

Anpassungsstrategie Baden-Württemberg an die Folgen des Klimawandels

Fachgutachten für das Handlungsfeld
Stadt- und Raumplanung
- Kurzfassung -

im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft
Baden-Württemberg

Autoren: Dr.-Ing. Christoph Hemberger, Dipl.-Ing. Jürgen Utz;
Hemberger & Utz UG (haftungsbeschränkt), Stuttgart

Stand: Juni 2013

Verantwortlich für den Inhalt des vorliegenden Gutachtes sind die Autoren.
Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur mit Genehmigung des Umweltministeriums
Baden-Württemberg unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren erlaubt.



- Auftraggeber:** © Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft
Baden-Württemberg
- Fachliche Begleitung:** LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz
Baden-Württemberg, Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe
Ref. 23 – Medienübergreifende Umweltbeobachtung, Klimawandel
- Stand:** Juni 2013

Verantwortlich für den Inhalt des vorliegenden Gutachtes sind die Autoren.
Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur mit Genehmigung des Umweltministeriums
Baden-Württemberg unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren erlaubt.



Kurzfassung

1. Beschreibung des Handlungsfeldes

Das Handlungsfeld »Stadt- und Raumplanung« umfasst die vorausschauende Lenkung räumlicher Entwicklungen und die Gestaltung unseres Lebensumfelds unter Berücksichtigung unterschiedlicher, sich teils ergänzender, teils konkurrierender, gesellschaftlicher Ansprüche – von wirtschaftlichen über soziale und ökologische bis hin zu naturräumlichen Belangen. Dabei sollen die Planungsträger zwischen den Interessen abwägend und ausgleichend raumwirksame Entwicklungen koordinieren und Potenziale für zukünftige räumliche Entwicklungen sichern. Die Stadt- und Raumplanung steuert die Raumnutzung auf unterschiedlichen Ebenen mit den jeweiligen zentralen Plänen, vom Landesentwicklungsplan über die Regionalpläne bis hin zu den Flächennutzungs- und Bebauungsplänen der kommunalen Bauleitplanung.

2. Querbeziehungen zu anderen Handlungsfeldern

Kennzeichnend für die Stadt- und Raumplanung ist ein hoher Grad an Vernetztheit mit anderen Handlungsfeldern, die Flächen beanspruchen oder indirekt Einfluss auf die Nutzung des Raums ausüben. Querbeziehungen bestehen unter anderem zum Handlungsfeld Wirtschaft (z.B. Ausweisung geeigneter Standorte für Industrie, Gewerbe und Dienstleistungseinrichtungen), zur Energiewirtschaft (z.B. Ausweisung von Windkraftstandorten), der Verkehrsplanung (z.B. Ausbau von Verkehrsinfrastruktur), dem Naturschutz (z.B. Ausweisung von Schutzgebieten) oder der Wasserwirtschaft (Sicherung von Überschwemmungsgebieten). Auch zwischen planerischen und gesundheitlichen Aspekten besteht oftmals ein enger Zusammenhang. So haben zum Beispiel die urbane Dichte und das Vorhandensein von Erholungsflächen sowie deren Erreichbarkeit einen Einfluss auf das Aufkommen an motorisiertem Freizeitverkehr und die damit verbundene gesundheitsschädigende Luftbelastung in einer Stadt. Weiterhin hat die Stadtstruktur, also die Dimensionierung und Gestaltung der Freiräume, des Straßenraums, der bebauten Flächen und der einzelnen Gebäude, einen erheblichen Einfluss auf die sommerliche Hitzebildung und Durchlüftung und damit auf das Wohlbefinden und die Gesundheit der Bevölkerung.

Aufgrund ihres »Querschnittscharakters« hat die Stadt- und Raumplanung maßgeblichen Anteil an der Ausgestaltung des jeweiligen Lebensumfelds – den alltäglichen Bedingungen für Wohnen, Arbeiten und Freizeitgestaltung – und kann durch eine möglichst klimaangepasste Raumnutzung auch wesentlichen Einfluss auf die tatsächlich spürbaren Folgen des Klimawandels nehmen. Die Ermittlung und Darstellung potenzieller klimabedingter Problemlagen im Handlungsfeld Stadt- und Raumplanung für Baden-Württemberg und die Entwicklung und Beschreibung von Eckpunkten einer Anpassungsstrategie sind Inhalt dieses Gutachtens.

3. Wirksame Klimaparameter

Für das Handlungsfeld Stadt- und Raumplanung sind vor allem Klimafaktoren zur Wärmebelastung und Hitzeentwicklung von Interesse.

Darüber hinaus spielen bei einigen Fragestellungen auch die Klimafaktoren Niederschlag, Sturm, Hagel sowie die Schneelast eine Rolle. Für diese Klimafaktoren sind die vorliegenden Daten aber nicht von ausreichender Güte, um belastbare Aussagen treffen zu können, weshalb sie hier ausgespart bleiben.

Um zu ermitteln, inwieweit eine Anpassung an die künftig veränderte Wärmelast notwendig sein wird, wurden die Veränderungen bei vier Klimafaktoren zum Thema »Hitze« für die Zeiträume 2021-2050 (nahe Zukunft, nZ) sowie 2071-2100 (ferne Zukunft, fZ) betrachtet. Diese Faktoren sind: »Heiße Tage«, »Sommertage«, »Hitzeperioden-Tage« und »Kühlgradtage«. Dabei sind für alle Klimafaktoren im Zeitraum 2021-2050 Veränderungen zu verzeichnen, die eine eher moderate Zunahme der Wärme- bzw. Hitzebelastung erwarten lassen, so lange man den Median (50. Perzentil) betrachtet. Betrachtet man allerdings die »worst-case«-Entwicklung (angezeigt durch die Werte für das 85. Perzentil), so werden die Belastungen für die nahe Zukunft schon kritisch und für den langfristigen Trend (2071-2100) bewegen sie sich in Bereiche hinein, die außerhalb dessen liegen, was in den Jahren 1971-2000 beobachtet wurde und als Erfahrung die Referenz darstellt. Für die zweite Jahrhunderthälfte ist demnach mit Belastungen zu rechnen, die deutlich über das bisher bekannte Maß hinausgehen, da zum Beispiel für die Anzahl an Sommertagen zukünftige Minima über den heutigen Maxima liegen werden. Besonders hohe klimatische Belastungen in Baden-Württemberg sind vor allem für Kreise in der oberrheinischen Tiefebene, dem

Kraichgau und dem Neckarbecken zu erwarten, unter anderem aufgrund der tieferen Lagen dieser Teilräume.

Zur Ermittlung der räumlich unterschiedlichen Belastungen, die sich aus der Klimaveränderung ergeben, wurden die einzelnen Stadt- und Landkreise in Abhängigkeit ihrer Exposition eingestuft (dreistufige Skala: geringe, mittlere oder hohe klimatische Belastung des jeweiligen Kreises). Dabei wurde für *jeden einzelnen* Betrachtungsfall – vom Median in der nahen Zukunft (nZ) bis zum 85. Perzentil in der fernen Zukunft (fZ) – eine eigene Skala mit drei Expositionsstufen angelegt, die sich aus der jeweiligen Bandbreite der Werte (Minimum bis Maximum der Veränderung) ergibt. Anzumerken ist, dass sich mit dieser Vorgehensweise nicht direkt erkennen lässt, in welchem Ausmaß sich die Belastung vom Median (nZ) hin zum 85. Perzentil (fZ) verändern wird, sondern nur, wie ein Stadt- oder Landkreis relativ zur Gesamtentwicklung in Baden-Württemberg im einzelnen Betrachtungsfall (z.B. Median nZ) betroffen sein wird, sprich, ob er im Vergleich zu den anderen Kreisen gering, mittel, oder hoch belastet ist.

Als Besonderheit des Handlungsfelds Stadt- und Raumplanung ist der sogenannte Urbane Hitzeinseleffekt (auch als Wärmeinseleffekt bezeichnet) zu nennen, der bei einer Betrachtung der Klimaexposition auf Kreisebene nicht abgebildet werden kann, den es aber im Hinblick auf konkrete lokale Anpassungsmaßnahmen zu berücksichtigen gilt. Der Urbane Hitzeinseleffekt bezeichnet den Temperaturunterschied einer Stadt zu ihrem Umland, der abhängig ist von verschiedenen Faktoren (bauliche Dichte, Grünanteil, Wärmespeicherung von Materialien etc.), die dazu führen, dass die Temperaturen in einer Stadt im Vergleich zum (ländlichen) Umland deutlich höher sind. Im Rahmen einer Anpassungsstrategie muss diesem Effekt durch entsprechende Maßnahmen (z.B. Dichtekonzeptionen, Sicherung von Frischluftschneisen) besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden, insbesondere im Hinblick auf Stadtkreise und/oder Städte mit hoher baulicher Dichte.

4. Vulnerabilitätsanalyse

Die Veränderungen bei den temperaturbezogenen Klimafaktoren war die Basis, um mittels einer Analyse potenzieller Vulnerabilitäten relevante klimabedingte Problemfelder zu untersuchen. Die potenzielle Vulnerabilität ist die Kombination von Sensitivität (Verwundbarkeit eines Systems oder Schutzguts) und Exposition (klimatische Belastung). Als Betrachtungsebene wurden die Stadt- und Landkreise gewählt.

Verantwortlich für den Inhalt des vorliegenden Gutachtes sind die Autoren.
Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur mit Genehmigung des Umweltministeriums Baden-Württemberg unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren erlaubt.



Problemlagen im Handlungsfeld Stadt- und Raumplanung

Die sogenannten potenziellen Vulnerabilitäten wurden für zwölf besonders wichtige Themenfelder ermittelt. Sie spiegeln die Bandbreite der Stadt- und Raumplanung wider und sind sogenannten Schutzgütern – »Mensch«, »Wirtschaft«, »Bauliche Umwelt« und »Erholungsflächen« (Siedlungsgrün) – zugeordnet (siehe auch Tab. 1). Zur Ermittlung der potenziellen Vulnerabilitäten wurden für dieser zwölf Betroffenheiten jeweils Indikatoren der anfälligen Bereiche (z.B. hitzesensible Bevölkerungsgruppen im jeweiligen Kreis) mit temperaturbezogenen Klimafaktoren (z.B. Zunahme an heißen Tagen im betreffenden Kreis) überlagert.

Was die Sensitivität anbelangt, wurden die potenziellen Vulnerabilitäten anhand absoluter Werte der Indikatoren (z.B. Anzahl der Pflegebedürftigen als hitzesensible Gruppe) für die jeweiligen Kreise ermittelt; als Grundlage dienten Zahlen der Statistischen Ämter des Bundes und des Landes. (Siehe zum methodischen Vorgehen generell das »Strickmuster« in Kapitel 3.4.1 der Langfassung.)

Tab. 1: Ausgewählte Problemfelder mit Indikatoren für SKR/LKR und Klimafaktoren

Nr.	Themenfeld	Indikatoren für die Sensitivität		Klimafaktoren
		SKR	LKR	
Schutzgut Mensch				
1	Sterberisiko der über 75-Jährigen	(1) Anzahl Personen älter als 75 Jahre in 2030 (2) Siedlungsdichte (Einwohner je km ² Siedlungs- und Verkehrsfläche)		(1) Heiße Tage (2) Hitzeperioden-Tage
2	Gesundheitsschäden bei Personen mit Vorbelastung	Anzahl pflegebedürftiger Personen (Pflegestufen 1-3)		Sommertage
3	Gesundheitsschäden für unter 5-Jährige	Anzahl Personen jünger als 5 Jahre		
Schutzgut Wirtschaft				
4	Leicht eingeschränkte Leistungsfähigkeit von Erwerbstätigen im tertiären Sektor	%-Anteil Erwerbstätiger im tertiären Sektor an allen Erwerbstätigen	Anzahl Erwerbstätiger im tertiären Sektor	Sommertage
5	Leicht eingeschränkte Leistungsfähigkeit von Erwerbstätigen im sekundären Sektor	%-Anteil Erwerbstätiger im sekundären Sektor an allen Erwerbstätigen	Anzahl Erwerbstätiger im sekundären Sektor	

Verantwortlich für den Inhalt des vorliegenden Gutachtes sind die Autoren.
Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur mit Genehmigung des Umweltministeriums Baden-Württemberg unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren erlaubt.



Nr.	Themenfeld	Indikatoren für die Sensitivität		Klimafaktoren
		SKR	LKR	
6	Stark eingeschränkte Leistungsfähigkeit von Erwerbstätigen im tertiären Sektor	%-Anteil Erwerbstätiger im tertiären Sektor an allen Erwerbstätigen	Anzahl Erwerbstätiger im tertiären Sektor	(1) Heiße Tage (2) Hitzeperioden-Tage
7	Stark eingeschränkte Leistungsfähigkeit von Erwerbstätigen im sekundären Sektor	%-Anteil Erwerbstätiger im sekundären Sektor an allen Erwerbstätigen	Anzahl Erwerbstätiger im sekundären Sektor	

Schutzgut bauliche Umwelt (Gebäude und Verkehrsinfrastruktur)

8	Schäden an Gebäuden	%-Anteil der Gebäude- und Freifläche an der Siedlungs- und Verkehrsfläche	Gebäude-/Freifläche absolut	(1) Heiße Tage (2) Hitzeperioden-Tage
9	Bedarf zur Gebäudekühlung im tertiären Sektor	%-Anteil Erwerbstätiger im tertiären Sektor an allen Erwerbstätigen	Anzahl Erwerbstätiger im tertiären Sektor	Kühlgradtage
10	Bedarf zur Gebäudekühlung im sekundären Sektor	%-Anteil Erwerbstätiger im sekundären Sektor an allen Erwerbstätigen	Anzahl Erwerbstätiger im sekundären Sektor	
11	Schädigung von Verkehrswegen	%-Anteil der Verkehrsfläche an der Siedlungs- und Verkehrsfläche	Verkehrsfläche absolut	(1) Heiße Tage (2) Hitzeperioden-Tage

Schutzgut Siedlungsgrün

12	Schädigung von Erholungsflächen	%-Anteil der Erholungsfläche an der Siedlungs- und Verkehrsfläche	Erholungsfläche absolut	(1) Heiße Tage (2) Hitzeperioden-Tage
----	---------------------------------	---	-------------------------	--

Ergebnisse der Ermittlung potenzieller Vulnerabilitäten

Abbildung 1 zeigt die potenziellen Vulnerabilitäten für die zwölf Themenfelder (siehe Tab. 1) auf Ebene der Stadt- und Landkreise. Die erkennbaren Unterschiede bei der Einstufung der einzelnen Kreise (geringe, mittlere, hohe potenzielle Vulnerabilität) können sich aus den Differenzen in der räumlichen Verteilung der jeweils betrachteten Indikatoren (Sensitivitäten) für die einzelnen Kreise ergeben. Ebenso können sie aus den unterschiedlichen klimatischen Belastungen (Expositionen) der Kreise resultieren – oder aus Unterschieden bei beiden Faktoren. Über die zwölf Themenfelder hinweg ergeben sich – ungeachtet einzelner

Verantwortlich für den Inhalt des vorliegenden Gutachtes sind die Autoren.

Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur mit Genehmigung des Umweltministeriums Baden-Württemberg unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren erlaubt.



Abweichungen – hohe potenzielle Vulnerabilitäten zumeist für Kreise in der oberrheinischen Tiefebene, dem Kraichgau und dem Neckarbecken.

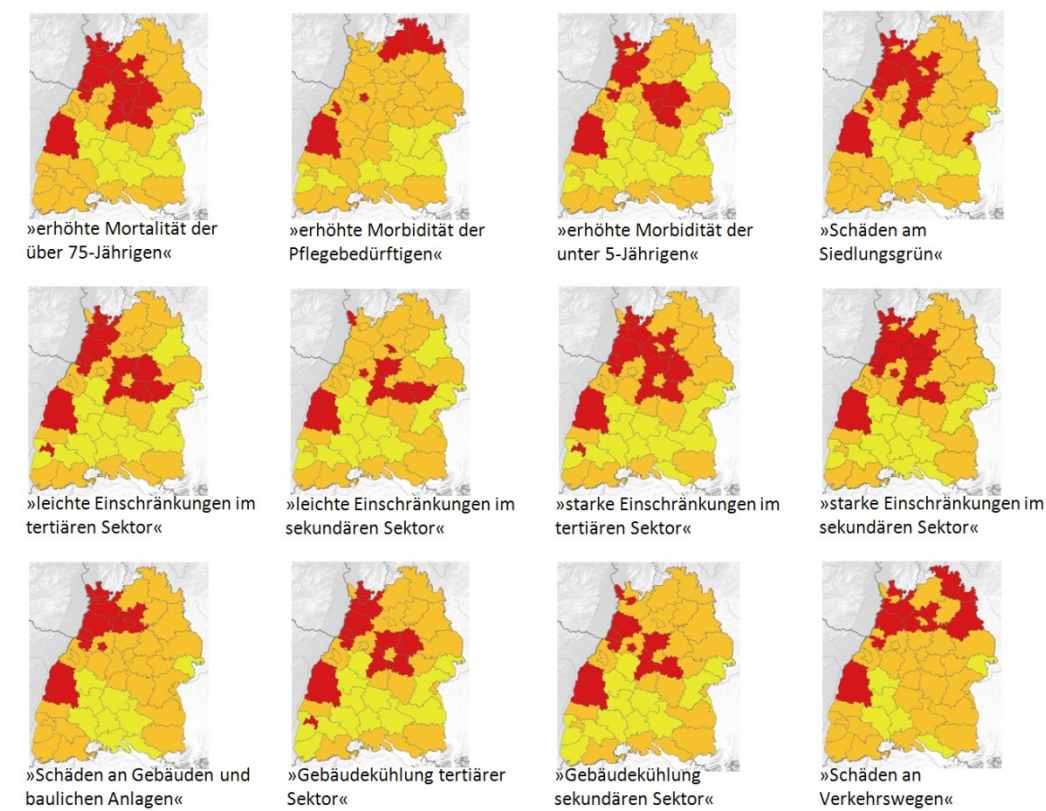
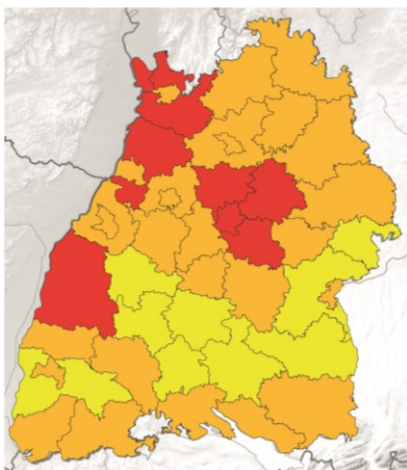


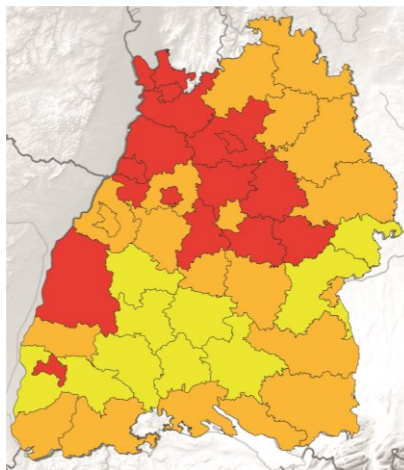
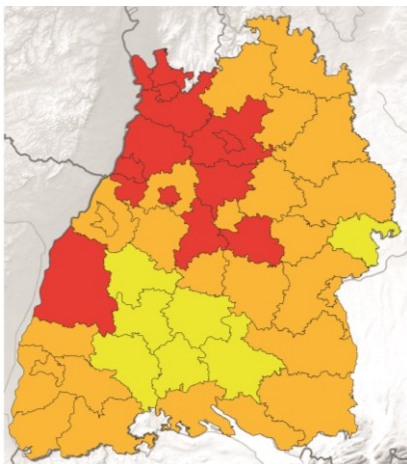
Abb. 1: potenzielle Vulnerabilitäten für die zwölf betrachteten Themenfelder in der nahen Zukunft (2021-2050; p50.0); Legende: rot = hoch, orange = mittel, gelb = gering; eigene Darstellung

Abbildung 2 zeigt die potenziellen Vulnerabilitäten der vier Schutzgüter (»Mensch«, »Wirtschaft«, »Bauliche Umwelt«, »Siedlungsgrün«), wie sie sich aus der Aggregation der potenziellen Vulnerabilitäten der jeweils zugeordneten Themenfelder ergeben (zur Zuordnung der zwölf Themenfelder siehe Tab. 1 oben).

»Mensch«



»Wirtschaft«

»bauliche
Umwelt«

»Siedlungsgrün«

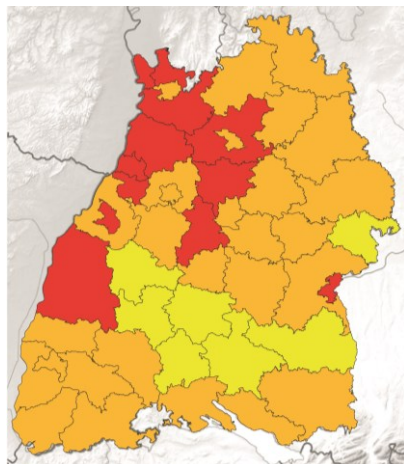


Abb. 2: potenzielle Vulnerabilitäten für die vier betrachteten Schutzgüter in der nahen Zukunft (2021-2050; p50.0);
Legende: rot = hoch, orange = mittel, gelb = gering; eigene Darstellung

Abbildung 3 resultiert aus der Aggregation der potenziellen Vulnerabilitäten für die vier Schutzgüter. Sie zeigt die sogenannte potenzielle Gesamtvulnerabilität, also die Verwundbarkeit in der Zusammenschau aller betrachteter Themenfelder für jeden Kreis in Baden-Württemberg.

Verantwortlich für den Inhalt des vorliegenden Gutachtes sind die Autoren.
Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur mit Genehmigung des Umweltministeriums
Baden-Württemberg unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren erlaubt.

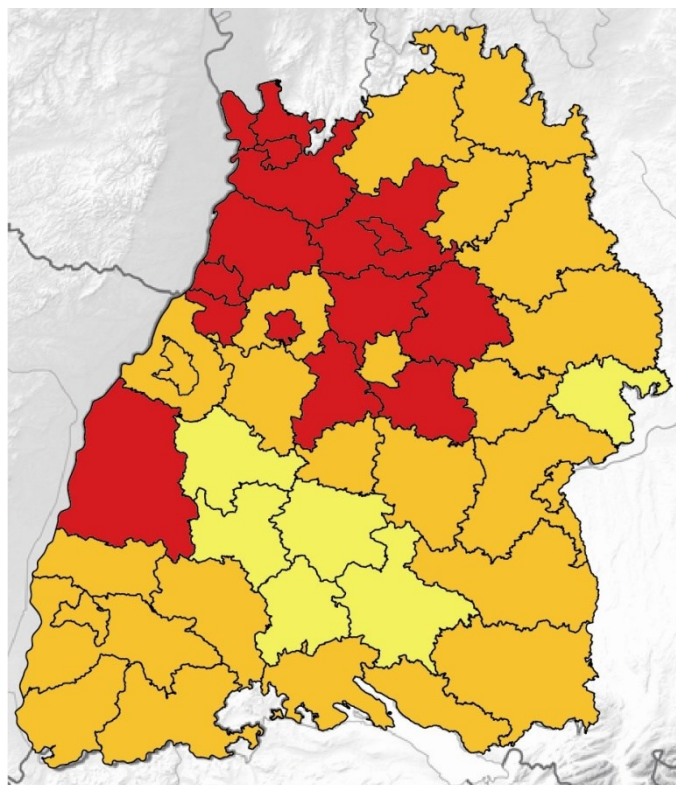


Abb. 3: potenzielle Gesamtvulnerabilitäten im Handlungsfeld Stadt- und Raumplanung für die Stadt- und Landkreise Baden-Württembergs in der nahen Zukunft (2021-2050; p50.0); potenzielle Gesamtvulnerabilität: rot = hoch, orange = mittel, gelb = gering; eigene Darstellung

Für die **potenziellen Gesamtvulnerabilitäten in der nahen Zukunft** (2021-2050; p50.0) ergibt sich im Hinblick auf die **räumliche Verteilung der Betroffenheiten** in der Gesamtschau folgendes Ergebnis (vgl. Abb. 3):

Die Stufe »hohe potenzielle Gesamtvulnerabilität« (Stufe III) wird von den **Kreisen Mannheim, Rhein-Neckar, Heidelberg, Heilbronn (LKR und SKR), Karlsruhe (LKR und SKR), Pforzheim, Ludwigsburg, Rems-Murr-Kreis, Böblingen, Esslingen** und dem **Ortenaukreis** besetzt.

Einem hohen Risiko für negative Folgen des Klimawandels sehen sich demnach **Teile der Regionen Rhein-Neckar, Mittlerer Oberrhein, Nordschwarzwald, Stuttgart, Südlicher Oberrhein** und **Heilbronn-Franken** gegenüber.

Somit sind es vor allem die **Regierungsbezirke Karlsruhe** und **Stuttgart**, in denen sich Kreise mit einer hohen potenziellen Gesamtvulnerabilität befinden. Der Regierungsbezirk Freiburg verzeichnet mit dem Ortenaukreis den flächenmäßig

größten Kreis in der höchsten potenziellen Vulnerabilitätsstufe, ist aber über alle Kreise hinweg gesehen deutlich geringer belastet als die Regierungsbezirke Karlsruhe und Stuttgart.

Abbildung 3 ist zu entnehmen, dass sich für **die 44 Kreise Baden-Württembergs** in der nahen Zukunft (2021-2050; p50.0) folgende Häufigkeitsverteilung der potenziellen Gesamtvulnerabilitäten ergibt:

- **13 Kreise = hohe** pot. Gesamtvulnerabilität,
- **25 Kreise = mittlere** pot. Gesamtvulnerabilität
- **6 Kreise = geringe** pot. Gesamtvulnerabilität

Für die im Gutachten vorgenommene **getrennte Betrachtung von Stadt- und Landkreisen** ergibt sich folgendes Bild:

Stadtkreise:

- 5 Kreise = hohe** pot. Gesamtvulnerabilität
- 4 Kreise = mittlere** pot. Gesamtvulnerabilität

Landkreise:

- 8 Kreise = hohe** pot. Gesamtvulnerabilität
- 21 Kreise = mittlere** pot. Gesamtvulnerabilität
- 6 Kreise = geringe** pot. Gesamtvulnerabilität

Es wird deutlich, dass alle Stadtkreise mittel oder hoch belastet sind und kein einziger eine geringe Belastung aufweist, wohingegen zumindest noch circa 1/6 der Landkreise eine nur geringe potenzielle Gesamtvulnerabilität aufweist. Es ist anzumerken, dass neben den Ungleichverteilungen der Schutzgüter *innerhalb* der einzelnen Kreise unter anderem auch die Topografie und kleinräumliche (bauliche) Konstellationen die potenziellen Vulnerabilitäten lokal noch deutlich erhöhen oder abmildern können.

Einordnung der Ergebnisse

In der Gesamtschau lässt sich sagen, dass mit Ausnahme einzelner Hitzeinseln in Städten die Veränderungen auf Seiten der Klimafaktoren in der nahen Zukunft (Median) in Anbetracht der zu erwartenden Dynamik in der zweiten Jahrhunderthälfte (ferne Zukunft 2071-2100) und gegenüber den Ist-Werten (1971-2000) eher moderat ausfallen werden. Dennoch sehen sich jene Kreise, die heute schon unter sommerlicher Hitze leiden und hohe Schadenspotenziale aufweisen, auch bei einer nur moderaten Erhöhung der Werte schon in der nahen Zukunft einer hohen Dringlichkeit zur Anpassung gegenüber.

Ein Vergleich des aktuellen Landesentwicklungsplans Baden-Württemberg (Abb. 4) mit den potenziellen Gesamtvulnerabilitäten (Abb. 3) lässt erkennen, dass die hohen Betroffenheiten weitestgehend mit der Raumkategorie »Verdichtungsräume« übereinstimmen, die gegenüber ländlichen Räumen einen vergleichsweise hohen Anteil an Siedlungs- und Verkehrsflächen und damit größere Schadenspotenziale aufweisen. Dies bedeutet, dass in den Verdichtungsräumen zukünftig die höchsten Belastungen auftreten werden, wofür die Verdichtung selbst eine der Ursachen ist. Zugleich werden die vorhandenen Verdichtungsräume und deren Randzonen bei weiterer Flächeninanspruchnahme und Nutzungsansiedelung voraussichtlich einen Schwerpunkt darstellen, was gegebenenfalls zu einer weiteren Erhöhung der Sensitivität in klimatisch kritischen Bereichen führen kann. Vor diesem Hintergrund ist besonders in den Verdichtungsräumen dem Belang der Klimaanpassung bei der planerischen Abwägung schon heute (und damit vor dem Eintreten der erhöhten Belastungen in der fernen Zukunft) verstärkte Bedeutung beizumessen. Zur Minimierung der negativen Folgen des Klimawandels kann die Stadt- und Raumplanung hier einen Beitrag leisten, da die vorhandenen Instrumente zur Einflussnahme auf Lage, Umfang und Ausgestaltung der Siedlungs- und Verkehrsflächen (vor allem bei Neuplanungen) vergleichsweise weitreichend und fein ausdifferenziert sind.

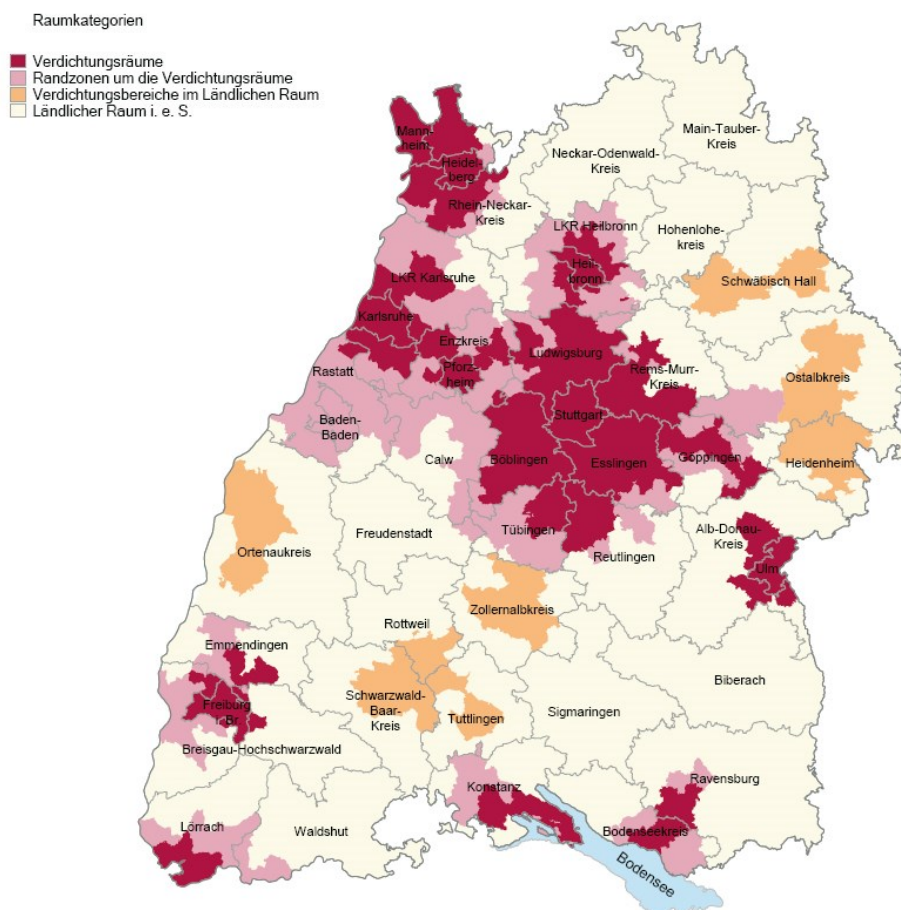


Abb. 4: Landesentwicklungsplan Baden-Württemberg;
Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

5. Anpassungsmaßnahmen / -optionen

Die Stadt- und Raumplanung verfügt schon heute über eine Vielzahl an Möglichkeiten, Maßnahmen zur Klimaanpassung einzuleiten, die sich in unterschiedlicher Weise kategorisieren lassen (z.B. nach formellen/informellen Instrumenten; Landes-, Regional- und Kommunalebene). Maßnahmen der Stadt- und Raumplanung können dabei Synergien mit anderen Handlungsfeldern erzeugen, zum Beispiel durch eine Gewährleistung der Attraktivität von Altstädten als Tourismusziele oder die Sicherung von Naherholungsflächen zur gesundheitlichen Erholung. Neben einer Anwendung formeller und informeller Instrumente unter verstärkter Berücksichtigung des Klimawandels ist auch eine Einbindung privater Akteure zur Formulierung und Erreichung gemeinsamer Ziele ein wichtiger »Baustein« einer robusten, umfassenden Anpassungsstrategie. Eine wesentliche Rolle wird

Verantwortlich für den Inhalt des vorliegenden Gutachtes sind die Autoren.

Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur mit Genehmigung des Umweltministeriums Baden-Württemberg unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren erlaubt.

auch der Umgang mit dem Gebäudebestand vor dem Hintergrund des sommerlichen Wärmeschutzes spielen. Damit fällt entsprechenden Maßnahmen im Rahmen von Stadterneuerung und Stadtumbau ein besonderes Gewicht zu.

Mögliche Anpassungsmaßnahmen setzen in unterschiedlichen Bereichen an:

- Flächen mit Funktionen für die Klimaanpassung (z.B. Kaltluftentstehung und -leitung);
- Siedlungsstrukturen (z.B. Dichte von Siedlungen und Anteil von Erholungsflächen);
- bauliche Anlagen / Infrastrukturen und deren Ausrichtung und Ausgestaltung (z.B. Verringerung des Wärmeeintrags durch Verschattung von Gebäuden);
- Grünstrukturen (z.B. Grünanteil in Siedlungen und deren Vernetzung)
- Verhaltensweisen der Bevölkerung (z.B. Informationen zur Gebäudenutzung und -lüftung);
- Wissensbasis bei Planern der unterschiedlichen Planungsebenen bezüglich der Notwendigkeit und Möglichkeiten der Klimaanpassung;
- etc.

Maßnahmen können auf den unterschiedlichen Ebenen der räumlichen Planung ergriffen werden. Im Rahmen der Raumordnung kommt der Regionalplanung in ihrer Mittler-, Beratungs- und Koordinationsfunktion zwischen Landes- und Kommunalebene eine besondere Bedeutung zu. Mittels ihrer Instrumente kann sie bindende Vorgaben für die kommunale Bauleitplanung machen und dabei die Raumnutzung auch über Gemarkungsgrenzen hinweg steuern – etwa in Form von Festlegungen großräumig übergreifender Freiräume zur Sicherung von Frischluftleitbahnen und/oder Retentionsflächen –, wodurch sie einen maßgeblichen Beitrag zur Klimaanpassung leisten kann.

Auf Ebene der kommunalen Bauleitplanung sollten die planenden Stellen den Belang der Klimaanpassung bei der Aufstellung oder Fortschreibung von Flächennutzungs- und/oder Bebauungsplänen verstärkt in die planerische Abwägung einbeziehen. Im Hinblick auf das Schutzgut »Mensch« beispielsweise sollte vermehrt darauf geachtet werden, Wohngebiete nach Möglichkeit in mikroklimatisch günstigen Lagen vorzusehen und Ausrichtung und Höhen baulicher Anlagen so festzusetzen, dass Kaltluftströme möglichst ungehindert in Siedlungsbereiche eindringen können. Besondere Bedeutung kommt auch der Sicherung von Flächen zur thermischen Entlastung zu. Ein stärkeres Gewicht in der Abwägung mit anderen Nutzungsansprüchen sollte der Thematik der Klimaanpassung vor allem angesichts der langfristigen Dynamik der Klimaveränderungen beigemessen werden. Gerade in

Kommunen mit hoher Hitzebelastung kann dies für den Einzelfall zum Beispiel bedeuten, dass sich die Gewichtung zukünftig zugunsten eines Erhalts von Grün- und Freiflächen verschieben wird.

Grundsätzlich lassen sich folgende Maßnahmen für eine klimaangepasste Raumnutzung hervorheben (wobei die aufgeführten Maßnahmen stellenweise auch über die Kompetenzbereiche der Stadt- und Raumplanung im engeren Sinne hinausreichen).

- Freihaltung und Sicherung von Flächen zur thermischen Entlastung:
 - Sicherung von Frischluftschneisen und großräumig übergreifenden Freiraumstrukturen auf regionalplanerischer Ebene (Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten).
 - Herstellung möglichst zusammenhängender kleinräumlicher Verbundstrukturen von Grün- und Freiflächen im städtischen Kontext, die einen kühlenden Effekt für angrenzende Siedlungsstrukturen haben (z.B. mittels Festsetzungen von Grün- und Freiflächen in Bebauungsplänen).
 - Einrichtung eines »Flächenpools« durch den Erwerb potenzieller Flächen zum Ausgleich von Beeinträchtigungen der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts durch die Kommunen; ein solcher Flächenpool kann im Vorgriff auf spätere bzw. zu erwartende Eingriffe angelegt werden (vorbereitende Bauleitplanung) und damit der langfristigen Sicherung von Grünflächen dienen.
- Stärkere Berücksichtigung des Klimawandels bei der Planung der Siedlungsentwicklung gemäß den Grundsätzen des ROG und BauGB als ein zunehmend bedeutsamer Belang, der mit anderen abzuwägen ist.
- Gewährleistung ausreichender Durchlüftung von Siedlungen durch angepasste bauliche Strukturen:
 - Verringerung baulicher Dichten in den für die Durchlüftung relevanten Bereichen der Städte auf Basis von Dichtekonzeptionen (blockscharfe Empfehlungen zur anzustrebenden Dichte und Festlegung stadtökologischer Mindeststandards).
 - Vermeidung von baulichen Hindernissen in Kaltluftleitbahnen durch bauleitplanerische Vorgaben zur Höhe, Stellung und/oder strömungsgünstigen Ausgestaltung baulicher Anlagen (je nach lokalen Bedingungen).
- Durchgrünung von Stadträumen:
 - Mehr Grün im städtischen Raum, zum Beispiel durch Bepflanzung von Dächern und Fassaden und Baumpflanzungen im öffentlichen Raum.

- Verstärkte Pflege von Siedlungsgrün und Auswahl hitzeresistenter Pflanzenarten.
- Verbesserung der Aufenthaltsqualität in öffentlichen Räumen:
 - Reduktion von Abwärmequellen (z.B. Vermeidung oder Verringerung von Abwärme durch Anlagen zur thermischen Kühlung oder durch industrielle/gewerbliche Betriebs- und Produktionsstätten).
 - Verschattungs- und Kühlungsmaßnahmen im öffentlichen Raum (z.B. durch Überdachungen von Haltestellen des ÖPNV).
- Klimaangepasste Bauweise, zum Beispiel Reduktion solarer Einträge durch Verschattung, Oberflächengestaltung etc.
- Verbesserter Hochwasserschutz, zum Beispiel durch Renaturierung von Flussläufen (Sicherung und Rückgewinnung natürlicher Überschwemmungsflächen zum vorbeugenden Hochwasserschutz, auch mittels regionalplanerischer Ausweisung von Vorranggebieten).
- Einsatz planerischer Instrumente und Anpassung von Planungsprozessen:
 - Informationsreichung, etwa in Form von Kartierungen der Klimawandel-Risikogebiete.
 - Soziodemografische und klimatische Kartierung von Wohngebieten zur Erfassung von Risikogebieten für gesundheitliche Hitzebelastungen (als Voraussetzung für punktgenaue Anpassungsmaßnahmen).
 - Entwicklung und Anwendung von Kriterien zur Prüfung klimarelevanter Parameter von Wettbewerbs- und Bebauungsplanentwürfen.
 - Initiierung und Durchführung von Stadtumbaumaßnahmen zur klimaangepassten Siedlungsentwicklung (klimaangepasste Umgestaltung des Bestands).
 - Unterstützung informeller regionaler und kommunaler Klimaanpassungsprozesse (Zusammenarbeit durch verstärkte Anwendung kooperations- und konsensorientierter Verfahren – Governance).
 - Auflegen von Förderprogrammen und Anreizsystemen für klimaangepasstes Bauen (z.B. finanzielle Förderung von Gründächern).
 - Erhöhung der Anpassungsbereitschaft planender Akteure.

Eine Übersicht über diejenigen Maßnahmen, die in den jeweiligen Kreisen aufgrund deren spezifischer Vulnerabilitätsprofile als prioritär anzusehen sind, findet sich in der Langfassung des Gutachtens (siehe dort Tab. 17).

Bei der Anpassung gilt es insbesondere darauf zu achten, dass die Maßnahmen mit gegebenenfalls konkurrierenden Planungszielen und Leitbildern abgestimmt werden. Eine solche Konkurrenz besteht zum Beispiel zwischen der Freihaltung von Kaltluftschneisen und der Sicherung von Grünflächen als Kaltluftentstehungsgebiete einerseits und dem Leitbild der Innenentwicklung und Nachverdichtung andererseits.

Um die Risiken negativer Folgen der zu erwartenden Klimaveränderungen in Grenzen halten zu können, was in Anbetracht des langen Zeitraums für eine Anpassung als durchaus realistisch anzusehen ist, müssen frühzeitig entsprechende Maßnahmen umgesetzt werden. Hierzu bedarf es einer weiteren Sensibilisierung für das Thema Klimaanpassung, die durch eine Ausweitung von Forschungsaktivitäten unterstützt werden sollte, um die für kleinräumliche Vulnerabilitätsanalysen notwendigen Daten bereitstellen und die Wirkung einzelner Maßnahmen quantifizieren zu können. Dies würde auch den Willensbildungsprozess und damit die Chancen der Durchsetzbarkeit von Anpassungsmaßnahmen in der Abwägung mit anderen Belangen auf der politischen Ebene befördern, die oftmals an einer belastbaren Nutzen-Kosten-Abwägung scheitert. Eine vorausschauende Anpassung ist vor allem auch in Anbetracht der langen Bestandszeiten von Nutzungen angeraten, insbesondere vor dem Hintergrund einer erhöhten Dynamik der Klimaveränderung in der zweiten Jahrhunderthälfte. Schließlich ist es wichtig, Maßnahmen bereits zeitnah umzusetzen, da im Bereich der Stadt- und Raumplanung viele Entscheidungen lange Vorlauf- und Realisierungszeiten benötigen, planerische Impulse oftmals erst mittel- bis langfristig Wirkung entfalten und zwischenzeitlich realisierte Vorhaben einer Anpassung im Wege stehen können und in der Regel nur schwer reversibel sind. Je früher eine Anpassung erfolgt, desto geringer werden Schäden sowie Kosten, die aufgrund verspätet ergriffener Maßnahmen auftreten können, ausfallen. Anzumerken ist, dass die im Rahmen des Gutachtens ermittelten Betroffenheiten aufgrund ihrer eher »groben« räumlichen Auflösung (Klimadaten der LUBW im 25x25-km-Raster) vor allem zur Orientierung bei der Entwicklung einer weiter differenzierten Strategie bzw. als Referenzrahmen für entsprechende Aktivitäten auf regionaler und kommunaler Ebene dienen können.