausbreitung ausgewählter wärmeliebender Neobiota wird deshalb als geeigneter Indikator betrachtet. Es konnten jedoch keine entsprechenden Daten ausfindig gemacht werden.</p>
<p><b>Wiedervernässungsmaßnahmen (R)</b></p>	<p>Um der Austrocknung von Böden entgegenzuwirken, gilt die Wiedervernässung von Feuchtgebieten und Mooren als eine geeignete Anpassungsmaßnahme. Der damit einhergehende Schutz hydromorpher Böden dient nicht nur dem Humuserhalt im Boden, sondern auch der Erhaltung von an diese Verhältnisse angepasste Tier und Pflanzenarten.</p> <p>Wiedervernässungsmaßnahmen, zur Reanimierung ehemaliger Feuchtgebiete, finden in Freiburg statt. Leider gibt es keine Daten über eingeleitete Wassermengen.</p>

<p><b>Niedrigwasservorsorge (R)</b></p>	<p>In der Dreisam sind zum Teil Niedrigwasserrinnen und tiefe Gumpen als Rückzugsräume für die aquatische Lebewelt, während Niedrigwasserperioden, eingerichtet worden. Es konnten jedoch keine genaueren Daten in Erfahrung gebracht werden, da solche ökologischen Aufwertungen, oft im Zuge von z.B. Hochwasserschutzmaßnahmen, ohne größere Erwähnung umgesetzt werden.</p>
<p><b>Uferbeschattung an fließenden Gewässern (R)</b></p>	<p>Eine durchgehende Uferbeschattung an Fließgewässern schützt die Gewässer vor hoher Lichteinstrahlung und verlangsamt die Temperaturerhöhung. Aus diesem Grund zählt die Pflanzung von Begleitgehölzen als Anpassungsmaßnahme an den Klimawandel. Uferbeschattung ist nur an fließenden Gewässern erwünscht, da sie bei stehenden Gewässern häufig zu einem erhöhten Nährstoffeintrag führt. Bisher konnte keine Datenquelle erschlossen werden, um Informationen zum Überschattungsgrad von Freiburger Fließgewässern in Erfahrung zu bringen.</p>
<p><b>Nutzung des städtischen Ausgleichsflächenpools für Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel (R)</b></p>	<p>Die Nutzung des städtischen Ausgleichsflächenpools können Methoden zur Anpassung an den Klimawandel beinhalten, wie z.B. die Einrichtung von Überschwemmungsgebieten für den Hochwasserschutz. Die Anzahl der so deklarierten Maßnahmen könnte als Indikator für die Klimawandelanpassung dienen.</p>
<p><b>Flächennutzungsplan (FNP) / Landschaftsplan (LP) (R)</b></p>	<p>Obwohl es sich hierbei nur um Planung und nicht um durchgeführte Aktionen handelt, könnte eine Auswertung des FNP bzw. LP, hinsichtlich verschiedener Flächennutzungen, durchgeführt werden. Das Ergebnis würde den politischen Willen und die Aktualität der Klimawandelanpassung aufzeigen. Die Pläne liegen dem Garten- und Tiefbauamt vor, konnten aber im Rahmen der Projektlaufzeit nicht ausgewertet werden.</p>
<p><b>Entwicklung der Fläche naturüberlassener Gebiete (R)</b></p>	<p>Sich selbst überlassene Gebiete, ohne anthropogenen Einfluss, bieten der Natur die Möglichkeit sich selbstständig an den Klimawandel anzupassen und sind Rückzugsräume für Pflanzen und Tiere. Für den Raum Freiburg betrifft dies die FSC-Referenzflächen<sup>3</sup>, die Totholzflächen, den Bannwald Bahnhof und künftige Stilllegungen aufgrund der geplanten neuen Bahnlinie. Die Daten liegen dem Forstamt Freiburg vor, konnten aber im Rahmen</p>

<sup>3</sup> FSC steht für „Forest Stewardship Council“ und ist ein internationales Zertifizierungssystem für die Waldwirtschaft.

	der Projektlaufzeit nicht ausgewertet werden.
<b>Strecke linearer Landschaftselemente (R)</b>	Lineare Landschaftselemente wie Hecken, eignen sich hervorragend für Ausbreitungs- und Rückzugsbewegungen von Tierarten. Sie bieten Deckung und Schutz und fungieren als Trittsteinbiotope. Aus diesem Grund wird die Beobachtung der Strecke linearer Landschaftselemente als sinnvoller Anpassungsindikator erachtet. Die Daten konnten im Zuge der Projektlaufzeit nicht eingeholt werden, liegen aber möglicherweise dem Regierungspräsidium (Abt. Landwirtschaft) vor.
<b>Anteil beeinträchtigter bzw. naturnaher Fließgewässerabschnitte (R)</b>	Durchgehende Fließgewässer ermöglichen der aquatischen Lebewelt Ausbreitungs- und Rückzugsbewegungen. Die Entwicklung des Anteils beeinträchtigter bzw. naturnaher Fließgewässerabschnitte wie z. B. die Beobachtung des Barriereabbaus, kann als geeigneter Anpassungsindikator genutzt werden. Geeignete Daten für Freiburg ausfindig zu machen, war nicht möglich, da keine einheitliche Erfassung für die Berichterstattung bezüglich der Wasserrahmenrichtlinie existiert (Aussage Umweltschutzamt).
<b>Renaturierungsmaßnahmen (R)</b>	Durchgehende Fließgewässer ermöglichen der aquatischen Lebewelt Ausbreitungs- und Rückzugsbewegungen. Deshalb werden Renaturierungsmaßnahmen als geeignetes Mittel zur Unterstützung und Anpassung der Wasserlebewelt gesehen. Obwohl es Projekte in Freiburg hierzu gibt (z.B. Dreisam über dem Sandfang), konnten keine geeigneten Daten ermittelt werden.
<b>Flächen ausgewiesener Rast- und Ruhezone (R)</b>	Die Erhaltung und Unterschutzstellung von Rast- und Ruhezone für Zugvögel, unterstützt deren alljährliche, anstrengende Reise. Erholungsmöglichkeiten und Nahrungsvorhandenheit spielen eine zentrale Rolle für das Überleben, vor allem in Zeiten, in denen die Klimaerwärmung zu Veränderungen der Zugzeiten und der Nahrungsvorhandenheit führt. Deshalb wird die Unterstützung von Zugvögeln mit der Ausweisung von Rast- und Ruhezone als geeigneter Anpassungsindikator betrachtet. In Freiburg gibt es Flächen, wie Gebiete um den Opfinger See oder der Arlesheimer See, die diesem Zweck dienen. Es konnten jedoch keine näheren Informationen gewonnen werden.
<b>Förderung der Neuanlage von Feuchtgebieten für den Amphibienschutz (R)</b>	Feuchtgebiete können als Trittsteinbiotope fungieren. Neuanlagen verbessern und ermöglichen Ausbreitungs- und Rückzugsbewegungen und bieten Rückzugsräume für feuchtigkeitsliebende Arten. Ein Grund die Neuanlage von

	<p>Feuchtgebieten, als geeigneten Anpassungsindikator zur Unterstützung von Amphibien, zu nutzen. Innerhalb der Projektlaufzeit konnten keine Daten hierzu gesammelt werden. Die Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz (LUBW) bietet jedoch Förderungen für solche Projekte an. Es wäre zu klären, ob diese Daten verfügbar bzw. die Förderungen längerfristig angelegt sind.</p>
<b>Erhaltungs- und Samenplantagen (R)</b>	<p>Die Einrichtung von Erhaltungs- und Samenplantagen dienen der Bewahrung der genetischen Vielfalt. Da eine hohe Variabilität auch höhere Anpassungschancen an die Klimaerwärmung verspricht, wird das Vorgehen als sinnvoller Anpassungsindikator betrachtet. Es konnten jedoch keine näheren Informationen innerhalb der Projektlaufzeit zusammengetragen werden.</p>
<b>Totholzfläche im Wald (R)</b>	<p>Totholz bietet vielen Arten einen Lebensraum und dient zugleich als Trittstein für Ausbreitungs- und Wanderbewegungen. Das Zurücklassen von Totholz im Wald, zur Unterstützung der Artenvielfalt, ist deshalb als Anpassungsmaßnahme geeignet. Der Freiburger Stadtwald ist FSC-zertifiziert, was zum Belassen von festgelegten Totholz mengen verpflichtet. Entsprechende Daten konnten im Rahmen der Projektlaufzeit nicht eingeholt werden, liegen dem Forstamt Freiburg aber vor.</p>

**Tabelle 19: Weitere denkbare Indikatoren für das Handlungsfeld „Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz“**

<b>Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz</b>	
<b>Hitzebedingte Übersterblichkeit (I)</b>	<p>Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit ergeben sich vor allem aus dem Anstieg der Häufigkeit oder Intensität von extremen Wetterereignissen. Die thermische Belastung durch Hitze wirkt sich nachteilig auf den Menschen aus, sodass als Folge von zu hoher Belastung der Tod eintreten kann. Deshalb wird die Beobachtung der Mortalitätsrate für sinnvoll erachtet.</p>
<b>Thermische Gefahrenindex DWD (I)</b>	<p>Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit ergeben sich vor allem aus dem Anstieg der Häufigkeit oder Intensität von extremen Wetterereignissen. Die thermische Belastung durch Hitze wirkt sich nachteilig auf die Morbidität, Leistungsfähigkeit und das Wohlbefinden des Menschen aus. Aufgrund einer erwarteten Zunahme von Hitzeperioden, wird die Beobachtung des Thermischen Gefahrenindex als sinnvoll erachtet. Der Index wird</p>

	vom DWD erfasst, konnte aber im Rahmen der Projektlaufzeit nicht mehr in das Indikatorensystem integriert werden.
<b>Wetterfähigkeit DWD (I)</b>	Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit ergeben sich vor allem aus dem Anstieg der Häufigkeit oder Intensität von extremen Wetterereignissen. Die thermische Belastung durch Hitze wirkt sich nachteilig auf die Morbidität, Leistungsfähigkeit und das Wohlbefinden des Menschen aus. Aufgrund einer erwarteten Zunahme von Hitzeperioden, wird die Beobachtung der Wetterfähigkeit Gefahrenindizes als sinnvoll erachtet. Der Index wird vom DWD erfasst, konnte aber im Rahmen der Projektlaufzeit nicht mehr in das Indikatorensystem integriert werden.
<b>Unwetterwarnungen DWD (I)</b>	Extremereignisse wie Stürme und Starkregen werden laut Prognose durch den Klimawandel häufiger. Aus diesem Grund wurden die Unwetterwarnungen des DWD als Auswirkungsindikator in Betracht gezogen, um diesen Anstieg zu beobachten. Der Index wird vom DWD erfasst, konnte aber im Rahmen der Projektlaufzeit nicht mehr in das Indikatorensystem integriert werden.
<b>Ambrosiavorkommen (I)</b>	Besonders gefürchtet ist die Zunahme allergener Pollen durch Neophyten, wie der Beifuß-Ambrosie ( <i>Ambrosia artemisiifolia</i> ). Sie stammt aus Nordamerika und das mildere Klima verbessert ihre Wuchsbedingungen zusehends. Aus diesem Grund wurde die Anzahl gemeldeter Ambrosiavorkommen als Impact-Indikator in Betracht gezogen, konnte aber während der Projektlaufzeit nicht mehr bearbeitet werden. Die LUBW dokumentiert und kartiert Ambrosiabestände in Baden-Württemberg und kann als Datenquelle in Betracht gezogen werden.
<b>Belastung mit Ambrosiapollen (I)</b>	Besonders gefürchtet ist die Zunahme allergener Pollen durch Neophyten, wie der Beifuß-Ambrosie ( <i>Ambrosia artemisiifolia</i> ). Sie stammt aus Nordamerika und das mildere Klima verbessert ihre Wuchsbedingungen zusehends. Aus diesem Grund wurde die Entwicklung der Belastung mit Ambrosiapollen als Impact-Indikator in Betracht gezogen, konnte aber während der Projektlaufzeit nicht mehr bearbeitet werden. Daten hierzu werden vom Polleninformationsdienst (PID) erfasst.
<b>Konzentration Luftschadstoffe (I)</b>	Die Umweltqualität im städtisch geprägten Raum wird stark von Gasen wie NO <sub>2</sub> sowie Feinstaubpartikeln beeinflusst. Mit zunehmend höheren Temperaturen und häufigeren Hitzewellen verschärft sich die Problematik der Stadt als Wärmearchipel. Die Konzentration der Luftschadstoffe wird durch die LUBW erfasst

	und kann über die Online-Statistik der Stadt Freiburg FR.ITZ bezogen werden.
<b>Anzahl von Rettungseinsätzen in Abhängigkeit zu meteorologischen Bedingungen (I)</b>	Sowohl durch Sturm, als auch durch Hitze, ist im Zuge des Klimawandels mit steigenden Rettungseinsätzen zu rechnen. Als Datenquelle könnte die Statistik der Rettungsdienste (ILS Freiburg) dienen. Die Aufzeichnungen konnten im Rahmen der Projektlaufzeit nicht zusammengetragen und ausgewertet werden.
<b>Anzahl und Ursache von Sterbefällen (I)</b>	Durch vermehrte und längere Hitzewellen sowie dem Anstieg weiterer Extremereignisse, ist während dieser Phasen mit einer Zunahme von Sterbefällen zu rechnen. Als Datenquelle könnte die Statistik des Standesamtes oder auch die Gesundheitsberichtserstattung durch Stadt, Land und Bund fungieren. Die Informationen konnten jedoch im Rahmen der Projektlaufzeit nicht gesammelt und ausgewertet werden.
<b>Vektorassoziierte Krankheiten: Borreliose (I)</b>	Steigende Durchschnittstemperaturen, vor allem milde Winter, begünstigen die Ausbreitung von Vektoren wie Zecken. Der Gemeine Holzbock ( <i>Ixodes ricinus</i> ) ist die in Deutschland am häufigsten anzutreffende Zecke und profitiert von warmem, feuchtem Klima. Aufgrund milder Winter ist sie mittlerweile ganzjährig aktiv und überträgt Krankheiten, wie Borreliose, zu allen Jahreszeiten. Bei steigender Trockenheit wäre aber auch ein Rückgang denkbar. Da die Borreliose nicht der Meldepflicht unterliegt, werden Krankheitsausbrüche bisher nicht erfasst. Eine Beobachtung dieser Krankheit wird als sinnvoll erachtet.
<b>Vektorassoziierte Krankheiten: Leishmaniose (I)</b>	Steigende Durchschnittstemperaturen, vor allem milde Winter, begünstigen die Ausbreitung von Vektoren wie Sandmücken ( <i>Phlebotominae</i> ). Sie übertragen Krankheiten wie die Leishmaniose. Diese Infektionskrankheit hat ihr Verbreitungsgebiet in den Tropen, im Mittelmeerraum und in Asien. Der Klimawandel scheint die Ausbreitung zu begünstigen und deshalb wird die Beobachtung als geeigneter Indikator betrachtet. Da die Leishmaniose nicht der Meldepflicht unterliegt, werden Krankheitsausbrüche bisher nicht erfasst.
<b>Entwicklung der Befallsfläche mit Eichenprozessionsspinnern (I)</b>	Der Eichenprozessionsspinner ( <i>Thaumetopoea processionea</i> ) stellt immer mehr eine Gefahr für die menschliche Gesundheit dar. Denn die Raupen bilden ab dem dritten Larvenstadium Brennhaare aus, die bei Kontakt Haut- und Augenentzündungen sowie Erkrankungen der Atemwege auslösen können. Das vermehrte Auftreten in trocken-warmen Jahren und die Ausdehnung des



	<p>Verbreitungsgebietes lassen darauf schließen, dass der Eichenprozessionsspinner vom Klimawandel profitiert. Bisher konnte die Entwicklung der Befallsfläche für Baden-Württemberg ausgemacht werden, nicht aber für Freiburg. Die Daten könnten jedoch durch die FVA Baden-Württemberg aufgeschlüsselt erfasst werden. Im Rahmen der Projektlaufzeit konnte dem jedoch nicht weiter nachgegangen werden.</p>
<p><b>Jahresmitteltemperatur und Massenvermehrungen des Eichenprozessionsspinners (I)</b></p>	<p>Der Eichenprozessionsspinner (<i>Thaumetopoea processionea</i>) stellt immer mehr eine Gefahr für die menschliche Gesundheit dar. Denn die Raupen bilden ab dem dritten Larvenstadium Brennhaare aus, die bei Kontakt Haut- und Augenentzündungen sowie Erkrankungen der Atemwege auslösen können. Das vermehrte Auftreten in trocken-warmen Jahren und die Ausdehnung des Verbreitungsgebietes lassen darauf schließen, dass der Eichenprozessionsspinner vom Klimawandel profitiert. Eine deutschlandweite Auflistung konnte im BfN-Skript 365 ausfindig gemacht werden, jedoch keine Aufschlüsselung für Freiburg.</p>
<p><b>Sensibilisierungsraten und Allergiegesehen (I)</b></p>	<p>Für das Entstehen von Allergien ist eine Vielzahl von Faktoren verantwortlich, unter welchen die Allergenexposition nur einen Aspekt darstellt. Bei den Allergenen spielen vor allem Pollen eine große Rolle und es wird im Rahmen des Klimawandels mit einer Zunahme allergischer Reaktionen, ausgelöst durch biologisch aktive Partikel, wie den Pollen der Beifuß-Ambrosie, gerechnet. Zur Bewertung des Allergiegesehens böten sich die Daten des Pollentagebuchs des Polleninformationsdienstes (PID) an. Seit 2009 dokumentieren dort allergiegeplagte Menschen ihre aktuellen Beschwerden, welche mit der Stärke des Pollenflugs und der Pollenkonzentration ins Verhältnis gesetzt werden könnten. Als weitere Quelle könnten auch die Statistiken der Kassenärztlichen Vereinigung zu Rate gezogen werden. Im Rahmen der Projektlaufzeit konnte jedoch die Umsetzbarkeit nicht vollständig geprüft werden. Für die Sensibilisierung gegen Allergene liegt in Deutschland noch kein systematisches Monitoring vor.</p>
<p><b>Vorkommen und Konzentration toxischer Cyanobakterien in Badegewässern (I)</b></p>	<p>Durch wärmere Temperaturen und höhere Sonneneinstrahlung wird eine sprunghafte Vermehrung von Blaualgen für möglich gehalten, welche toxische Stoffe in das Wasser abgeben. Daten zu Badestellen werden seit Jahrzehnten durch die Gesundheitsämter erfasst. Bisher wurde jedoch noch nie eine Algenblüte in der Badesaison beobachtet. Zu bedenken gilt, dass neben Temperatur und Sonneneinstrahlung auch der Nährstoffgehalt im Wasser zur</p>

	Algenblüte beiträgt. Diese Daten müssten über die LUBW einsehbar sein, konnten aber im Rahmen der Projektlaufzeit nicht zusammengetragen und ausgewertet werden.
<b>Anzahl der Verletzungen / Todesfälle bedingt durch Unwetter und Sturm (I)</b>	Verletzungen und Todesfälle infolge von Extremwetterereignissen, wie Stürme und Unwetter, könnten durch den Klimawandel zunehmen. Die Beobachtung der Entwicklung von Personenschäden käme aus diesem Grund als geeigneter Auswirkungsindikator in Frage. Es konnte jedoch keine Datenquelle hierzu erschlossen werden.
<b>Verstärktes Auftreten von Basalzellkarzinomen (I)</b>	Chronische UV-Belastung fördert das Wachstum von Basalzellkarzinomen, welche in südlichen Ländern häufiger auftreten. Höhere Strahlungsbelastung und ein daraus resultierender Anstieg der Krankheitsfälle, könnte einen Indikator für den Klimawandel darstellen.
<b>Arbeitsunfälle infolge von meteorologischen Rahmenbedingungen (I)</b>	Ein Anstieg von Arbeitsunfällen, infolge von beispielsweise beeinträchtigter Konzentrationsfähigkeit durch Hitze, wäre denkbar. Aus diesem Grund könnte sich ein allgemeines Monitoring von Arbeitsunfällen und deren Ursachen als sinnvoller Indikator erweisen. Es konnten bisher jedoch keine Datenquellen erschlossen werden.
<b>Beeinträchtigung der Arbeits- und Konzentrationsfähigkeit aufgrund von Hitze (Produktivitätseinbußen) (I)</b>	Die Beeinträchtigung der Arbeits- und Konzentrationsfähigkeit aufgrund von Hitze, könnte sich zukünftig bei Hitzewellen durch Produktionseinbußen bemerkbar machen. Eine Beobachtung dieser Entwicklung wäre daher von Interesse. Es konnten jedoch keine Datenquellen ausfindig gemacht werden.
<b>Krankenstand in Abhängigkeit zu meteorologischen Bedingungen (I)</b>	Eine Häufung der Krankmeldungen, während Hitzewellen, aufgrund von beispielsweise Kreislaufbeschwerden wäre denkbar. Eine Beobachtung dieser Entwicklung könnte daher von Interesse sein. Es fanden sich jedoch keine Datenquellen.
<b>UV-Index DWD (I/R)</b>	Die steigende Strahlungsbelastung als Folge des Klimawandels erhöht die gesundheitliche Gefährdung durch ultraviolette Strahlung. Der UV-Index des DWD beruht auf der Einschätzung der maximalen sonnenbrandwirksamen UV-Strahlung und beurteilt die gesundheitlichen Risiken. Der UV-Index eignet sich nicht nur zur Beobachtung der Auswirkungen des Klimawandels, sondern kann auch als Anpassungsmaßnahme an diesen betrachtet werden.
<b>Hitzewarnungen des DWD (I/R)</b>	Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit ergeben sich vor

	<p>allem aus dem Anstieg der Häufigkeit oder Intensität von extremen Wetterereignissen. Die thermische Belastung durch Hitze wirkt sich nachteilig auf die Morbidität, Leistungsfähigkeit und das Wohlbefinden des Menschen aus. Aufgrund einer erwarteten Zunahme von Hitzeperioden, wird die Beobachtung der Hitzewarnungen als sinnvoll erachtet. Der Index wird vom DWD erfasst, konnte aber im Rahmen der Projektlaufzeit nicht mehr in das Indikatorensystem integriert werden.</p>
<p><b>Maßnahmen zur Ambrosiakontrolle (R)</b></p>	<p>Besonders gefürchtet ist die Zunahme allergener Pollen durch Neophyten, wie der Beifuß-Ambrosie (<i>Ambrosia artemisiifolia</i>). Sie stammt aus Nordamerika und das mildere Klima verbessert ihre Wuchsbedingungen zusehends. Die LUBW dokumentiert und kartiert Ambrosiabestände in Baden-Württemberg und bekämpft diese im selben Zuge. Sie kann als Datenquelle in Betracht gezogen werden.</p>
<p><b>Verlegung der Arbeitszeiten in kühlere Tageszeiten (R)</b></p>	<p>Um hitzebedingten Beeinträchtigungen der Arbeits- und Konzentrationsfähigkeit, vermehrten Arbeitsunfällen und steigenden Krankmeldungen entgegenzuwirken, käme die Verlegung der Arbeitszeiten in kühlere Tageszeiten als Anpassungsmaßnahme in Frage. Dies kennt man bereits aus südlichen Ländern, in denen die meisten Läden nur morgens und vor allem abends geöffnet haben und auch das gesellschaftliche Treiben in den kühleren Nachtstunden stattfindet. Bisher konnte jedoch keine geeignete Datenquelle erschlossen werden.</p>
<p><b>Anzahl/ Anteil an Personen, die im Stadt bzw. Innenstadtklima wohnen (R)</b></p>	<p>Schon heute sind Städte Wärmeinseln, deren Situation der Klimawandel noch weiter verschärfen wird. Die Erstellung der Klimafunktionskarte für die Stadt Freiburg im Breisgau, durch Richter, Röckle, Steinicke und Streifeneder, zeigt die besonders sensiblen Bereiche, in denen schon heute Innenstadtklima herrscht und Handlungsbedarf besteht. Maßnahmen, wie die Anlage von Grünflächen, könnten in diesen Bezirken die Verhältnisse verbessern. Ob genug für die Anpassung an häufigere Hitzeeinwirkungen getan wird, könnte sich am Anteil der Freiburger Einwohner messen, welche im Innenstadtklima wohnen. Zu beachten gilt, dass die Fortschreibung der Stadtklimaanalyse, aufgrund veränderter Zielvorgaben, nicht zwingend einer standardisierten Methodik unterliegt und dadurch ein Vergleich erschwert bzw. nicht möglich ist. Die Informationen liegen dem Stadtplanungsamt vor, konnten aber im Rahmen der Projektlaufzeit</p>

	nicht zusammengetragen und ausgewertet werden.
<b>Anzahl/ Anteil anfälliger Bevölkerungsgruppen die im Stadt- bzw. Innenstadtklima angesiedelt sind (R)</b>	Schon heute sind Städte Wärmeinseln, deren Situation der Klimawandel noch weiter verschärfen wird. Die Erstellung der Klimafunktionskarte für die Stadt Freiburg im Breisgau, durch Richter, Röckle, Steinicke und Streifeneder, zeigt die besonders sensiblen Bereiche, in denen schon heute Innenstadtklima herrscht und Handlungsbedarf besteht. Maßnahmen, wie die Anlage von Grünflächen könnten in diesen Bezirken die Verhältnisse verbessern. Ob genug für die Anpassung an häufigere Hitzeeinwirkungen getan wird, könnte sich am Anteil der anfälligeren Bevölkerungsgruppen messen, welche im Innenstadtklima angesiedelt sind. Hierzu zählen z.B. die Nutzer von Krankenhäusern, Altenheimen und Kindergärten. Zu beachten gilt, dass die Fortschreibung der Stadtklimaanalyse, aufgrund veränderter Zielvorgaben, nicht zwingend einer standardisierten Methodik unterliegt und dadurch ein Vergleich erschwert bzw. nicht möglich ist. Die Informationen liegen dem Stadtplanungsamt vor, konnten aber im Rahmen der Projektlaufzeit nicht zusammengetragen und ausgewertet werden.
<b>Ausweisung von klimatisch bedeutsamen Freiflächen (R)</b>	Schon heute sind Städte Wärmeinseln, deren Situation der Klimawandel noch weiter verschärfen wird. Deshalb spielen begrünte Freiflächen zukünftig eine noch wichtigere Rolle als sie es heute schon tun, um zur Abkühlung der Stadt beizutragen und vor allem in schwer belasteten Gebieten Erleichterung für die Bevölkerung zu schaffen. Eine Ausweisung bioklimatisch wertvoller Freiflächen in belasteten Gebieten, hat in Freiburg noch nicht stattgefunden, ist zukünftig jedoch geplant. Bisher besteht kein Bezug zwischen den erfassten Grünflächen im Perspektivplan und der Stadtklimaanalyse bzw. der Freiburger Klimafunktionskarte. Zudem gilt hier zu beachten, dass zur Fortschreibung, aufgrund verschiedener Zielvorgaben, keine standardisierte Methodik verwendet wird, sodass ein Vergleich zu den vorherigen Ergebnissen nicht möglich ist. Vielleicht wird jedoch zukünftig die Vergleichbarkeit gewährleistet. Die Informationen werden durch das Stadtplanungsamt erstellt.
<b>Anteile von Siedlungs-, Verkehrs-, Wasser- und Grünflächen (R)</b>	Schon heute sind Städte Wärmeinseln, deren Situation der Klimawandel noch weiter verschärfen wird. Deshalb spielen begrünte Freiflächen zukünftig eine noch wichtigere Rolle als sie es heute schon tun, um zur Abkühlung der Stadt beizutragen und vor allem in schwer belasteten Gebieten Erleichterung für die

	<p>Bevölkerung zu schaffen. Zur Fortschreibung des Flächennutzungsplans in Freiburg werden derzeit Kartierungen vorgenommen, in denen vor allem die Grünflächen eine größere Rolle spielen, wenn es um die Frage der Nachverdichtung geht. Diese Erhebungen könnten Aufschluss über die derzeitigen Anteile von Siedlungs-, Verkehrs-, Wasser- und Grünflächen geben und bei einer Fortschreibung Entwicklungen aufzeigen. Die Daten werden durch das Stadtplanungsamt erhoben.</p>
<b>Anzahl Wasserspender in öffentlichen Verkehrsmitteln (R)</b>	<p>Aufgrund steigender Temperaturen und zunehmender Hitzewellen wird das Aufstellen von Trinkwasserspendern als geeignete Anpassungsmaßnahme betrachtet. So könnte mangelnder Flüssigkeitszufuhr und dem Kreislaufkollaps entgegen gewirkt werden. Bisher sind Wasserspender nur in öffentlichen Schulen verbreitet.</p>
<b>Anzahl Wasserspender in öffentlichen Gebäuden (R)</b>	<p>Aufgrund steigender Temperaturen und zunehmender Hitzewellen wird das Aufstellen von Trinkwasserspendern als geeignete Anpassungsmaßnahme betrachtet. So könnte mangelnder Flüssigkeitszufuhr und dem Kreislaufkollaps entgegen gewirkt werden. Bisher sind Wasserspender nur in öffentlichen Schulen verbreitet.</p>
<b>Ausstattung uniformtragender Arbeitnehmer mit sommerlicher Funktionskleidung (R)</b>	<p>Das Angebot von sommerlicher Funktionskleidung wird bei steigenden Temperaturen und zunehmenden Hitzewellen als geeignete Anpassungsmaßnahme bewertet. Institutionen, wie das Forstamt, bieten ihren Mitarbeitern schon heute eine Sommerausstattung an. Neben einer informativen Aufklärung, werden Sonnencreme und ab bestimmten Temperaturen zusätzliche Getränke offeriert. Es wurde jedoch kein Weg gefunden diese Informationen in quantitativer Form wiederzugeben.</p>
<b>FSME-Impfdichte (R)</b>	<p>Die FSME-Impfung ist eine Anpassungsmaßnahme an die sich ausbreitende, durch Zecken übertragene Krankheit und dient als wirksamer Schutz. Da die Impfung keine Pflicht ist, könnte so das Bewusstsein der Bevölkerung gegenüber dieser Krankheit ermittelt werden. Gleichmaßen ließen sich Impfdichte und Erkrankungsrisiko abschätzen. Es konnten keine nutzbaren Informationen zur Impfdichte in Freiburg gewonnen werden.</p>
<b>Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen zur Vektorenkontrolle (R)</b>	<p>Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen zur Kontrolle der klimainduzierten Ausbreitung von Vektoren, wären als geeignete Maßnahme zur Anpassung an den Klimawandel zu betrachten. Beispielsweise in Breisach und Teilen der Rheinaue wird jährlich</p>

	<p>mehrfach mit Bazillus Thuringiensis gespritzt, um der Mückenplage Herr zu werden (Integrierte Stechmückenbekämpfung im Auebereich vom GfG). Es konnten während der Projektlaufzeit keine näheren Informationen zu diesen Einsätzen gesammelt werden.</p>
<p><b>Maßnahmen zur Eindämmung von Nährstoffeinträgen in Gewässer (R)</b></p>	<p>Maßnahmen zur Eindämmung von Nährstoffeinträgen in Gewässer, zur Vermeidung von zu starkem Algenwachstum und anderen Faktoren, werden bereits umgesetzt. Beispielsweise gilt seit dem 01.01.2014 ein Gesetz für landwirtschaftliche Nutzflächen, einen Pufferstreifen von mindestens fünf Metern zu jedem Gewässer einzuhalten. Weitere Informationen zu diesem Thema liegen nicht vor.</p>
<p><b>Anzahl Schutz- und Rückzugsräume (R)</b></p>	<p>Verletzungen und Todesfälle, infolge von Extremwetterereignissen wie Stürme und Unwetter, könnten durch den Klimawandel zunehmen. Ein ausreichendes Angebot an Schutz- und Rückzugsräumen wird daher als geeignete Anpassungsmaßnahme erachtet. Bisher konnten jedoch keine Informationen zu fest installierten Schutz- und Rückzugsräumen ausfindig gemacht werden. Die Zuständigkeit läge vermutlich beim Amt für Brand- und Katastrophenschutz.</p>
<p><b>Kapazität der Schutz- und Rückzugsräume (R)</b></p>	<p>Verletzungen und Todesfälle, infolge von Extremwetterereignissen wie Stürme und Unwetter, könnten durch den Klimawandel zunehmen. Neben dem ausreichenden Angebot an Schutz- und Rückzugsräumen spielen auch die Aufnahmekapazitäten eine wichtige Rolle. Bisher konnten keine Informationen zu fest installierten Schutz- und Rückzugsräumen ausfindig gemacht werden. Die Zuständigkeit liegt vermutlich beim Amt für Brand- und Katastrophenschutz.</p>
<p><b>Ausdehnung der Siedlungsfläche ÜSG eines HQ<sub>100</sub> Hochwassers (R)</b></p>	<p>Die Erstellung der Hochwasserrisikokarte für Freiburg im Breisgau ist mittlerweile abgeschlossen. Sie zeigt Bereiche, welche besonders sensibel gegenüber Hochwasser, beziehungsweise einem HQ<sub>100</sub> sind. Als Anpassungsmaßnahme käme die Reduzierung der Siedlungsfläche in den besonders gefährdeten Gebieten z.B. durch Hochwasserschutzmaßnahmen oder Siedlungsrückbau in Frage. Grundlage hierfür könnte die Fortschreibung der Hochwasserrisikokarte sein, als Datenquelle kann das Regierungspräsidium Freiburg zu Rate gezogen werden.</p>
<p><b>Anzahl / Anteil der Einwohner über</b></p>	<p>Die Erstellung der Hochwasserrisikokarte für Freiburg im Breisgau ist mittlerweile abgeschlossen. Sie zeigt Bereiche, welche besonders</p>

<b>65, die in einem HQ<sub>100</sub> ÜSG leben (R)</b>	sensibel gegenüber Hochwasser, beziehungsweise einem HQ <sub>100</sub> sind. Als Anpassungsmaßnahme böte sich die Reduzierung der Einwohner, vor allem besonders anfälliger Bevölkerungsgruppen, wie Personen über 65, durch Hochwasserschutzmaßnahmen oder Siedlungsrückbau an. Grundlage hierfür könnte die Fortschreibung der Hochwasserrisikokarte sein, als Datenquelle kann das Regierungspräsidium Freiburg zu Rate gezogen werden.
<b>Anzahl / Anteil der Bau-/ Siedlungs- und Verkehrsflächen in Überschwemmungsgebieten (R)</b>	Die Erstellung der Hochwasserrisikokarte für Freiburg im Breisgau ist mittlerweile abgeschlossen. Sie zeigt Bereiche, welche besonders sensibel gegenüber Hochwasser, beziehungsweise einem HQ <sub>100</sub> sind. Als Anpassungsmaßnahme wäre die Reduzierung der Bau-, Siedlungs- und Verkehrsflächen in den besonders gefährdeten Gebieten, z.B. durch Hochwasserschutzmaßnahmen oder Siedlungsrückbau, sinnvoll. Grundlage hierfür könnte die Fortschreibung der Hochwasserrisikokarte sein, als Datenquelle kann das Regierungspräsidium Freiburg zu Rate gezogen werden.
<b>Evakuierungspläne (R)</b>	Verletzungen und Todesfälle, infolge von Extremwetterereignissen wie Stürme und Unwetter, könnten durch den Klimawandel zunehmen. Im Falle einer Katastrophe sind bereits vorhandene Evakuierungspläne für den reibungslosen Ablauf von Rettungsaktionen größerer Menschenmassen unverzichtbar und als geeignete Anpassungsmaßnahme wichtig. Freiburg besitzt solche Pläne sowie eine Auflistung an Turnhallen und sonstigen Räumen, welche temporär zu Schutz- und Rückzugsräumen umfunktioniert werden können. Nähere Informationen konnten im Rahmen der Projektlaufzeit nicht ermittelt werden.
<b>Anzahl der Generatoren in öffentlichen Gebäuden (R)</b>	Verletzungen und Todesfälle, infolge von Extremwetterereignissen wie Stürme und Unwetter, könnten durch den Klimawandel zunehmen. Das Aufrechterhalten und die Sicherung der Kommunikation sind im Falle einer solchen Katastrophe essentiell. Die Anzahl von Generatoren in öffentlichen Gebäuden ist messbar und als geeignete Anpassungsmaßnahme zu betrachten. Bisher konnten keine Informationen hierüber ausfindig gemacht werden.
<b>Hautkrebs Vorsorgeuntersuchungen (R)</b>	Chronische UV-Belastung fördert das Wachstum von Basalzellkarzinomen, welche in südlichen Ländern bereits häufiger auftreten. Einem Anstieg der ernstesten Krankheitsfälle kann durch Hautkrebs Vorsorgeuntersuchungen entgegen gewirkt werden. Informationen und Statistiken könnten beim Deutschen Krebsforschungszentrum der Helmholtz-Gesellschaft bezogen

	werden. Im Rahmen der Projektlaufzeit konnte dies jedoch nicht ausreichend geprüft werden.
<b>Anteil / Anzahl überdachter Bushaltestellen (R)</b>	Überdachte Haltestellen bieten den wartenden Personen Schutz vor Sonneneinstrahlung, Regen und herabfallenden Ästen. Die Überdachung der Haltestellen in Freiburg wäre deshalb als eine geeignete Anpassungsmaßnahme an den Klimawandel zu sehen. Informationen hierüber könnten der VAG vorliegen, konnten aber im Rahmen der Projektlaufzeit nicht abgefragt und ausgewertet werden.

**Tabelle 20: Weitere denkbare Indikatoren für das Handlungsfeld „Verkehr, Transport und Logistik“**

<b>Verkehr, Transport und Logistik</b>	
<b>Spontane Quellschüttungen im Winter, welche zu Glatteis führen (I)</b>	Ungeplante Quellschüttungen treten durch hohes Regenaufkommen immer wieder auf. In den Wintermonaten können sie große Eisflächen auf Verkehrswegen bilden. Durch die durch den Klimawandel erwarteten stärkeren und vermehrten Regenfälle in der kalten Jahreszeit, könnte hierdurch ein häufiger auftretendes Problem entstehen. Aus diesem Grund wird eine Beobachtung dieses Phänomens als geeigneter Auswirkungsindikator betrachtet. Daten hierzu könnten möglicherweise beim Eigenbetrieb Stadtentwässerung (ESE) vorliegen, konnten jedoch im Rahmen der Projektlaufzeit nicht mehr zusammengetragen werden.
<b>Anzahl Hangrutschungen (I)</b>	Hangrutschungen werden durch hohe Niederschlagsmengen begünstigt. Durch vermehrte, stärkere Regenfälle in der kalten Jahreszeit, könnte ein häufiger auftretendes Problem entstehen. Aus diesem Grund wird eine Beobachtung dieses Phänomens als geeigneter Auswirkungsindikator betrachtet.  Bisher konnten keine regelmäßigen Aufzeichnungen dazu gefunden werden. Eine Erfassung wäre jedoch leicht und kostengünstig umsetzbar. Zu bedenken gilt, dass der Pflegezustand der Böschungen maßgeblich zur Erhöhung bzw. Erniedrigung des Risikos beiträgt.
<b>Anzahl witterungsbedingter Straßenverkehrsunfälle (I)</b>	Häufigeres Auftreten von Starkregenereignissen und Blitzeis in den Wintermonaten, sind mögliche Auswirkungen des Klimawandels. Eine Erfassung witterungsbedingter Straßenverkehrsunfälle wäre deshalb ein geeigneter Indikator. Leider wird in der Regel nicht hinsichtlich der Unfallursache unterschieden. Die



	Verkehrsmeldungen der Polizei könnten jedoch eine Informationsquelle darstellen.
<b>Versicherungsschäden der VAG (I)</b>	Vermehrte Sturmereignisse könnten häufigere Schäden an den Oberleitungsnetzen des Straßenbahnnetzes etc. verursachen. Durch die Schadmeldungen an die Versicherung, wäre die Beobachtung der Entwicklung von Extremereignissen möglich. Die Daten müssten der VAG vorliegen, konnten aber innerhalb der Projektlaufzeit nicht eingeholt und ausgewertet werden.
<b>Witterungssensoren in der Straßenoberfläche (I /R)</b>	Witterungssensoren erfassen und speichern verschiedenste Daten wie Bodentemperatur, Salzgehalt und Glatteisgefahr. Diese Informationen könnten sowohl zur Beobachtung der Auswirkungen des Klimawandels genutzt werden, als auch der Anpassung von z.B. Streusalzeinsatz oder für Glatteis-Warnhinweise dienen. In Freiburg gibt es bisher zwei dieser Sensoren, im Rahmen der Projektlaufzeit konnten jedoch keine weiteren Informationen eingeholt werden.
<b>Anteil regelmäßig gepflegter Böschungen bzw. angepasste Flächennutzung in Hanglagen zum Schutz vor Murenabgängen / Hangrutschungen (R)</b>	Hangrutschungen werden durch hohe Niederschlagsmengen begünstigt. Durch vermehrte, stärkere Regenfälle in der kalten Jahreszeit, könnte ein häufiger auftretendes Problem entstehen. Der Pflegezustand des Hanges bzw. der Böschung trägt maßgeblich zur seiner Stabilität bei. Aus diesem Grund werden regelmäßige Pflegemaßnahmen und eine angepasste Flächennutzung als Anpassungsmaßnahme erachtet. Es gibt bisher jedoch keine Aufstellung über die jährlichen Pflegemaßnahmen des GuT.
<b>Anteile an hitzebeständigem Asphalt (R)</b>	Durch steigende Sommertemperaturen kann es zu negativen Veränderungen des Straßenzustandes kommen. Die Asphalt-Beläge werden stets weiter entwickelt und für jegliche Arbeiten an den Verkehrswegen wird die „neueste“ bzw. „belastbarste“ Zusammensetzung verwendet. Eine wichtige Eigenschaft besteht in der Hitzebeständigkeit. Es konnten jedoch keine Daten über die Anteile an hitzebeständigem Asphalt, innerhalb des Freiburger Verkehrsnetzes, gewonnen werden. Die Zuständigkeit hierfür läge beim GuT Freiburg.
<b>Kosten für / Investitionen in Sanierungsmaßnahmen an durch Hitze geschädigte Straßen (R)</b>	Durch steigende Sommertemperaturen, kann es zu negativen Veränderungen des Straßenzustandes kommen. In Freiburg wurde aus diesem Grund die Leo-Wohlep-Brücke saniert. Es konnten jedoch keine Informationen zu Kosten, Investitionen oder weiteren Maßnahmen ermittelt werden.
<b>Strecke angepasster</b>	Das häufigere Auftreten von Starkregenereignissen ist eine

<b>Entwässerungsgräben (R)</b>	mögliche Auswirkung des Klimawandels. Zur Vermeidung von Aquaplaning, ist das Wasser schnellstmöglich von der Straße abzuführen. Entwässerungsgräben müssen an die steigenden Wassermassen angepasst werden, um so die Anflutungen in kurzer Zeit fassen und abtransportieren zu können. Für Freiburg fanden sich diesbezüglich keine Informationen.
<b>Ausweisung der Wasserwege in Hanglagen (R)</b>	Zur Vorbeugung von Hangrutschungen, wäre die Ausweisung von Wasserwegen in Hanglagen als mögliche Anpassungsmaßnahme in Betracht zu ziehen. Es sind bereits hydrologische Modelle vorhanden, jedoch nicht bei der Stadt. Weitere Informationen hierzu konnten während der Projektlaufzeit nicht zusammengetragen werden.
<b>Prozentuale Relation von absolvierten Fahrtrainings zu Gesamtführerscheininhabern (R)</b>	Häufigeres Auftreten von Starkregenereignissen und Blitzeis in den Wintermonaten, sind mögliche Auswirkungen des Klimawandels. Aus diesem Grund wird die Nutzung von Fahrtrainingseinheiten, welche auf diese Situationen vorbereiten, als interessante Möglichkeit der Anpassung betrachtet. Es konnten jedoch keine Daten ausfindig gemacht werden.
<b>Anzahl Warnschilder an gefährlichen Streckenabschnitten (R)</b>	Häufigeres Auftreten von Starkregenereignissen und Blitzeis in den Wintermonaten sind mögliche Auswirkungen des Klimawandels. Das Anbringen von Warnschildern an gefährlichen Streckenabschnitten gilt als geeignete Anpassungsmaßnahme. Eine Aufzeichnung bezüglich der Anzahl von Warnschildern an gefährlichen Streckenabschnitten gibt es in Freiburg nicht. Bei größeren Ereignissen, wie Sturm, warnen die Medien. Im Straßenverkehr werden jedoch immer häufiger elektronische Anzeigetafeln eingesetzt, sodass eine Beobachtung dieser Entwicklung als Anpassungsmaßnahme betrachtet werden könnte.
<b>Wasserabflussschwache Bereiche im Straßennetz (R)</b>	Das Feststellen und Ausbessern wasserabflussschwacher Bereiche im Straßennetz, kann als eine Anpassungsmaßnahme an zunehmende Starkregenereignisse und Hochwasser gesehen werden. Auch in Freiburg wurden derartige Maßnahmen schon durchgeführt (B31, Mooswaldallee), es konnten jedoch keine geeigneten Datenquellen erschlossen werden.
<b>Hitzeschäden an Straßen (R)</b>	Durch steigende Sommertemperaturen kann es zu negativen Veränderungen des Straßenzustandes kommen. In Freiburg kann hier als Beispiel die Leo-Wohlep-Brücke genannt werden, deren Belag aufgrund von Hitze und zu weichem Teer tiefe Spurrillen bildete. Weitere Informationen zu Kosten bzw. Investitionen

	konnten jedoch im Rahmen der Projektlaufzeit nicht abgebildet werden. Die Zuständigkeit hierfür läge beim GuT.
--	--

**Tabelle 21: Weitere denkbare Indikatoren für das Handlungsfeld „Energiemanagement“**

<b>Energiemanagement</b>	
<b>SAIDI /SAIFI (I)</b>	Um den Grad der elektrischen Versorgungssicherheit zu messen werden Kennzahlen erstellt. Der SAIDI (System Average Interruption Duration Index) an, mit welcher Wahrscheinlichkeit und Dauer ein Kunde zu einem beliebigen Zeitpunkt von einer Versorgungsunterbrechung betroffen ist und der SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) wie oft im Jahr. Sie könnten sich eigenen die Klimafolgen in Form von wetterbedingten Stromunterbrechungen darzustellen. Die Informationen werden jährlich erfasst und liegen der badenova vor.
<b>Stromminderproduktion von Wasserkraftwerken in den Sommermonaten (I)</b>	Freiburg besitzt entlang des Gewerbekanal mehrere Wasserkraftwerke. Diese werden durch das Oberflächenwasser des Gewerbekanal gespeist. Das sommerliche Niedrigwasser senkt auch den Pegel des Gewerbekanal und kann so zu einer Stromminderproduktion führen. Zunehmende Sommertrockenheit, könnte eine solche Problematik verschärfen. Aus diesem Grund wird die Aufzeichnung der Stromminderproduktion in den Sommermonaten als geeigneter Indikator zur Beobachtung der Auswirkungen des Klimawandels betrachtet. Im Rahmen der Projektlaufzeit konnten jedoch nicht genügend Informationen hierzu gesammelt werden.
<b>Oberirdische vs. unterirdische Kabelstecke (R)</b>	Oberirdische Kabelstrecken sind durch häufigere Unwetter- und Starkregenereignisse vermehrt gefährdet. Unterirdisch verlegte Kabel gelten als klimastabil und das Verhältnis von oberirdischer zu unterirdischer Kabelstrecke könnte ein möglicher Anpassungsindikator sein. Es fanden sich hierzu jedoch keine Informationen. Möglicherweise liegen bei der badenova Aufzeichnungen vor.
<b>CAIDI (R)</b>	Der CAIDI gibt im Vergleich zu SAIDI und SAIFI an, wie schnell der Energieversorger auf Unterbrechungen reagiert. Die könnte als ein Indikator dienen, mit welchen der Erfolg der Anpassung gemessen werden kann. Die Informationen werden jährlich erfasst und liegen der badenova vor.

**Tabelle 22: Weitere denkbare Indikatoren für das Handlungsfeld „Bauwesen“**

<b>Bauwesen</b>	
<b>Heizgradtage</b>	Vor allem steigende Temperaturen wirken sich auf die Aufenthaltsqualität von Gebäuden aus. Durch den Klimawandel wird die sommerliche Hitzebelastung zunehmen. Gleichzeitig wird ein Sinken der Heizgradtage für die Wintermonate prognostiziert. Die Informationen über die Heizgradtage liegen dem Gebäudemanagement der Stadt Freiburg vor und können zu einer Auswertung herangezogen werden.
<b>Zertifizierung von Überschwemmungsschutz für Immobilien (R)</b>	Die verstärkte Sicherung von Gebäuden vor Hochwasserschäden wird als geeignete Anpassungsmaßnahme für die Folgen des Klimawandels gesehen. Die Zertifizierung diverser Vorgehen zum Überschwemmungsschutz an Immobilien, könnte als Grundlage für Förderungen bzw. Versicherungsnachlässe und somit als Anreiz zu weiterem Hochwasserschutz dienen. Bisher existiert dieses Konzept auf kommunaler Ebene, wäre aber ebenso für Privatimmobilien wünschenswert. Im Rahmen der Projektlaufzeit konnten diesbezüglich keine Informationen gesammelt werden.
<b>Anzahl der Überschwemmungspässe im Vergleich zur Zahl der Immobilien im Überschwemmungsgebiet (R)</b>	Die verstärkte Sicherung von Gebäuden in Hochwasserregionen gilt als geeignete Anpassungsmaßnahme. Anhand der Anzahl von Überschwemmungspässen, welche durch die Zertifizierung von an den Gebäuden durchgeführten Hochwasserschutzmaßnahmen zugewiesen würden, könnte der Grad der Anpassung von Gebäuden in Überschwemmungsgebieten gemessen werden. Bisher gibt es jedoch noch keinen Überschwemmungspass und folglich auch keine Datenerhebung.
<b>Hydraulisch sanierte Kanäle (R)</b>	Mit zunehmenden Starkregenereignissen, ist die Vergrößerung der Kanäle eine Anpassungsmaßnahme, um die steigenden Wassermassen problemlos abzuführen. Daten hierzu konnten im Rahmen der Projektlaufzeit nicht ermittelt werden, liegen aber vermutlich bei der badenova vor.
<b>Anzahl von Klimaanlage in öffentlichen Gebäuden (R)</b>	Zur Kühlung von Gebäuden in den zunehmend heißer werdenden Sommermonaten, ist eine aktive Klimatisierung als Anpassungsmaßnahme zu werten. Bisher wird sie nur sporadisch als Einzelfallentscheidung eingesetzt. Informationen über die Anzahl der klimatisierten Gebäude konnte nicht in Erfahrung gebracht werden. Die Zuständigkeit der Dokumentation hierfür, läge beim

	Gebäudemanagement der Stadt Freiburg.
<b>Anzahl öffentlicher Gebäude mit Betonkernaktivierung (R)</b>	Zur Kühlung von Gebäuden in den zunehmend heißer werdenden Sommermonaten, ist eine Betonkernaktivierung mit Wasser als Anpassungsmaßnahme möglich. Sie ist energiesparender und umweltverträglicher als eine aktive Klimatisierung und kann die Temperatur in einen Raum um bis zu 3 °C senken. Beispielsweise werden die Hauptfeuerwehrwache, Teile des Innenstadtrathauses sowie das zukünftige technische Rathaus mit dieser Methodik gekühlt. Es konnten jedoch keine genaueren Informationen über die Anzahl der klimatisierten Gebäude in Erfahrung gebracht werden. Die Zuständigkeit der Dokumentation hierfür, läge beim Gebäudemanagement der Stadt Freiburg.
<b>Anteil öffentlicher Gebäude mit Systemen zur Nachtauskühlung (R)</b>	Zur Kühlung von Gebäuden in den zunehmend heißer werdenden Sommermonaten, wären Systeme zur Nachtauskühlung von Gebäuden als Anpassungsmaßnahme denkbar. Insofern nachts hierfür die Fenster geöffnet würden, bestünde die Gefahr von Einbruch und Eindringen von Feuchtigkeit durch Regen. Bisher konnten keine Informationen über die Anzahl der auf diese Weise klimatisierten Gebäude in Erfahrung gebracht werden. Die Zuständigkeit der Dokumentation hierfür, läge beim Gebäudemanagement der Stadt Freiburg.

**Tabelle 23: Weitere denkbare Indikatoren für das Handlungsfeld „Tourismus“**

<b>Tourismus</b>	
<b>Schneedeckenhöhe und –dauer (I)</b>	Wärmere Temperaturen und mildere Winter führen zwangsläufig zu einer Abnahme der Schneedeckenhöhe und dadurch auch zu einer verkürzten Schneedeckendauer. Der DWD misst diese Informationen bereits und könnte die Daten für einen Indikator bereitstellen.
<b>Badewasserqualität (I)</b>	Durch wärmere Temperaturen und höhere Sonneneinstrahlung, wird eine sprunghafte Vermehrung von Blaualgen, welche toxische Stoffe in das Wasser abgeben, für möglich gehalten. Daten zu Badestellen werden seit Jahrzehnten durch die Gesundheitsämter erfasst. Bisher wurde jedoch noch nie eine Algenblüte in der Badesaison beobachtet. Zu bedenken gilt, dass neben Temperatur und Sonneneinstrahlung auch der Nährstoffgehalt im Wasser zur Algenblüte beiträgt. Diese Daten müssten über die LUBW einsehbar sein, konnten aber im Rahmen der Projektlaufzeit nicht

	zusammengetragen und ausgewertet werden.
<b>Anzahl der Teilnehmer bei Stadtführungen (I/R)</b>	Um den Erfolg der Verlegung von Stadtführungsangeboten in die frühen Morgen- und Abendstunden zu messen, wäre eine Beobachtung der Teilnehmerzahl zu diesen Zeiten denkbar. Bisher gibt es keine Erfassung durch das FWTM und es ist auch mittelfristig keine geplant. Eine Offenlegung der Zahlen durch die Partner der Stadt wäre jedoch prinzipiell möglich, könnte aber zu Unmut führen, da bisher nur bestimmte Qualitätskriterien nachgewiesen werden müssen.
<b>Thermalbadnutzung in Zusammenhang mit Schneemangel (I/R)</b>	Um trotz schlechter Wetter- und Witterungsbedingungen Touristen anzulocken, wird schon heute in wetterunabhängige Freizeitangebote wie Wellnessanlagen, Hallenbäder, Museen oder Indoor-Abenteuerspielplätze investiert. Der Klimawandel kann vor allem die winterliche Situation weiter verschlechtern. Nachfrage und Nutzung wetterunabhängiger Freizeitangebote, wie z. B. die Thermalbadnutzung bei Schneemangel im Winter, könnte quantifiziert werden und würde so den Erfolg dieser Maßnahme abbilden. Über die Online-Statistik der Stadt Freiburg (FRITZ) können die Besucherzahlen abgerufen werden.
<b>Museenbesuche in Zusammenhang mit schlechter Witterung (I/R)</b>	Um trotz schlechter Wetter- und Witterungsbedingungen Touristen anzulocken, wird schon heute in wetterunabhängige Freizeitangebote wie Wellnessanlagen, Hallenbäder, Museen oder Indoor-Abenteuerspielplätze investiert. Der Klimawandel kann vor allem die winterliche Situation weiter verschlechtern. Nachfrage und Nutzung wetterunabhängiger Freizeitangebote, wie z. B. der Besuch von Museen bei schlechten Witterungsverhältnissen im Winter, könnte quantifiziert werden und so den Erfolg der Maßnahme aufzeigen. Bisher findet keine Erfassung durch die Stadt statt. Informationen können vielleicht durch die IHK eingeholt werden.
<b>Anzahl der Badegäste im Saisonverlauf (I/R)</b>	Steigende Temperaturen, Trockenheit und Hitzewellen im Sommer erhöhen die Anzahl der Badegäste in Freibädern. Anpassungsmaßnahmen, wie längere Öffnungszeiten, wären eine sinnvolle Reaktion auf das länger währende sommerliche Klima. Die Anzahl der Badegäste im Saisonverlauf könnte aufgezeigt werden. Zahlen über die Besuchermenge liegen der Stadtwerke Freiburger Bäder GmbH vor.
<b>Gästezufriedenheit (R)</b>	Die Untersuchung der Gästezufriedenheit könnte Aufschluss darüber geben, ob Urlauber mit dem Freizeitangebot zufrieden

	<p>waren, insbesondere bei schlechteren Wetter- bzw. Witterungslagen. Bisher findet keine Erfassung durch die Stadt statt und es konnte auch sonst keine Datenquelle ausfindig gemacht werden.</p>
<p><b>Verlegung von Stadtführungsangeboten in die frühen Morgen- und Abendstunden, aufgrund von Hitze (R)</b></p>	<p>Als Anpassung an die steigenden Temperaturen in den Sommermonaten, könnten Stadtführungsangebote aufgrund von Hitze in die frühen Morgen- und Abendstunden verlegt werden. Bisher sind die Führungszeiten noch nachfrage- und nicht klimagesteuert, die Idee dazu besteht jedoch bereits. Informationen hierzu können über das FWTM bezogen werden.</p>
<p><b>Nachfrage / Nutzung wetterunabhängiger Freizeitangebote (R)</b></p>	<p>Um trotz schlechter Wetter- und Witterungsbedingungen Touristen anzulocken, wird schon heute in wetterunabhängige Freizeitangebote wie Wellnessanlagen, Hallenbäder, Museen oder Indoor-Abenteuerspielplätze investiert. Der Klimawandel kann vor allem die winterliche Situation weiter verschlechtern. Die Registrierung von Nachfrage und Nutzung wetterunabhängiger Freizeitangebote bei Schneemangel im Winter, könnte den Erfolg dieser Maßnahmen messen. Bisher findet keine Erfassung durch die Stadt statt. Informationen können vielleicht durch die IHK eingeholt werden.</p>
<p><b>Aushang von Wetter- bzw. Witterungsinformationen (R)</b></p>	<p>Aushänge bzw. Auskunft zu Wetter und aktueller Witterung durch den Gastgeber, wären Anpassungsmaßnahmen zur frühzeitigen Information der Kunden, bevor diese unvorbereitet schlechte Erfahrungen durch die aktuelle Wetterlage machen. Beispielsweise wird vor herannahenden Unwettern gewarnt oder aber Anleitungen zu Verhalten bei Gewittern und Hitzewellen gegeben. Bisher konnte keine Datenquelle zur Quantifizierung dieser Informationsweitergabe ausfindig gemacht werden. Das FWTM plant jedoch einen Rundbrief an Gastgeber, um diese aufzuklären und zu sensibilisieren. Damit könnte einen Ansatzpunkt für einen zukünftigen Indikator gesetzt sein.</p>
<p><b>Investitionen in die Infrastruktur von wetterunabhängigen Freizeitangeboten (R)</b></p>	<p>Mangelnder Schnee, Regen und Unwetter können Urlaubern die Zeit vermiesen. Um trotz schlechter Wetter- und Witterungsbedingungen Touristen anzulocken, wird schon heute in wetterunabhängige Freizeitangebote wie Wellnessanlagen, Hallenbäder, Museen oder Indoor-Abenteuerspielplätze investiert. Der Klimawandel kann vor allem die winterliche Situation weiter verschlechtern, sodass der Ausbau von Freizeitangeboten zu den Anpassungsmaßnahmen zählt. Es konnte jedoch keine Datenquelle</p>

	erschlossen werden, um die Entwicklung der Investitionen zu quantifizieren. Durch das FWTM ist auch mittelfristig gesehen keine Erfassung geplant.
--	--

## 8.4 Tabelle: Ausgeschlossene Indikatoren

**Tabelle 24: Ausgeschlossene Indikatoren für das Handlungsfeld „Wasserhaushalt“**

<b>Wasserhaushalt</b>	
<b>Vergebene Wasserrechte bzw. genehmigte Mengen für Grundwasserentnahmen (R)</b>	Eine Reduzierung der vergebenen Wasserrechte bzw. genehmigten Wassermengen für Grundwasserentnahmen, zur Anpassung an ein mögliches Absinken des Grundwasserspiegels durch den Klimawandel, wird aus verschiedenen Gründen als ungeeignet betrachtet. Zum einen wird die Kausalität zum Klimawandel als zu gering eingeschätzt, da in besiedelten Gebieten zu viele Faktoren auf das Grundwasser einwirken und zum anderen weniger die genehmigte, sondern die tatsächlich entnommene Wassermenge Einfluss nimmt. Wasserrechte werden für einen Vertragszeitraum von 30 Jahren vergeben, doch durch Wassersparmaßnahmen der großen Entnehmer wie Rhodia, Breisgaumilch oder Brauerei Ganther sank der Verbrauch in den letzten Jahren merklich. Die Landwirtschaft ist bisher, bis auf Gebiete im Munzinger Raum, nicht auf Grundwasser angewiesen. Daten hierüber liegen dem Umweltschutzamt vor.
<b>Anzahl Flutboxen in öffentlichen Gebäuden (R)</b>	Der Einsatz von Flutboxen in öffentlichen Gebäuden wurde als Anpassungsmaßnahme an häufigere Starkregenereignisse und Hochwässer vorgenommen, jedoch für klimabezogene Erhebungen als ungeeignet eingestuft. Dem Amt für Brand- und Katastrophenschutz liegen weder Informationen über die Anzahl noch die technische Ausstattung öffentlicher Gebäude vor. Jede Feuerwehr bzw. Freiwillige Feuerwehr nutzt eine Box und besitzt zusätzlich eine in Reserve.
<b>Wasserrechtliche Genehmigungen bzw. genehmigte Mengen zur Entnahme von Wasser aus Oberflächengewässern im Sommer (R)</b>	Eine Reduzierung der vergebenen Wasserrechte für Oberflächenwasserentnahmen, zur Anpassung an ein mögliches Absinken des Wasserspiegels durch den Klimawandel, wird als ungeeignet angesehen. Nur Pumpen sind genehmigungspflichtig, sonstige Entnahmen, durch beispielsweise die Landwirtschaft oder Kleingärtnerei, werden nirgends erfasst. Bei Niedrigwasserständen



	wird ein Allgemeinverfügungsverbot zur Wasserentnahme verhängt.
<b>Entsiegelung öffentlicher Verkehrsflächen (R)</b>	Entsiegelungsmaßnahmen dienen zur Entlastung der Kanalisation bei Starkregenereignissen und tragen zur Versickerung des Wassers in der Fläche bei. Auf öffentlichen Verkehrsflächen stehen jedoch die Barrierefreiheit und die Pflegeleichtigkeit im Vordergrund, sodass Maßnahmen zur Klimawandelanpassung in den Hintergrund treten, ein Grund diesen Indikator zu verwerfen.
<b>Abwassergebühren der öffentlichen Verkehrsflächen (R)</b>	Die Entwicklung der Abwassergebühren von öffentlichen Verkehrsflächen wurde als Erfolgsindikator für Entsiegelungsmaßnahmen in Betracht gezogen. Auf öffentlichen Verkehrsflächen stehen jedoch die Barrierefreiheit und die Pflegeleichtigkeit im Vordergrund, sodass Maßnahmen zur Klimawandelanpassung in den Hintergrund treten. Aus diesem Grund wurde dieser Indikator verworfen.
<b>Erhöhung von Brücken als Hochwasserschutzmaßnahme (R)</b>	Da bestehende und intakte Brücken nicht abgerissen oder erhöht werden, ist dieser Indikator keine allgemeingültige Anpassungsmaßnahme. Grundsätzlich wird eine Erhöhung nur bei Neubauten als vorausschauende Maßnahme durchgeführt.

**Tabelle 25: Ausgeschlossene Indikatoren für das Handlungsfeld „Land- und Forstwirtschaft“**

<b>Land- und Forstwirtschaft</b>	
<b>Milchleistung von Kühen (I)</b>	Durch den Klimawandel wird ein Rückgang der Milchleistung bei Kühen befürchtet. Längere Perioden mit hohen Temperaturen führen bei den Tieren zu Hitzestress, welcher sich, neben verminderter Fruchtbarkeit und Beeinträchtigung des Immunsystems, auch negativ auf die Milchproduktion auswirkt. Dementsprechend wäre die Beobachtung der Milchabgabe bei Molkereien prinzipiell als möglicher Indikator anzusehen, jedoch spielt die Milchviehhaltung in Freiburg eine zu geringe Rolle, um aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen.
<b>Bodenumusgehalte in landwirtschaftlich genutzten Böden (I)</b>	Dieser Indikator wurde in Betracht gezogen, da sich die Bodenumusgehalte durch den Klimawandel verändern können. Weil jedoch Bodenumusgehalte stark streuen und von der aktuellen Bodennutzung beeinflusst werden, kann eine aussagekräftige Bewertung der Klimaeinflüsse nicht getroffen werden.
<b>Anteil klimastabiler Arten im Wald</b>	In Freiburg werden die derzeit bestehenden Wälder als stabil und gut

<b>(R)</b>	angepasst eingestuft. Für eine Beobachtung sollte deshalb nicht das absolute Baumartenverhältnis betrachtet werden, sondern vielmehr der Jungbestand, um zu prüfen, ob für die Zukunft genügend klimastabile Arten vertreten sind und ob diese ausreichend waldbaulich gefördert werden. Zudem reagiert eine Verjüngung deutlich schneller erkennbar auf klimatische Änderungen, als ein Altbestand.
<b>Umbau von Fichtenbeständen (R)</b>	<p>Nach Expertenmeinung ist der Waldumbau bei derzeit stabilen, gut angepassten Beständen, nicht notwendig und sollte nicht aufgrund einer lediglich theoretischen Gefährdung erfolgen.</p> <p>In Freiburg wären eher klimalabile Tannenbestände betroffen, welche in Douglasienmischbestände umgebaut werden. Außerdem vermehrt sich in Freiburg die Buche natürlicherweise stärker als die Fichte, sodass Eingriffe für einen Waldumbau nicht notwendig sind. Eine Erfassung der aktuellen Situation, über die jährlich erhobenen Förderdaten, wäre möglich.</p>
<b>Anteil angepasster Produktionsverfahren wie z. B. Umtriebszeitverkürzung (R)</b>	In Freiburg wurden bisher keine Maßnahmen, wie z. B. die Umtriebszeitverkürzung, ergriffen, um beispielsweise das Sturmwurfisiko zu senken. Dieses Verfahren würde nur für die Fichte Sinn machen, welche in Freiburg nur in geringen Teilen beigemischt ist.
<b>Waldbrandprävention (R)</b>	Da die Waldbrandgefahr in Freiburg als niedrig einzustufen ist, werden in Bezug auf Waldbrandprävention keine forstwirtschaftlichen Maßnahmen durchgeführt.

**Tabelle 26: Ausgeschlossene Indikatoren für das Handlungsfeld „Innerstädtische Grünfläche“**

<b>Innerstädtische Grünfläche</b>	
<b>Abnahme des Salzstress bei Stadtbäumen (I)</b>	Bei milderem Wintern könnte, durch die Reduktion der Salzspreuung, der Salzstress bei Stadtbäumen abnehmen. Jedoch ist die Erfassung sehr schwierig und der Rückgang des Salzstress könnte auch auf z.B. verbesserte Streutechnik zurückgeführt werden.

**Tabelle 27: Ausgeschlossene Indikatoren für das Handlungsfeld „Naturschutz und Biodiversität“**

<b>Naturschutz und Biodiversität</b>
--------------------------------------

<b>Entwicklung der Baumartenzusammensetzung (I)</b>	Die Entwicklung der Baumartenzusammensetzung steht in der Regel weniger unter dem Einfluss des Klimawandels, sondern wird vielmehr von der Forstwirtschaft geregelt. Sie kann deshalb nicht als geeigneter Indikator für die Artenvielfalt fungieren. Zudem werden die nicht wirtschaftlich genutzten Baumarten unter „Sonstiges Laubholz“ zusammengefasst, was eine Beobachtung der Artenvielfalt zusätzlich erschwert.
<b>Totholzfläche im Wald (I)</b>	Die Totholzanteile im Wald sind stark von Management und Bewirtschaftung abhängig und weniger von Klimaeinflüssen. Deshalb wird dieser Indikator zur Betrachtung der Artenvielfalt ausgeschlossen.
<b>Entkoppelte ökologische Beziehung zwischen Siebenschläfer und Singvogelbrut (I)</b>	Nach Essl & Rabitsch (2013) könnte das frühere Erwachen des Siebenschläfers aus dem Winterschlaf negative Folgen für Singvogelbruten haben. Scheinbar hängt jedoch die Dauer des Winterschlafs weniger von der Witterung sondern vielmehr von der Buchenmast des Vorjahrs ab. Da Buchenvollmasten schon heute in immer geringeren Abständen aufeinander folgen, wurde dieser Indikator für eine ökologische Entkopplung verworfen.
<b>Entkoppelte ökologische Beziehung zwischen Kuckuck und seinen Wirtstieren (I)</b>	Nach Essl & Rabitsch (2013) wird der Kuckuck als Langstreckenzieher zukünftig zu spät eintreffen, um die Bruten anderer Vögel rechtzeitig zu parasitieren. Jedoch handelt es sich bei seinen Wirtstieren ebenfalls hauptsächlich um Langstreckenzieher, welche etwa zeitgleich eintreffen und nur verzögert im Vergleich zu Nichtziehenden, bzw. Kurzstreckenziehern, mit der Brut beginnen. Deshalb wurde dieser Indikator für eine ökologische Entkopplung verworfen.
<b>Anpassung veralteter Managementpläne von Schutzgebieten an die Klimawandelanpassung (R)</b>	Ob Managementpläne von Schutzgebieten hinsichtlich des Klimawandels angepasst bzw. überarbeitet werden müssen, ist stark umstritten. Eine Änderung der Schutzziele wird häufig nicht für notwendig empfunden. Die räumliche Fixierung wird durch den Klimawandel zunehmend schwieriger und flexible Konzepte wie Natura 2000 sind im Vorteil.

**Tabelle 28: Ausgeschlossene Indikatoren für das Handlungsfeld „Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz“**

<b>Gesundheit, Bevölkerungs- und Arbeitsschutz</b>	
<b>Geruchsbelästigung in</b>	Dieser Indikator wurde in Betracht gezogen, da durch Sommertrockenheit eine Geruchsbelästigung durch das zu wenig

<b>Trockenperioden (I)</b>	Wasser führende Kanalsystem vermutet wurde. In Deutschland sind Schmutzwasser- und Regenwasserkanäle jedoch räumlich voneinander getrennt, sodass die sommerliche Trockenheit nur die Wasserkanäle betrifft und somit keine Geruchsbelästigung entsteht.
<b>Fahrgastbeschwerden in öffentlichen Verkehrsmitteln (I)</b>	Fahrgastbeschwerden aufgrund von Hitze, werden durch die Freiburger Verkehrs-AG nicht auswertbar dokumentiert und unterliegen dem Datenschutz. Der Indikator wurde als unbrauchbar eingestuft.
<b>Vektorassoziierte Krankheit: Fleckfieber (I)</b>	Ansteigende Durchschnittstemperaturen, vor allem milde Winter, können die Ausbreitung von Vektoren begünstigen. Das Fleckfieber wurde als Indikator für eine vektorassoziierte Krankheit ausgeschlossen, da es sich klimaunabhängig verbreitet.
<b>Anzahl der Spülungen der Kanalisationen im Jahr (R)</b>	Dieser Anpassungsindikator wurde in Betracht gezogen, da durch Sommertrockenheit eine Geruchsbelästigung durch das zu wenig Wasser führende Kanalsystem vermutet wurde. Um dem entgegen zu wirken, wurden Kanalspülungen als eine geeignete Maßnahme vorgeschlagen. In Deutschland sind Schmutzwasser- und Regenwasserkanäle jedoch räumlich voneinander getrennt, sodass die sommerliche Trockenheit nur die Wasserkanäle betrifft und somit keine Geruchsbelästigung entsteht. Zwar wird der Schmutzwasserkanal gelegentlich gespült, dies geschieht jedoch klimaunabhängig.
<b>Bekämpfung von Eichenprozessionsspinner – Einsätze der Feuerwehr (R)</b>	Der Eichenprozessionsspinner ist eine wärmeliebende Art, die sich durch den Klimawandel weiter verbreiten oder in größeren Massen auftreten könnte. Er besitzt Brennhaare, welche zu Hautausschlägen und Lungenreizungen beim Menschen führen können. Aus diesem Grund wird bei der Entdeckung eines Nests häufig die Feuerwehr gerufen, um dieses zu entfernen. Insekteneinsätze der Feuerwehr eignen sich jedoch nicht als Indikator, da zum einen der Eichenprozessionsspinner nicht gesondert erfasst wird und zum anderen die meisten Einsätze, insofern sie nicht sensible Bereiche wie Kindergärten betreffen, an private Einrichtungen vergeben werden.
<b>Anzahl der Badeverbote aufgrund von toxischen Cyanobakterien (R)</b>	Durch wärmere Temperaturen und höhere Sonneneinstrahlung im Verlauf des Klimawandels, wird eine sprunghafte Vermehrung von Blaualgen, welche toxische Stoffe in das Wasser abgeben, für möglich gehalten. Badeverbote werden von den Gemeinden ausgesprochen und sind online abrufbar. Zusätzlich erfolgt ein Eintrag in den Badegewässerbericht. In der Regel wird ein Badeverbot aufgrund von Einleitungsspannen oder fäkalen

	<p>Verunreinigungen verhängt. Bei einem Befall mit toxischen Cyanobakterien würde, anstatt eines Badeverbots eine Herausnahme aus dem Badeseenregister vorgenommen werden. Ein Grund den Indikator zu verwerfen.</p>
<p><b>Übungsgeschehen des THW bzw. der Feuerwehr (R)</b></p>	<p>Das Übungsgeschehen bei Feuerwehr und Technischem Hilfswerk wurde als Anpassungsindikator in Betracht gezogen, da angesichts des Klimawandels eine Sensibilisierung und Befähigung zu Selbstschutz und Schutz anderer sinnvoll erschien.</p> <p>Das Übungsgeschehen der Feuerwehr wird vom Amt für Brand- und Katastrophenschutz regelmäßig erfasst. Es wurde jedoch als ungeeigneter Indikator eingestuft, da es zu stark unter dem Einfluss von anderen Faktoren, wie Vorschriften und Techniken steht.</p>
<p><b>Personelle Helferentwicklung des THW bzw. der Feuerwehr (R)</b></p>	<p>Die personelle Helferentwicklung bei Feuerwehr und Technischem Hilfswerk wurde als Anpassungsindikator in Betracht gezogen, da angesichts des Klimawandels eine Sensibilisierung der Bevölkerung und damit der Wunsch zu Befähigung zum Selbstschutz und Schutz anderer, durch Beitreten einer Hilfsorganisation, möglich erschien.</p> <p>Die personelle Helferentwicklung der Feuerwehr wird vom Amt für Brand- und Katastrophenschutz regelmäßig erfasst. Sie wird jedoch als ungeeigneter Indikator eingestuft, da sie zu stark von anderen Faktoren, wie dem demografischen Wandel oder der Engagement-Bereitschaft abhängt.</p>

**Tabelle 29: Ausgeschlossene Indikatoren für das Handlungsfeld „Verkehr, Transport und Logistik“**

<b>Verkehr, Transport und Logistik</b>	
<p><b>Schienenverwerfungen aufgrund von Hitze (I)</b></p>	<p>Nach Aussage der Verkehrs-AG Freiburg kommt es zu keinerlei Veränderungen der Schienen, aufgrund von Hitze. Aus diesem Grund wurde dieser Impact-Indikator verworfen.</p>
<p><b>Veränderungen der Oberleitungen aufgrund von Hitze (I)</b></p>	<p>Nach Aussage der Verkehrs-AG Freiburg kommt es zu keinerlei Veränderungen der Oberleitungen, aufgrund von Hitze. Aus diesem Grund wurde dieser Impact-Indikator verworfen.</p>
<p><b>Winterliche Straßenschäden (I)</b></p>	<p>Der Straßenzustand in Freiburg ist allgemein eher als schlecht zu bewerten und deshalb stärker für winterliche Schäden empfänglich. Bei Straßen, die sich in gutem Zustand befinden, fallen winterliche Straßenschäden nicht ins Gewicht. Demzufolge wird die Erfassung der winterlichen Straßenschäden, zum Aufzeigen der klimatischen</p>

	Veränderungen, als nicht geeignet betrachtet. Zudem findet keine Erfassung der Schäden durch das Garten- und Tiefbauamt statt.
<b>Verkürzung der Kontrollintervalle im Schienenverkehr (R)</b>	Wegen Abnutzung beläuft sich das Instandhaltungsintervall bei Schienen auf etwa 30 Jahre. Da der Einfluss des Klimawandels auf das Schienenverkehrssystem als sehr gering eingestuft wird, entfällt auch eine entsprechende Kontrolle.
<b>Ausbesserung der winterlichen Straßenschäden (Kosten / Investitionen) (R)</b>	Der Straßenzustand in Freiburg ist allgemein eher als schlecht zu bewerten und deshalb stärker für winterliche Schäden empfänglich. Bei Straßen, die sich in gutem Zustand befinden, fallen winterliche Straßenschäden nicht ins Gewicht. Aus diesem Grund wird die Erfassung der Ausbesserungsmaßnahmen von winterlichen Straßenschäden als nicht geeignet betrachtet, um als Anpassungsmaßnahme an den Klimawandels zu gelten. Zudem findet keine Listung der Kosten und Investitionen durch das Garten- und Tiefbauamt statt.
<b>OPA-Asphaltflächenanteile (R)</b>	Die Asphalt-Zusammensetzung entwickelt sich stets weiter und für jegliche Arbeiten an den Verkehrswegen wird die „neueste“ bzw. „belastbarste“ Zusammensetzung verwendet. Bei offenporigem Asphalt (OPA) handelt es sich um Asphalt mit größeren Poren zum Abtransport von Wasser, welcher bei steigenden Starkregenereignissen deutliche Vorteile zeigt. Er wird vorwiegend auf Landstraßen und Autobahnen, nicht jedoch in Freiburg eingesetzt. Aus diesem Grund wurde dieser Anpassungsindikator für den Freiburger Raum verworfen.
<b>Flächennutzung entlang von Bahngleisen als Böschungsbrandprävention (R)</b>	Höhere Sommertemperaturen könnten zu häufigeren Bränden führen und die Flächennutzung entlang von Bahngleisen wurde zur Böschungsbrandprävention in Betracht gezogen.  Da der Bahnverkehr in Freiburg eine eher untergeordnete Rolle spielt und die Flächen entlang von Bahngleisen eher außerhalb liegen, wurde der Indikator für den Raum Freiburg verworfen.

**Tabelle 30: Ausgeschlossene Indikatoren für das Handlungsfeld „Energiemanagement“**

<b>Energiemanagement</b>	
<b>Stromminderproduktion thermischer Kraftwerke aufgrund erhöhter Kühlwassertemperaturen</b>	Die in Freiburg ansässige Firma Rhodia hatte bis vor kurzem ein Blockheizkraftwerk (BHKW) in betrieb. Dieses wurde durch Oberflächenwasser des Gewerbekanals gespeist. Das sommerliche

(I)	Niedrigwasser senkt auch den Pegel des Gewerbekanals und kann so zu einer Stromminderproduktion führen. Zunehmende Sommertrockenheit im Zuge des Klimawandels, könnte eine solche Problematik verschärfen. Da das BHKW stillgelegt wurde und die Stadt Freiburg hauptsächlich Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK) betreibt, wurde dieser Indikator verworfen.
Verbesserung der Wassereffizienz thermischer Kraftwerke (R)	Die in Freiburg ansässige Firma Rhodia hatte bis vor kurzem ein BHKW in betrieb. Dieses wurde durch Oberflächenwasser des Gewerbekanals gespeist. Das sommerliche Niedrigwasser senkt auch den Pegel des Gewerbekanals und kann so zu einer Stromminderproduktion führen. Zunehmende Sommertrockenheit im Zuge des Klimawandels, könnte eine solche Problematik verschärfen. Aus diesem Grund wäre die Verbesserung der Wassereffizienz thermischer Kraftwerke als geeignete Anpassungsmaßnahme zu sehen. Da jedoch das BHKW stillgelegt wurde und die Stadt Freiburg hauptsächlich KWK-Anlagen betreibt, wurde dieser Indikator verworfen.

**Tabelle 31: Ausgeschlossene Indikatoren für das Handlungsfeld „Tourismus“**

<b>Tourismus</b>	
<b>Beschneigungsumfang (R)</b>	Die Beschneigung von Skipisten ist schon heute eine übliche Anpassungsmaßnahme bei mangelndem Schneefall im Winter. Zu Freiburg zählt jedoch nur ein Teil des Schauinsland und die Stadt besitzt dort keine Skilifte oder andere Wintersportanlagen. Die am Berg vorhandenen Anlagen sind alle außerhalb des Stadtgebiets von Freiburg. Deshalb wurde die Eignung angezweifelt und der Indikator ausgeschlossen. In Wintersportzentren ist der Beschneigungsumfang jedoch als geeigneter Anpassungsindikator einzuschätzen.

