

Forschungsbericht KLIMOPASS

# Klimatologische Messdaten von Baden-Württemberg

Bestandsaufnahme von klimatologischen Messdaten Baden-Württembergs und  
Erstellung einer Metadatenbank

von B. Mühr, Dr. C. Endler

Gefördert mit Mitteln des Ministeriums für Umwelt, Klima und  
Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM)

März 2012

<b>HERAUSGEBER</b>	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Postfach 100163, 76231 Karlsruhe
<b>KONTAKT</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>AUFTRAGGEBER</b>	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg - Forschungsprogramm Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden- Württemberg (KLIMOPASS)
<b>BEARBEITUNG</b>	Dipl.-Met. Bernhard Mühr, Institut für Meteorologie und Klimaforschung am KIT, Dr. Christina Endler, Institut für Meteorologie und Klimaforschung am KIT jetzt: Deutscher Wetterdienst  Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Institut für Meteorologie und Klimaforschung Wolfgang-Gaede-Str. 1 76131 Karlsruhe
<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 U41-W03-N10
<b>STAND</b>	März 2012, Internetausgabe Mai 2013

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

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>PROJEKTBESCHREIBUNG UND ZIELSETZUNG</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>VORÜBERLEGUNGEN: ERFORDERLICHE META-INFORMATIONEN FÜR KLIMATOLOGISCHE MESSDATEN</b>	<b>10</b>
3.1	KLIMATOLOGISCHE MESSREIHEN (PUNKTMESSUNGEN) UND MESSKAMPAGNEN	11
3.2	PHÄNOLOGISCHE DATEN	12
3.3	MODELLDATEN	13
3.4	WEITERE DATEN	14
<b>4</b>	<b>METADATENBANKEN</b>	<b>15</b>
4.1	AKTUELLE ANFORDERUNGEN AN METADATENKONZEPTE	15
4.2	DATENBANKKONZEPT DER LUBW	15
<b>5</b>	<b>PROJEKTBEZOGENE (TECHNISCHE) UMSETZUNG</b>	<b>17</b>
5.1	ENTWICKLUNG DER SCHNITTSTELLE	17
5.1.1	ANGABEN ZU DEN MESSGRÖßEN	19
5.2	INTERNER DATENFLUSS	19
5.2.1	AUFBAU DES MEROS-KOPFES	20
<b>6</b>	<b>ÜBERSICHT ÜBER ALLE EINRICHTUNGEN UND BETREIBER VON MESSSTATIONEN ODER MESSNETZEN</b>	<b>21</b>
6.1	DIE DATENAKQUISE	21
6.2	DIE MESSNETZE	22
6.2.1	DAS MESSNETZ DES DEUTSCHEN WETTERDIENSTES	22
6.2.2	DAS MESSNETZ VON METEOMEDIA	25
6.2.3	DAS MESSNETZ DER LUBW	26
6.2.4	DAS MESSNETZ DER LTZ AUGUSTENBERG	27
6.2.5	DAS MESSNETZ DER FVA FREIBURG	28
6.2.6	PRIVATE MESSNETZE	29
6.2.7	KLIMADATEN DES PIK	30
6.2.8	MESSNETZE - ÜBERSICHT	31
6.3	EINZEL - WETTERSTATIONEN	31
6.3.1	SCHULEN	31

6.3.2	UNIVERSITÄTEN	32
6.3.3	KOMMUNEN, STADT- UND LANDKREISE	32
6.3.4	STADTWERKE, VERBÄNDE	33
6.3.5	LANDES- UND BUNDESANSTALTEN	33
6.3.6	GROßGÄRTNEREIEIEN UND BAUMSCHULEN	33
6.3.7	GLEITSEGELVEREINE / GLEITSEGELSTARTPLÄTZE	33
6.3.8	SONSTIGES	33
6.4	BLITZDATEN	33
6.5	RASTERDATEN	34
6.5.1	DWD - REGNIE DATENSÄTZE	34
6.5.2	DWD - KOSTRA DATENSÄTZE	34
6.5.3	VERA DATENSÄTZE	34
6.5.4	KLIMAMODELLE	35
6.6	ÜBERSICHT ÜBER ALLE ANGEGFRAGTEN EINRICHTUNGEN, BEHÖRDEN, KOMMUNEN, BETRIEBE	35
<b>7</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK</b>	<b>38</b>
	<b>LITERATUR</b>	<b>39</b>
	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>40</b>
	<b>TABELLENVERZEICHNIS</b>	<b>41</b>
	<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>42</b>



# 1 Einleitung

Seit jeher beschäftigt das Wetter die Menschen und ihr Handeln; Gunst oder Ungunst klimatischer Gegebenheiten, extreme Wetterereignisse wie Dürren, Hitzeperioden, Kältewellen, Überschwemmungen usw. entschieden über Ernten und Missernten und bestimmten das Schicksal ganzer Regionen. In der Geschichtsschreibung und in alten Chroniken finden sich teilweise recht detaillierte Beschreibungen extremer Wetterereignisse und ihrer Auswirkungen. Beschränkten sich diese Informationen zunächst auf die Folgen und Auswirkungen solcher Ereignisse (z.B. Eisgang an Flüssen, Baublüten usw.) kamen vor rund 250 Jahren Messungen hinzu. Mit erst noch recht primitiven Geräten und Verfahren versuchten nun Wissenschaftler, die grundlegenden physikalischen Zusammenhänge über die Atmosphäre und die Vorgänge in ihr zu ergründen. Von Prag beispielsweise liegen Temperaturaufzeichnungen seit 1771 vor, in Kew Gardens (London) wird seit 1697 der Niederschlag gemessen und auch in Baden-Württemberg begann eine Station in Stuttgart-Schnarrenberg mit Niederschlagsmessungen schon im Jahre 1792. Anfangs war kaum mehr bekannt, als dass Temperatur und Luftdruck mit der Höhe abnahmen. Mit den Fortschritten in der Wissenschaft und der technologischen Entwicklung überzog ein immer dichter werdendes Netz an Messstationen die Kontinente, Messverfahren für weitere klimatologische Größen wurden entwickelt. Bergstationen gewannen immer mehr an Bedeutung, zum einen, weil sie einen Einblick in die vertikalen Bewegungsvorgänge und die Schichtungsverhältnisse in der Atmosphäre boten, zum anderen, weil sie weitgehend unbeeinflusste und konstante Messbedingungen ermöglichten. Zunehmende Bevölkerungszahlen, Verstädterung, Waldrodungen und andere Änderungen in der Landnutzung führen zu sich ständig wandelnden Umgebungsbedingungen an den jeweiligen Messorten; gleich bleibende Bedingungen herrschten und herrschen nur an den wenigsten Standorten. Immer modernere Messverfahren kamen zum Einsatz und nicht nur die Instrumentierung änderte sich häufig, auch Standortverlegungen wurden oft nötig. Es verwundert daher nicht, dass kaum eine - zumindest längere - Messreihe als homogen bezeichnet werden kann. So wünschenswert und wertvoll lange Messreihen sein können, so vorsichtig und sorgfältig muss die Auswertung und Interpretation vorgenommen werden.

Für Baden-Württemberg entstanden in den letzten gut 200 Jahren weit mehr als 1000 unterschiedlichster Messreihen meteorologischer Größen. Die Messdaten wurden früher handschriftlich aufgezeichnet und umfangreiche Archive angelegt, heute erfolgt die Messung und Speicherung der Daten meist digital. Von der Vielzahl an Datensammlungen sind heute nicht mehr alle zugänglich, manche verschollen, andere vernichtet. Dafür bieten die heutige Zeit und die Technik oft einfache und kostengünstige Möglichkeiten, jederzeit neue Messstationen und diese fast überall einzurichten. Die Zahl der verfügbaren und zugänglichen Messreihen vervielfachte sich während der letzten drei Jahrzehnte. Unterschiedliche Längen der Messreihen, verschiedene Datenformate, unterschiedliche Instrumentierungen, ein Wechsel der Messorte, mangelnde Qualität und Kontinuität der Messungen, komplexe Nutzungs- und Eigentumsrechte - all das erschwert die Zugänglichkeit, Handhabung und Auswertung der Daten allerdings in hohem Maße. Dafür steht heute eine neue Form von Daten zur Verfügung, die erst durch den Einsatz leistungsfähiger Rechner möglich wurde: Rasterdaten oder Gitterpunktdaten. Mit komplexen Berechnungsmethoden kann aus den Punktmessungen an den Messstationen auf die Werte an jedem Schnitt- bzw. Gitterpunkt eines Rasters (Netz) geschlossen werden. Durch anschließende Interpolationen entsteht für jeden beliebigen Punkt (z.B. von Baden-Württemberg) eine klimatologische oder meteorologische Information, auch wenn sich der nächste Messort tatsächlich etliche Kilometer entfernt befinden mag.

Vor hundert Jahren waren Messdaten meteorologischer Größen nur für wenige Naturwissenschaftler von Interesse, die sich ausschließlich mit der Erforschung der physikalischen Gesetzmäßigkeiten der Atmosphäre befassten; im Alltagsleben der allermeisten spielten sie keine Rolle. In unserer heutigen Gesellschaft hingegen müssen auf komplexe Fragenstellungen in fast allen Bereichen des täglichen Lebens Antworten gefunden werden; die Kenntnis des aktuellen und zukünftigen Wetters oder Klimas bestimmt das Verhalten des Einzelnen genauso wie die strategischen Entscheidungen von Industrieunternehmen oder die Politik ganzer Nationen. Versicherungen haben großes Interesse an Extremereignissen und daran, in welcher Form und wie häufig sie auftreten. Planer, Entscheidungsträger oder Behörden müssen sich den Herausforderungen stellen, wie sie ein sich änderndes Klima mit sich bringt.

Die verlässliche Beschreibung des zukünftigen Wetters und Klimas ist ohne die möglichst umfassende Kenntnis der Vergangenheit und der Gegenwart nicht möglich. Das macht die Verfügbarkeit und Auswertung von meteorologischen Messdaten in qualitativer und quantitativer Hinsicht so bedeutsam.

Mit dieser Aufgabe beschäftigt und beschäftigt sich das vorliegende Projekt ("Bestandsaufnahme von klimatologischen Messdaten Baden-Württembergs und Erstellung einer Metadatenbank") während eines Zeitraums von 12 Monaten. Möglichst viele Messdaten für Baden-Württemberg ausfindig zu machen, sie zusammenzutragen, Informationen über die Daten zu gewinnen, ihre Verfügbarkeit und Qualität zu beschreiben und in eine Metadatenbank einzupflegen - so lässt sich Inhalt und Ziel des Projekts grob umreißen; einen tieferen Einblick vermittelt Kapitel 2.

Einen großen Teil der Arbeit beansprucht die Recherche nach Messdaten und Datensammlungen aller Art. Neben Messnetzen, wie sie staatliche (z.B. Deutscher Wetterdienst, DWD) oder private Wetterdienste und Behörden betreiben, sind Informationen über Extremereignisse von besonderer Bedeutung. Solche Datensammlungen sind beispielsweise:

- ESWD-Datenbank (European Severe Weather Database, [www.eswd.eu](http://www.eswd.eu))
- URBAS, Datenbank des Forschungsvorhabens „Vorhersage und Management von Sturzfluten in urbanen Gebieten“, [www.urbanesturzfluten.de](http://www.urbanesturzfluten.de)
- Deutsche Rückversicherung ([www.deutsche-rueck.de](http://www.deutsche-rueck.de))
- Niederschlagsdatensätze (KOSTRA-DWD, REGNIE, EXUS)
- BLIDS (Blitzdaten des Siemens-Systems)
- Winddaten (Ergebnisse des Projektes RegioExAKT und CEDIM)

Welchen Mess- oder Modelldaten außerdem Bedeutung zukommt, welches Format als sinnvoll erachtet wird, darüber gibt Kapitel 3 Auskunft.

Standardisierte Metainformationen bilden die Grundlage für die Auswahl relevanter Daten und Informationen, aus denen die maßgeblichen Informationen für sachgerechte Entscheidungen abgeleitet und bewertet werden. Kapitel 4 beschreibt die Anforderungen an eine solche Metadatenbank.

Mit welchen Strategien Daten ausfindig gemacht wurden und wie verfügbare Datensätze letztlich zu einem Eintrag in einer Metadatenbank werden, erläutert Kapitel 5.

Kapitel 6 gibt eine Übersicht aller Einrichtungen, die Messstationen betrieben oder Daten verfügbar hatten, wieder. Kapitel 7 beschließt diesen Bericht mit einem kurzen Ausblick.

## 2 Projektbeschreibung und Zielsetzung

Für die Beschreibung des Klimas der Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft sind qualitativ hochwertige Messungen an möglichst vielen Stationen über einen möglichst langen Zeitraum unabdingbar. Es existieren zahlreiche Datensätze oder Veröffentlichungen unterschiedlicher Art für Baden-Württemberg, die jedoch kaum gemeinsame Qualitätsmerkmale oder Formate aufweisen. Tabellen und Listen einzelner Betreiber oder Institutionen liegen in Schrift- oder in digitaler Form allenfalls lückenhaft oder als Fragmente vor. Exakte Dokumentationen fehlen meist, Angaben über das Datenformat, die Vollständigkeit der Messreihen, Standortverlegungen, systematische Messfehler, Wechsel von Messinstrumentierung, mögliche Homogenisierungen der Zeitreihen usw. liegen in vielen Fällen nicht vor. Nutzer verwenden diese Daten oftmals ohne genaue Kenntnis ihrer Güte.

Im Rahmen dieses Projektes soll nun eine standardisierte Form zur Beschreibung aller in und für Baden-Württemberg erhobenen Messdaten als Grundlage für spätere Anwendungen in Forschung und Industrie entwickelt werden. Die vorhandenen Messdaten müssen ausfindig gemacht und anschließend zusammengeführt werden. Zusätzlich zu der reinen Bestandsaufnahme der Messdaten muss eine Qualitäts- und Plausibilitätsprüfung dieser Daten erfolgen.

Die erhobenen, bewerteten und in eine einheitliche Form überführten Datensätze sollen in eine Metadatenbank eingepflegt werden. Die Anforderungen an diese Metadatenbank liegen vor allem in ihrer Nachhaltigkeit, Funktionalität, Stabilität und Nutzerfreundlichkeit. Die Datenbank mit ihren Metadaten soll langfristig - auch über die Projektlaufzeit hinaus - von Nutzen sein. Die Ausarbeitung des Konzeptes einer solchen Metadatenbank stellt einen weiteren wesentlichen Teil des Projektes dar.

Eine Übersicht des Projektziels mit den entsprechenden Arbeitsinhalten zeigt Abbildung 1.

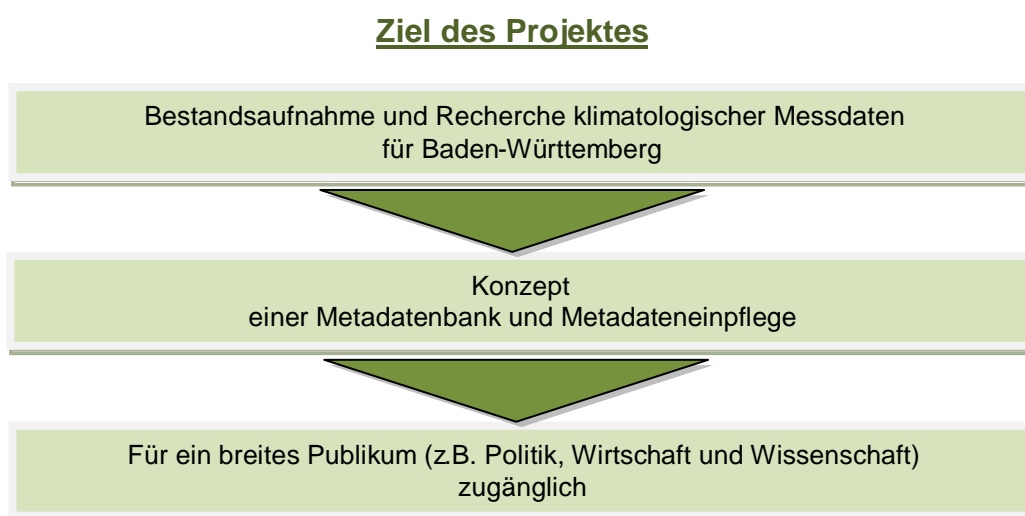


Abbildung 1: Projektziel und Hauptarbeitsschritte

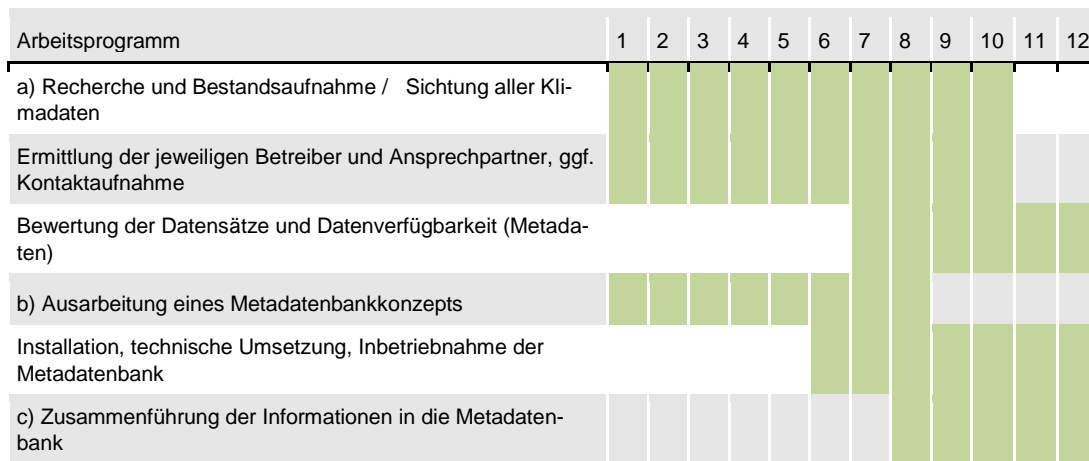
Die sich daraus ergebenden einzelnen Arbeitsschritte und ihre Umsetzung während der Projektmonate können der Tabelle 1 entnommen werden (grün markiert). Hierbei ist ersichtlich, dass insbesondere für die Recher-



che und Bestandsaufnahme der klimatologischen Messdaten sowie die Ausarbeitung eines geeigneten Metadatenbankkonzeptes und dessen Installation den zeitlich größten Aufwand erfordert.

In einem ersten Schritt werden Informationen zu den in und für Baden-Württemberg erhobenen Daten recherchiert, inklusive der jeweiligen Messnetz-Betreiber und Ansprechpartner. Eine detaillierte Übersicht über diese Informationen wird in Kapitel 3 gegeben. Zudem erfordert ein qualitativ hochwertiger Metadaten-satz die Kenntnis und Bewertung von Messdaten hinsichtlich des Standorts der Messstation, Standortverlegungen, Instrumentierung der Messeinrichtung (Gerätewechsel), Datenverfügbarkeit (Vollständigkeit), Bearbeitung der Datenreihen (Homogenisierung) etc. Diese Qualitätsüberprüfung schließt sich dem ersten Arbeitsschritt an.

Tabelle 1: Zeitplan der im Projekt vorgesehenen Arbeitsschritte aufgeteilt für die Projektmonate



Parallel dazu wird eine geeignete Struktur der Metadatenbank erdacht, die auch der zum Teil großen Heterogenität des Datenformats, der zeitlichen und räumlichen Auflösung Rechnung trägt.

Als Grundlage für das Konzept ist die vorhandene Datenbankstruktur ("MEROS") der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), da eine Überführung der im Projekt entwickelten Metadatenbank in die LUBW-Datenbank zu einem späteren Zeitpunkt erfolgt.

Die Funktionalität der Metadatenbank wird mit Hilfe von Testdatensätzen hergestellt und überprüft. Auf dem Physikhochhaus (Campus Süd des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT)) befinden sich meteorologische Messeinrichtungen, die das Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK) am KIT betreibt. Deren seit vielen Jahren erhobenen Daten dienen als ein solcher Testdatensatz.

Die technische Umsetzung des Konzepts beinhaltet auch ein Webinterface (siehe Kapitel 5). Diese Schnittstelle dient sowohl der Recherche von Metadaten als auch der Abfrage von Informationen durch den Endnutzer.

Am Schluss des Projektes wird der LUBW eine DVD übergeben, die alle erhobenen und "MEROS"-kompatiblen Metadaten-sätze enthält.

### 3 Vorüberlegungen: Erforderliche Metainformationen für klimatologische Messdaten

Welche klimatologischen Messgrößen bzw. Daten im Rahmen des Projektes von Bedeutung sind, wurde mit der LUBW abgesprochen. Ergebnis dieser Gespräche ist folgende Auswahl:

- Klimatologische Messreihen (Punktmessungen)
- Messkampagnen
- Phänologische Daten
- Modelldaten (WETTREG, STAR, COSMO-CLM und REMO abgelegt in der CERA-Datenbank, World Data Center for Climate (Hamburg); für die hoch aufgelösten COSMO-Klimasimulationen von 7 und 2.8 km: IMK/KIT)
- Gitterpunktsdaten (z.B. REGNIE, RADOLAN)
- Satellitendaten
- Radardaten
- Aerologische Daten/Radiosondenaufstiege

Klimatologische Messreihen, phänologische Daten und Modelldaten genießen dabei die höchste Priorität. Das Projekt soll zudem einen Überblick geben über Forschungsaktivitäten im Rahmen groß angelegter Messkampagnen, die teilweise länderübergreifend durchgeführt wurden. Bei etlichen dieser Messkampagnen konnten umfangreiche Datensätze zu speziellen Forschungsfragen und für besondere wissenschaftliche Anforderungen (z.B. Konvektion) gewonnen werden. Daten dieser Messkampagnen, die sich über einige Monate bis hin zu mehreren Jahren erstreckten, wurden vielfach in besonders hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung erhoben. Während des trinationalen Forschungsprojektes REKLIP (1992-1995) führte eine Reihe von eigens errichteten klimatologischen Messstationen zu einer erheblichen Verdichtung der vorhandenen, routinemäßig betriebenen Messnetze (z.B. DWD, Météo France) in Deutschland, der Schweiz und Frankreich. Einzelne Stationen sind aktuell noch in Betrieb. Von besonders wissenschaftlichem Interesse war auch die im Sommer 2007 groß angelegte internationale Messkampagne COPS, bei der mit boden- und flugzeuggebundenen Messgeräten die komplexen Prozesse der Konvektion analysiert wurden.

Für die Erstellung der Metadatenbankstruktur ist es notwendig zu wissen, welche Informationen abgerufen werden sollen. Hierbei richten sich die jeweiligen Informationen nach dem Datentyp (siehe Abbildung 2 bis Abbildung 5).

### 3.1 KLIMATOLOGISCHE MESSREIHEN (PUNKTMESSUNGEN) UND MESSKAMPAGNEN

Im Hinblick auf die Metadaten klimatologischer Messreihen, auf denen u.a. das Hauptaugenmerk des Projektes liegt, sind folgende Vorüberlegungen angestellt worden:

Angaben zur Station/Betreiber	
Stationsname	Karlsruhe - Physikhochhaus
Geografische Koordinaten, Höhe	49° 0' 50" N, 8° 24' 23" E, 186 m ü. NN
Standort (PLZ, Straße)	Wolfgang-Gaede-Str. 1, 76131 Karlsruhe
Betreiber/Messende Einrichtung	Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Kaiserstr. 12 76131 Karlsruhe <a href="http://www.imk-tro.kit.edu">www.imk-tro.kit.edu</a>
Ansprechpartner (Name, Tel., Anschrift)	<a href="mailto:max.mustermann@kit.edu">max.mustermann@kit.edu</a>

Abbildung 2: Angaben zur Station/ Betreiber

In Abbildung 2 spiegeln sich die allgemeinen Angaben zur Station und zum Betreiber wider, beispielsweise Lage, Name und Verantwortlicher der Station.

In Abbildung 3 sind die für die klimatologischen Messreihen relevanten Informationen dargestellt. Es wird abgefragt, welcher Parameter (z.B. Lufttemperatur und Niederschlag) wann (Zeitraum) und wie (z.B. zeitliche Auflösung, digital und/oder homogenisiert) vorliegt. Folgende Parameter stehen im Vordergrund der Recherche:

- Temperatur (Lufttemperatur, Erdbodentemperatur)
- Niederschlag
- Feuchtemaße
- Wind (-richtung und -geschwindigkeit)
- Luftdruck
- Strahlung
- Bewölkung
- Energiebilanz

Bei Stationsverlegungen oder Änderung der Instrumentierung beispielsweise ist u. U. eine homogene Datenerfassung nicht mehr gewährleistet. Insbesondere bei der Verarbeitung dieser Daten können Fehler auftreten. So kann eine Datenreihe homogenisiert werden, um die sog. Inhomogenitäten zu beseitigen. Hierbei gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Methoden. Wenn diese Daten gegebenenfalls der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden, ist es für den weiteren Gebrauch von Vorteil, zu wissen, ob und wie die Daten homogenisiert wurden. Zudem gibt es ein Bemerkungsfeld, in dem beispielsweise die Instrumentierung oder die Charakteristika der Fehlwerte oder eine Formatbeschreibung dokumentiert werden kann.

**Messdaten**

Parameter	Zeitraum (dd.mm.yyyy-dd.mm.yyyy)	aktuelle Messung?	Zeitl. Auflösung
Lufttemperatur	01.01.1988-20.04.2011	ja   nein	z.B. 5, 10 oder 30 min
Vollständigkeit (%)		Homogenisierung	Digitales Format
> 95 %		ja, ggf. wie   nein	ja   nein
Bemerkungen			
<i>z.B. Instrumentierung, Charakteristika der Fehlwerte, Messhöhen, -tiefen, Stationsbeschreibung, Formatbeschreibung...</i>			

- Niederschlag ...
- 10m-Wind ...
- Windrichtung ...
- Luftdruck ...
- Strahlung ...
- Feuchtemaße ...
- Erbodentemperatur ...

Abbildung 3: Notwendige Angaben zu klimatologischen Messreihen (Punktmessungen)

Bei der Erstellung der Metadaten bezogen auf Daten, die im Rahmen einer Messkampagne erhoben wurden, sollten zusätzlich der Name der Kampagne sowie die Förderung (z.B. DFG oder BMBF) mit angegeben werden. Das Bemerkungsfeld kann um die beteiligten Institute und entstandene Publikationen erweitert werden.

### 3.2 PHÄNOLOGISCHE DATEN

Phänologische Daten sind in der Klima- und Klimafolgenforschung in ihrer Relevanz gestiegen (Promet 2007). Erste Aufzeichnungen phänologischer Daten reichen bis in das 19. Jahrhundert zurück. Der Ausbau eines deutschen Beobachtungsnetzwerkes begann nach der Gründung des Reichsamtes für Wetterdienst im Jahre 1934. Noch zu dieser Zeit schloss man neben den allgemeinen phänologischen Beobachtungen und landwirtschaftlichen Kulturpflanzen auch Weinreben, Wildpflanzen und Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschädlinge in die Beobachtungen mit ein. Die Beobachtungsprogramme in der Nachkriegszeit waren allerdings nicht mehr so umfangreich; die Beobachtungen an Unkräutern, Krankheiten und Schädlingen entfielen ganz beim Deutschen Wetterdienst und teilweise beim damaligen Meteorologischen Dienst der DDR (MD). Später sind auch die letztgenannten Beobachtungen beim MD eingestellt worden (Bruns 2007).

Das heutige phänologische Beobachtungsprogramm gültig seit 1991 (West) und 1992 (Ost) enthält 30 Wildpflanzen, 9 landwirtschaftliche Kulturen mit je 58 Phasen und 6 Obstarten mit je 31 Phasen (Bruns 2007).

Das Jahr in der Phänologie wird in 10 physiologisch-biologisch begründete "phänologische Jahreszeiten" eingeteilt, die durch sog. phänologische Leitphasen eröffnet werden. Zu jeder Leitphase gibt es auch mindestens eine Ersatzphase.

Die im Projekt ausgewählten zu ermittelnden phänologischen Daten basieren auf der Einteilung, die vom DWD verwendet wird. Dabei liegt der Fokus auf den Leitphasen einer phänologischen Jahreszeit (Abbildung 4).



Abbildung 4: Phänologische Jahreszeiten und ihre Leitphasen (nach Schnelle 1955)

Die Qualitätsprüfung phänologischer Daten gestaltet sich allerdings nicht so einfach, da phänologische Beobachtungen von Natur aus subjektiv sind. Ihre Genauigkeit hängt vorwiegend von den Erfahrungen und dem Engagement der überwiegend ehrenamtlichen Beobachter ab (Promet 2007). Aber auch für einen geschulten Beobachter ist es nicht immer leicht, zu bestimmen, wann beispielsweise der Zeitpunkt der Blattverfärbung und des Blattfalls ist.

Eine Prüfung der Daten auf Plausibilität wird empfohlen. Bereits Schnelle (1955) empfiehlt die Verwendung von Gebietsmittel, Phasenmittel und dergleichen, um die Fehler möglichst gering zu halten.

### 3.3 MODELLEDATEN

Obwohl Modelldaten keine klimatologischen Messreihen sind, genießen sie im Projekt ebenfalls eine hohe Priorität. Das Angebot an Klimamodelldaten für Baden-Württemberg ist recht überschaubar, da es in Deutschland lediglich ein globales und vier regionale Klimamodelle gibt. Dabei simuliert ein globales Modell das Klima für die gesamte Erdoberfläche, während ein regionales Modell das Klima für ein bestimmtes Gebiet simuliert. Die regionalen Klimamodelle unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Verfahren. Es gibt dynamische Modelle wie beispielsweise REMO und COSMO-CLM und statistische Modelle wie STAR und WETTREG.

Da in der Klimamodellierung eine stete Weiterentwicklung und Verbesserung der Modelle erfolgt, gibt es verschiedene Versionen. Insbesondere in der Forschung ist die Information über die Version des verwendeten Modells bei speziellen Fragestellungen essenziell. Zudem lässt man für Sensitivitäts- und Stabilitätsana-

lysen die Modelle mit leicht veränderten Startbedingungen laufen. Diese sog. Modellläufe oder im englischen Sprachgebrauch runs werden bei den Klimasimulationen mit angegeben (Suffixe wie R1 R2, R3 etc.).

Grundlage für Aussagen über mögliche, zukünftige Klimaänderungen bilden Annahmen über die zukünftige Entwicklung der Emissionen. Die sog. Emissionsszenarien, insgesamt 40, beschreiben die möglichen zukünftigen demografischen, wirtschaftlichen, technischen und gesellschaftlichen Entwicklungspfade (Nakicenovic et al. 2001). Allerdings wird nicht jedes Modell mit den 40 Emissionsszenarien gerechnet. Nach neueren Erkenntnissen des Weltklimarates (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) werden für die Klimasimulationen vorwiegend die Szenarien A1B, A2, B1 verwendet (IPCC 2007).

Neben diesen zuvor genannten Informationen werden Art des Modellgitters, Simulationszeitraum, Outputintervall und welche Klimaparameter für welche Drucklevels ausgegeben werden. Zudem besteht die Möglichkeit, in einem Bemerkungsfeld ergänzende Informationen vorzunehmen (Abbildung 5).

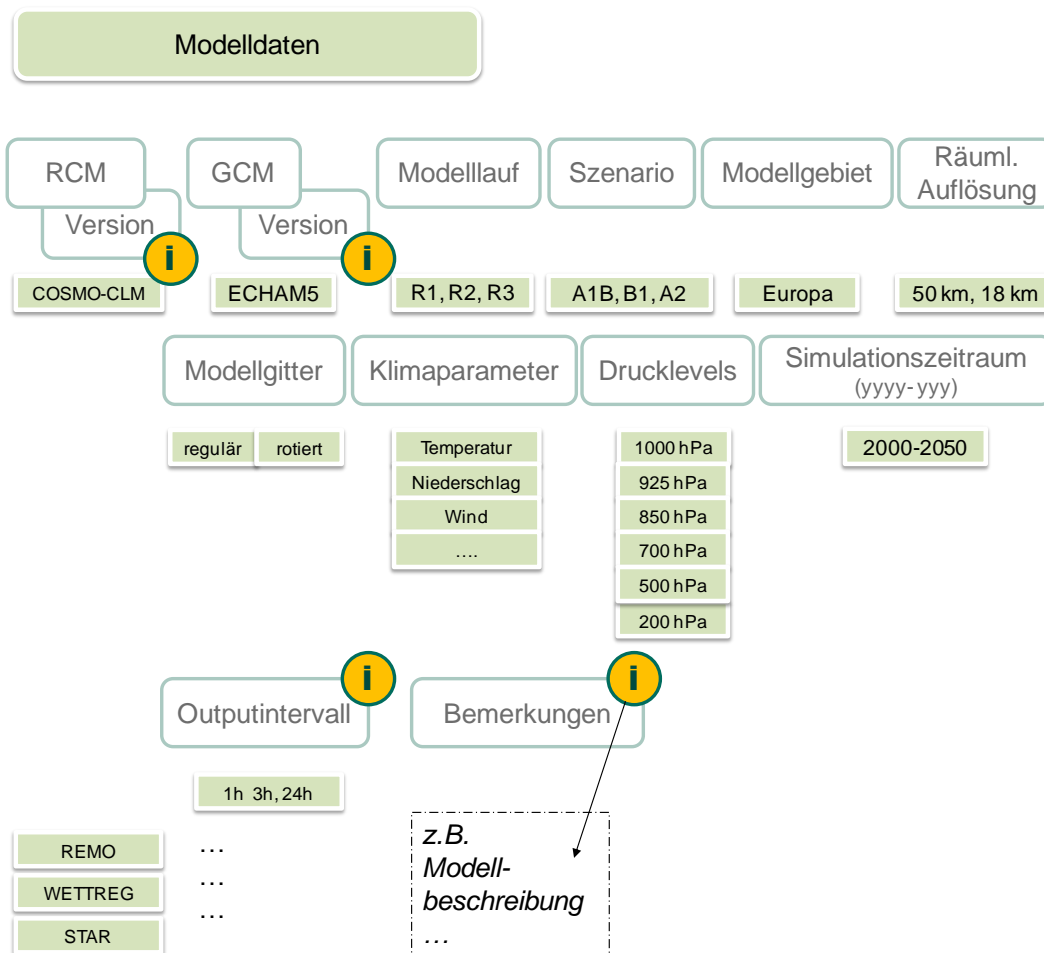


Abbildung 5: Übersicht über die zu ermittelnden Informationen bezogen auf Modelldaten

### 3.4 WEITERE DATEN

Neben den klimatologischen Messreihen, den phänologischen Daten und Modelldaten werden sog. Gitterpunktsdaten wie REGNIE oder RADOLAN, Satelliten-, Radar-, aerologische und sonstige Daten mit aufgenommen. Unter sonstige Daten fallen beispielsweise Windwurfdaten.

# 4 Metadatenbanken

## 4.1 AKTUELLE ANFORDERUNGEN AN METADATENKONZEPTE

In den letzten Jahren hat die Vielzahl an Messdaten erheblich zugenommen. Während noch zu Beginn der Aufzeichnungen diese Daten schriftlich - beispielsweise in Jahrbüchern - zusammen getragen wurden, erfordern heutige digitale Aufzeichnungen ein intelligentes Datenmanagement, welches zudem für die internationale Verwertbarkeit auch internationalen Standards genügen muss. Dies gilt im weiteren Sinne auch für Metadaten.

So wurden am 24. Dezember 2008 über eine EU-Verordnung die INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe)-Durchführungsbestimmungen hinsichtlich Metadaten in Kraft gesetzt. Diese Durchführungsbestimmungen bilden die rechtliche Grundlage für die Beschreibung von Geoinformationsressourcen mit Metadaten. Sie enthalten Regelungen für Metadaten zur Suche nach Geodaten, die unter die in den Anhängen I, II und III der INSPIRE-Richtlinie aufgeführten Geodathemen fallen, sowie nach den zugehörigen Geodatendiensten. Die Verordnung ist für die öffentlichen Stellen in allen Mitgliedstaaten der EU, die über entsprechende Geodaten verfügen, rechtlich verbindlich. Bis 2013 müssen die Metadaten für die im Annex III aufgeführten Datenthemen bereitgestellt werden, d.h. auch meteorologische Daten.

Das Metadatenprofil GDI-BW (Geodateninfrastruktur Baden-Württemberg) umfasst je einen Satz ausgewählter Metadatenelemente für Geodaten, Geodatendienste und Geoanwendungen. Es basiert auf den einschlägigen internationalen Normen und Standards (insbesondere ISO 19115 und 19119) und berücksichtigt vollständig die derzeit bekannten Vorgaben von INSPIRE. Es ist mit anderen Metadatenprofilen (fachbezogene Metadatenprofile sowie Profile anderer Bundesländer) abgestimmt.

Die einzelnen Metadatenelemente werden jeweils mit einer von drei möglichen Verbindlichkeitsstufen ausgewiesen:

- Verpflichtende Elemente, die in der GDI-BW von allen beteiligten Stellen verbindlich zu führen sind (Mindestumfang).
- Empfohlene Elemente, welche die Suche und Beurteilung von Geoinformationsressourcen durch die Nutzer besonders unterstützen und daher im Rahmen der Möglichkeiten der einzelnen Stellen erfasst werden sollten.
- Freiwillige Elemente, die von den jeweiligen Geodatenanbietern zur Steigerung des Informationsgehalts der Metadaten nach eigenem Ermessen insbesondere bei bestimmten Geodathemen erfasst werden können.

## 4.2 DATENBANKKONZEPT DER LUBW

Um der Vielzahl der im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Informationen Herr zu werden und eine gute Bedienbarkeit der Metadatenbank unter Berücksichtigung der genannten Richtlinien zu gewährleisten, gilt es nun eine entsprechende Struktur zu entwickeln.

Da diese Metadatenbank zu einem späteren Zeitpunkt ohne größeren Aufwand in die bei der LUBW bereits bestehende Datenbank („MEROS“) überführt werden soll, müssen zudem entsprechende Kompatibilitätsanforderungen erfüllt werden.

Die LUBW betreibt das Messreihenoperationssystem MEROS, welche Messwerte aus unterschiedlichen Messprogrammen in Form von Messreihen zugriffsoptimiert in eine Datenbank ablegt. In der Vergangenheit war die MEROS-Datenbankstruktur lediglich für die Belange der LUBW ausgerichtet. Im Jahr 1994 hat der Landtag von Baden-Württemberg das Sonderbehörden-Eingliederungsgesetz beschlossen, so dass im Bereich der Umweltdaten ein Datenverbund Land/Kommune erforderlich wurde. Dieser sieht eine dezentrale Datenhaltung von Messdaten und den Austausch zwischen den beteiligten Dienststellen von und zur LUBW vor. Die Intention besteht darin, durch eine festgelegte Datenstruktur Messreihen aus verschiedenen Fachbereichen einheitlich zu verwalten und auf die Daten zuzugreifen. Die MEROS-Daten werden in Messreihen abgelegt, die wiederum in sog. Rumpf- und Kopfdaten unterteilt werden können: Im MEROS-Kopf werden die für die Messreihe konstanten Angaben hinterlegt, im MEROS-Rumpf befinden sich die eigentlichen Messdaten. Kopf und Rumpf sind über eine Messreihen-Identifikationsnummer (ID) miteinander verknüpft.

Für das vorliegende Projekt ist lediglich der MEROS-Kopf von Bedeutung. Dieser beinhaltet die zu den Messdaten (MEROS-Rumpf) zugehörigen Metainformationen. Dazu gehören beispielsweise Messstelle, meteorologischer Parameter, Dimension und Einheit, Messbedingungen und Messverfahren. Diese deskriptiven Parameter sollten hinsichtlich der Kompatibilitätsanforderungen eine bestimmte Struktur aufweisen und lehnen sich an die Vorgaben von sog. UIS-weiten<sup>1</sup> Schlüssellisten an.

Da MEROS anfänglich nur für Messreihen einzelner Fachgebiete konzipiert wurde und somit nicht alle Datentypen abdeckt, bedarf es einer Erweiterung hinsichtlich zusätzlicher Datentypen wie beispielsweise phänologischer oder Modelldaten. Um den Kompatibilitätsanforderungen von MEROS gerecht zu werden, gilt es auch hier entsprechend die UIS-weite Schlüsselliste zu verwenden und ggf. zu erweitern.

---

<sup>1</sup> UIS: Umweltinformationssystem



# 5 Projektbezogene (technische) Umsetzung

Das Konzept *Metadatenbank* muss nun in einen operationellen Zustand umgesetzt werden, so dass der Enduser alle benötigten Informationen leicht und umfassend abrufen kann. Die Vorgehensweise und die einzelnen Arbeitsschritte erläutert Abbildung 6.

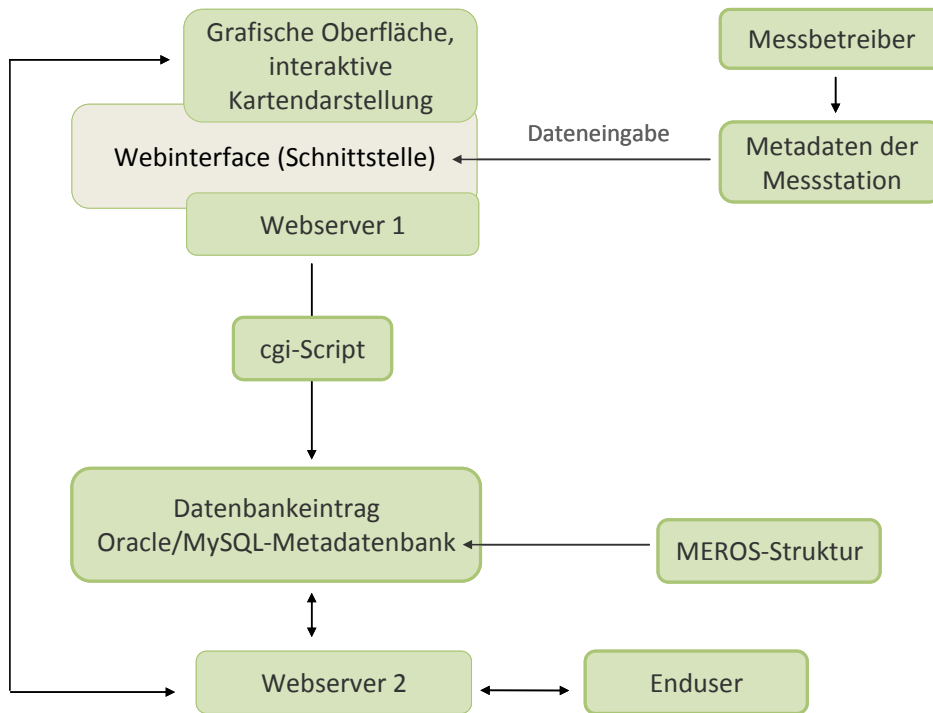



Abbildung 6: Schaubild über die einzelnen Arbeitsschritte in der projektbezogenen technischen Umsetzung

## 5.1 ENTWICKLUNG DER SCHNITTSTELLE

Um die Informationen in die Metadatenbank benutzerfreundlich zu überführen, wurde ein Webinterface mit Webformular geschaffen. Dieses Webformular ist über die Projekthomepage [www.klimadaten-bw.de](http://www.klimadaten-bw.de) abrufbar (siehe Abbildung 7).



**Vorhaben:**  
**Bestandsaufnahme / Recherche klimatologischer Messdaten in und für Baden-Württemberg.**  
**Erstellung einer öffentlich zugänglichen Metadatenbank.**

**Koordination:** Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)  
**Ausführende:** Süddeutsches Klimabüro & Institut für Meteorologie und Klimaforschung am KIT  
**Projektleiter:** Prof. Dr. Christoph Kottmeier, Dr. Christina Endler  
**Projektlaufzeit:** 1. Januar bis 31. Dezember 2011

**Projektbeschreibung:** [hier](#)

**Ihre Mitarbeit:**  
Das Projekt hat ein möglichst umfassendes Bild der Datenlage klimatologischer und meteorologischer Messdaten in Baden-Württemberg zum Ziel. Zusätzlich zu den Messreihen der staatlichen und privaten Wetterdienste, Landesämtern usw. können auch sorgfältige Messungen von Schulen, anderen Einrichtungen, Unternehmen oder von Privatpersonen einen wertvollen Beitrag leisten.

Haben Sie eigene Messungen durchgeführt? Dann unterstützen Sie uns, informieren Sie uns über erhobene und vorhandene Messdaten. Auf dem Eingabeformular können Sie alle Informationen eintragen.

[>> Zum Eingabeformular <<](#)

Im Vordergrund unserer Projektarbeit stehen folgende Parameter:

- Temperatur (Luft, Boden, Wasser)
- Niederschlag
- Feuchtegrößen (relative Luftfeuchte, Bodenfeuchte u. a.)
- Wind (Richtung und Geschwindigkeit, Böen)
- Luftdruck
- Strahlung (kurzwellig, langwellig, Strahlungsbilanz)
- Bewölkung und Wetterzustand
- Phanologie (Eintrittstermine / Entwicklungsstadien typischer Pflanzen)
- Andere Größen (z.B. Windwurf)

**Ansprechpartner (Daten):**  
Bernhard Mühr  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK)  
Tel.: 0721 608 4 3597  
Fax: 0721 608 4 6102  
email: muhr@kit.edu

**Ansprechpartner (Daten):**  
Dr. Christina Endler  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Süddeutsches Klimabüro  
Tel.: 0721 608 4 2831  
Fax: 0721 608 4 6102  
email: christina.endler@kit.edu

**Ansprechpartner (Klimopass):**  
Dr. Kai Höpker  
Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)  
Referat 23  
Griesbachstraße 1, 76185 Karlsruhe  
Tel.: 0721 3600 1465  
email: klimopass@lubw.bwl.de

Karlsruhe, 5. September 2011, [Impressum](#)

Abbildung 7: Projekthomepage

Das Webformular gliedert sich in zwei Abschnitte: 1. allgemeine Angaben zum Betreiber und zur Station und 2. Angaben zu den einzelnen Messgrößen, für die einzeln Informationen eingegeben werden können (Abbildung 8 und Abbildung 9).

### Eingabe Ihrer Daten:

**Station:**

Name:

Ort:

Koordinaten: (z.B. 9.12344)  °E,  °N

Art der Station:

Name Betreibers:

Stationsverlegung?  Ja  Nein - (ggf. bei Bemerkungen erläutern)

**Kontaktdaten des Stationsverantwortlichen:**

Name:

Straße:

PLZ, Ort:

Telefon:

**Angaben zur Station:**

Hersteller:

Station verfügt über online-Datenübertragung:

Datenverfügbarkeit:  kostenlos  gebührenpflichtig  kostenlos für Forschung und Lehre

Bemerkungen:

Abbildung 8: Übersicht über die Eingabemaske hinsichtlich der Stations- und Betreiberinformationen

Abbildung 8 zeigt die Eingabemaske für die Stations- und Betreiberinformationen. Die Eingabemaske ist unterteilt in *Station*, *Kontakt Daten des Stationsverantwortlichen* und *Angaben zur Station* selbst. Hierbei werden u.a. Informationen abgefragt zu Name, Lage, Ort und Art der Station, d.h. ob die Station von einer öffentlichen Einrichtung, Firma oder privat betrieben wird. In der Rubrik *Angaben zur Station* soll angegeben werden, ob die Station über eine online-Datenübertragung verfügt und ob die Daten anschließend bei Bedarf kostenlos oder gegen Gebühr erhältlich sind. Im Bemerkungsfeld können ergänzende Informationen bereitgestellt werden, wie beispielsweise eine (detaillierte) Stationsbeschreibung oder Zeitpunkte von Stationsverlegungen.

### 5.1.1 ANGABEN ZU DEN MESSGRÖßEN

Der nächste Abschnitt in der Eingabemaske bezieht sich auf die Messgrößen (

Abbildung 9). Hierbei ist zu beachten, dass jede Messgröße einzeln einzugeben ist. In der Eingabemaske *Messgröße* ist bereits eine Vorauswahl der häufigsten meteorologischen Messgrößen/Parameter getroffen worden: Temperatur, relative Feuchte, Wind, Niederschlag, Strahlung u.a. Für qualitativ hochwertige Messdaten ist die Kenntnis der genauen Messbedingungen unabdingbar. Dazu gehören u.a. Messhöhe der Temperatursensoren über Grund oder auch die Höhe eines Anemometers genauso wie die Tiefen der Erdbodentemperaturmessungen oder die Höhe des Auffangbehälters von Niederschlagsmessgeräten. In dem Feld *Bemerkungen* können zusätzlich Angaben zu Messverfahren gemacht werden, z.B. Windmessungen mit einem Schalenstern-Anemometer oder mit einem Ultraschallmessgerät.

Genauso wichtig wie die Kenntnis der Messverfahren sind Informationen über die Qualität der Messreihe. Hierzu zählen Informationen u.a. über Beginn und Ende einer Messung, Ausfallkennung, Ausfallzeiten und Unterbrechungen sowie eine Nachbereitung (Homogenisierung) der Messreihen.

Abbildung 9: Übersicht über die Eingabemaske hinsichtlich der Messgrößen.

## 5.2 INTERNER DATENFLUSS

Die gewonnenen Informationen müssen sorgfältig und vollständig als Datensätze in die Datenbank überführt werden; dies erfolgt mit einem cgi-Script, das alle eingegebenen Informationen enthält und den Transfer in die Datenbank übernimmt. Die MEROS-Datenbankstruktur - wie sie die LUBW verwendet - dient auch hier als Grundlage und wird ggf. angepasst und/oder erweitert.

### 5.2.1 AUFBAU DES MEROS-KOPFES

Der MEROS-Kopf enthält die Metainformationen der entsprechenden Messreihe. Die einzelnen Messgrößen (Parameter) werden über eine Parameternummer identifiziert. Je nach Messort und Messzweck werden die Messreihen unterschiedlichen Umweltklassen zugeordnet, die ihrerseits mit einer Umweltklassennummer eindeutig bestimmt werden können. Ein Messparameter kann gleichzeitig zu mehreren Umweltklassen gehören; so kann beispielsweise der Parameter *Lufttemperatur* sowohl der Umweltklasse *Luft* als auch der *Integrierten Umweltbeobachtung* zugewiesen werden (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Übersicht über einige ausgewählte Kopfattribute des MEROS-Kopfes

Par.-Nr.	Parameter	Umwelt kl.-Nr	Umweltklasse	Dim.-Nr.	Dimension
346	Globalstrahlung	3	Luft	180	W/m <sup>2</sup>
710	Luftdruck	3	Luft	122	mbar
349	Niederschlag	3	Luft	25	Mm
4	Temperatur	3	Luft	184	°C
338	Windrichtung	3	Luft	51	°
339	Windgeschwindigkeit	3	Luft	80	m/s
349	Niederschlag	6	Niederschlag	25	Mm
711	relative Luftfeuchtigkeit	8	Integrierte Umweltbeobachtung	1	%
4	Temperatur	8	Integrierte Umweltbeobachtung	184	°C
979	Phänologischer Schlüssel für Blütenpflanzen (generative Merkmale)	8	Integrierte Umweltbeobachtung		Kl. (offen)

Für im Zuge der Recherche gewonnene, aber bisher nicht in der MEROS-Datenbankstruktur enthaltene Parameter, werden neue, frei wählbare Parameternummern festgelegt und entsprechend ihrer Umweltklasse und Dimension in die Datenbank eingegliedert (z.B. phänologische, Modell-, Rasterdaten).

Die MEROS-Datenbank lässt sich problemlos erweitern, indem die notwendigen Informationen des entsprechenden Datentyps als neue Felder hinzugenommen werden. Zudem ist der MEROS-Kopf lediglich über eine Schnittstelle (Messreihen-ID) an den sog. MEROS-Rumpf gekoppelt, der die eigentlichen Messwerte beinhaltet. Falls zu einem späteren Zeitpunkt die tatsächlichen Daten hinzukommen, muss lediglich die Schnittstelle ergänzt werden.

# 6 Übersicht über alle Einrichtungen und Betreiber von Messstationen oder Messnetzen

Die Recherche und Bestandsaufnahme vorhandener Messdaten in und für Baden-Württemberg stellte einen wesentlichen Teil des Projektes dar. So sollten neben den großen öffentlichen Messnetzbetreibern (DWD oder LUBW) weitere (auch private) ermittelt werden.

Zu Beginn der Recherchetätigkeiten standen intensive Überlegungen darüber, wer alles eigene Messstationen betreiben könnte: z.B. meteorologische und geographische Institute an Universitäten oder an anderen Forschungseinrichtungen, Gesundheitsämter, Forstämter, landwirtschaftliche Einrichtungen, Wasserwirtschaftsämter. Darüber hinaus könnten sich Energieversorgungsunternehmen oder auch andere Unternehmen der Privatwirtschaft als wertvolle Datenquelle erweisen. Nicht zuletzt verfügen öffentliche Einrichtungen wie Kommunen oder Schulen über zahlreiche eigene Datensätze.

Die Kontaktaufnahme erfolgte nach Internetrecherchen per E-Mail oder telefonisch, zum Teil aber auch durch direkte Kommunikation mit Ansprechpartnern vor Ort. Das eigens entwickelte Webformular schafft zusätzlich die Möglichkeit, das gesamte Spektrum meteorologisch interessierter Personen, -kreise oder Unternehmen zu erschließen, z.B. Schulen oder Landwirte.

## 6.1 DIE DATENAKQUISE

Eine erfolgreiche Datenakquise bedarf der Kooperationsbereitschaft, des Wohlwollens und der Zeit kompetenter Ansprechpartner, die neben ihrer normalen Tätigkeit zusätzlich die benötigten Informationen zusammentragen sollen und manchmal noch weitere Arbeitskollegen in diesen Prozess mit einbeziehen müssen. Die Recherchetätigkeit erfordert bei Hunderten unterschiedlicher Einrichtungen und Personen einerseits Hartnäckigkeit, andererseits Behutsamkeit und psychologisches Geschick. Auch Überzeugungskraft und gute rhetorische Fähigkeiten, den angesprochenen Personen die Wichtigkeit und Bedeutung dieses Projektes nahe zu bringen, tragen wesentlich zu einer ergebnisreichen Recherchearbeit bei. Wenig ausgerichtet lässt sich allerdings bei einer restriktiven Unternehmens- und Datenpolitik einiger angefragter Einrichtungen und Unternehmen. Ganz unterschiedlich fielen die Reaktionen auf die Anfragen aus, das Spektrum reicht dabei von sofortiger brüsker Zurückweisung bis hin zu rascher und umfassender Auskunft (z.B. LTZ).

Die zahllosen Kontaktaufnahmen, sehr viele Telefon-Gespräche und ein umfangreicher E-Mail-Verkehr führten zu der Erkenntnis, dass sich bei all den unterschiedlichen Einrichtungen insgesamt eine riesige Datenmenge während der letzten Jahrzehnte angesammelt hat. Leider lässt sich dieser Schatz nicht vollständig heben. Vor allem bei Daten von Messprojekten aus früheren Jahren oder bei Messreihen, die lange in die Vergangenheit zurückreichen, liegen die Informationen selbst innerhalb einer Einrichtung oft nicht zusammenhängend und nur sehr heterogen vor, sie verteilen sich auf verschiedene Datenträger, teilweise sind mehrere Rechnergenerationen beteiligt. Dass da der umfassende Überblick im Laufe der Zeit verloren geht, liegt auf der Hand. Ein perfektes Datenmanagement über viele Jahre hinweg ist nur selten anzutreffen.

Die Recherche nach meteorologischen oder klimatologischen (Meta-)Daten gestaltete sich nicht immer leicht, zum Teil mühsam und schwierig und blieb in manchen Fällen sogar ergebnislos. Die Kooperationsbe-

reitschaft war bei Einrichtungen des Landes und des Bundes besonders hoch. Weniger konstruktiv verliefen die Anfragen beispielsweise bei Universitäten, einige Unternehmen verweigerten die Zusammenarbeit bisher ganz. Eine mehrfache Kontaktaufnahme war des Öfteren erforderlich, Ansprechpartner konnten nur mit Mühe gefunden werden oder wechselten, der Informationsfluss blieb langsam und spärlich. Besonders ernüchternd verlief die Recherchetätigkeit immer dann, wenn Unternehmen und Einrichtungen nach eigener Aussage zwar über Messdaten verfügten, aber keinerlei Einblick gewährten, geschweige denn Informationen noch nicht einmal der Metadaten bereitstellen wollten. In den meisten Fällen konnten allerdings Informationen (Metadaten) verfügbar gemacht oder zumindest in Aussicht gestellt werden, wenn die entsprechende Einrichtung in der Vergangenheit Daten erhoben hat oder auch aktuell noch eigene Messungen durchführt.

## 6.2 DIE MESSNETZE

### 6.2.1 DAS MESSNETZ DES DEUTSCHEN WETTERDIENSTES

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) betreibt in Deutschland ein umfassendes Messnetz; während der letzten mehr als 100 Jahre wurden und werden Messungen der unterschiedlichsten Parameter an etlichen Tausend Orten vorgenommen. Ein beträchtlicher Teil der Messstationen entfällt dabei auf das Bundesland Baden-Württemberg. Alle Messwerte dieser amtlichen Messungen stehen beim DWD zur Verfügung. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Messorte in den meisten Fällen den Anforderungen an die Umgebungsparemeter sowie die Durchführung der Messungen den von der WMO vorgegebenen Richtlinien genügen und somit als repräsentativ angesehen werden können. Die Messdaten selber werden archiviert und durchlaufen unterschiedliche Qualitätskontrollen. Auf seinen Webseiten ([www.dwd.de](http://www.dwd.de)) informiert der DWD tagesaktuell über seine in Betrieb befindlichen und stillgelegten Messstationen.

Der DWD weist seine Messstationen unterschiedlichen Messnetzen zu:

Tabelle 3: Übersicht über die verschiedenen Messnetze des Deutschen Wetterdienstes

Messnetz	Beschreibung
AE	Aerologische Daten (täglich 2 - 4 Termine)
EB	Erdbodentemperaturen (täglich 3 bzw. 24 Termine)
EF	Erdbodentemperaturen (täglich 4 bzw. 8 Termine, nur NBL bis 1990)
FF	Wind (stündlich Wind, täglich Windmaximum)
KF	Klima (wie KL, aber nur neue Bundesländer bis 1966 und Potsdam)
KG	Klima (nur NBL 1967 - 1990)
KL	Klima (täglich 3 bzw. div. Parameter)
MI	Miriam oder AFMS2 Automaten, alle 10 Minuten div. Werte [1. Automatengeneration]
MN	AMDA-Stationen (Messnetz 2000), alle 10 Minuten div. Werte [2. Automatengeneration]
PE	Phänologische Daten (Jahresmelder)
RF	Niederschlag (wie RR aber nur NBL bis 1990)
RR	Niederschlag (täglich Niederschlag, Schnee)
SF	Klima (4 bzw. 8 Termine, nur NBL 1967 - 1990)
SO	Sonnenscheindauer (stündlich Sonnenscheindauer)
SY	SYNOP (stündlich div. Parameter)
TU	Temperatur/Feuchte (stündlich Temperatur und relative Feuchte)

Eine Station an einem Ort misst üblicherweise mehrere Parameter gleichzeitig, so dass diese Stationen auch mehreren Messnetzen zugeordnet werden können.



Über die derzeit betriebenen hauptamtlichen Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes in Baden-Württemberg gibt folgende Abbildung Auskunft:

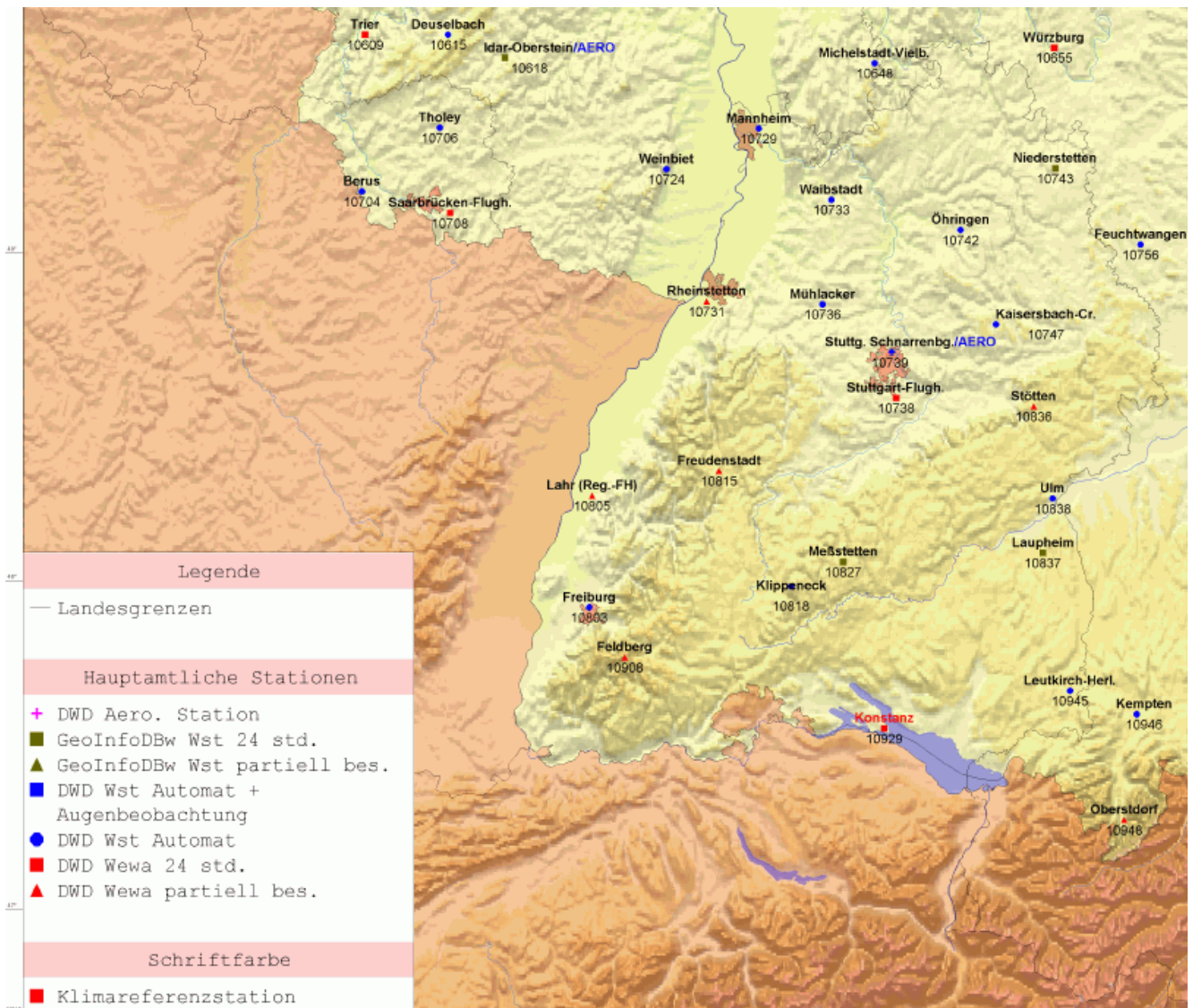


Abbildung 10: Übersicht über die Lage der hauptamtlichen Stationen des DWD; Quelle: [www.dwd.de](http://www.dwd.de)

Die verfügbaren Messreihen des DWD in Baden-Württemberg reichen bis in das Jahr 1861 zurück, als am 01.01. Isny mit der Niederschlagsmessung begann, 2005 wurden die Beobachtungen dort eingestellt. Vor allem in den letzten Jahren hat das Messnetz des Deutschen Wetterdienstes trotz der Umstellung auf Automaten eine erhebliche Ausdünnung erfahren. Beispielsweise sind derzeit (31.12.2011) in Baden-Württemberg 254 Niederschlagsmessstellen in Betrieb, in der Vergangenheit waren es insgesamt 647.



Nachstehende Abbildung zeigt die Verteilung der aktuell (18.02.2012) in Baden-Württemberg in Betrieb (grün) befindlichen Stationen sowie die bereits stillgelegten Stationen (rot) des Niederschlagsmessnetzes.

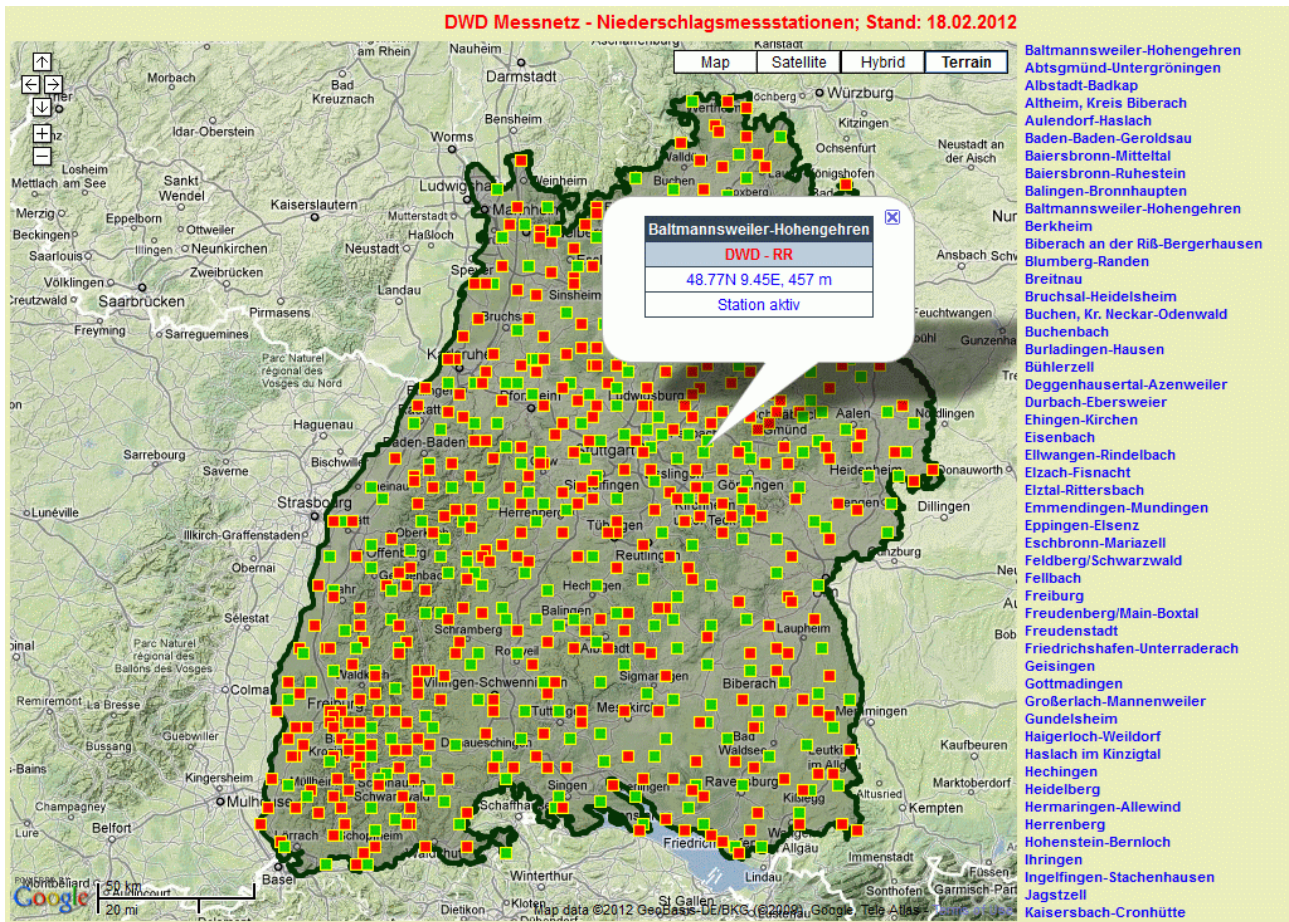


Abbildung 11: Screenshot einer Webseite aus [www.klimadaten-bw.de](http://www.klimadaten-bw.de): Verteilung der aktiven und stillgelegten Niederschlagsmessstationen des DWD in Baden-Württemberg

Der Deutsche Wetterdienst unterhält zudem ein umfangreiches Netz mit phänologischen Daten, die überwiegend von Sofortmeldern übermittelt werden, wenn bestimmte Entwicklungsstadien ausgewählter (Kultur-) Pflanzen gerade eintreten. Abbildung 12 zeigt das Phänologische Messnetz mit den aktiven und nicht mehr aktiven Beobachtungsstandorten (Stand 26.01.2012).

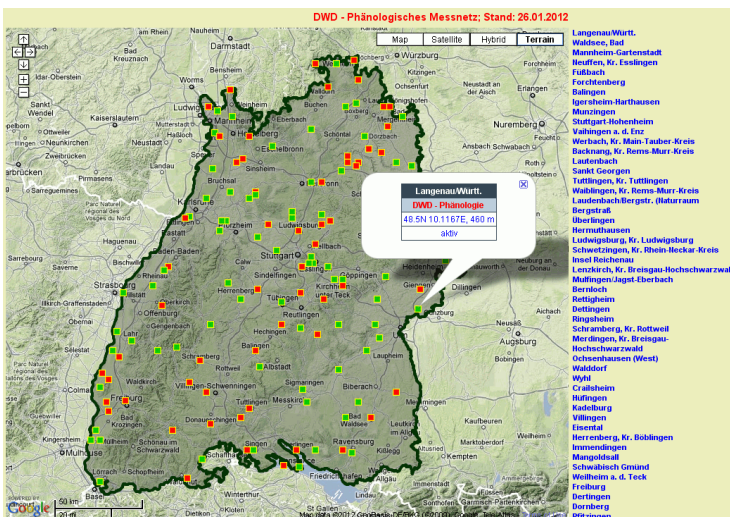


Abbildung 12: Screenshot einer Webseite aus [www.klimadaten-bw.de](http://www.klimadaten-bw.de): Phänologisches Messnetz des DWD in Baden-Württemberg



### 6.2.2 DAS MESSNETZ VON METEOMEDIA

Seit einigen Jahren schon betreibt ein privater Wetterdienstleister, die meteomedia AG mit Sitz in Gais (Schweiz), eine durchaus stattliche Anzahl von Stationen, die verschiedene meteorologische Parameter erfassen. Manche dieser Stationen befinden sich an Standorten, die sich durch ein spezielles Mikroklima auszeichnen (Hänge, Bergkuppen, Senken) und dort zwar nicht für ein größeres Gebiet repräsentative aber doch meteorologisch interessante und wertvolle Daten gewinnen. Andere Stationen wiederum führen ihre Messungen in städtischen Gebieten durch und zeichnen dort Messdaten auf, die die klimatologischen Verhältnisse in Innenstädten beschreiben. In Baden-Württemberg befinden sich derzeit (15.07.2011) 105 meteomedia-Stationen in Betrieb, 11 wurden stillgelegt. Zwar umfassen die Messreihen nur selten einen Zeitraum von mehr als 10 Jahren, für diesen jedoch können die Daten als sinnvolle Ergänzung zu den Messwerten des DWD angesehen werden. Wie sich die Wetterstationen der meteomedia AG räumlich über Baden-Württemberg verteilen, zeigt nachstehende Abbildung. Die roten Markierungen stehen für bereits stillgelegte Stationen.

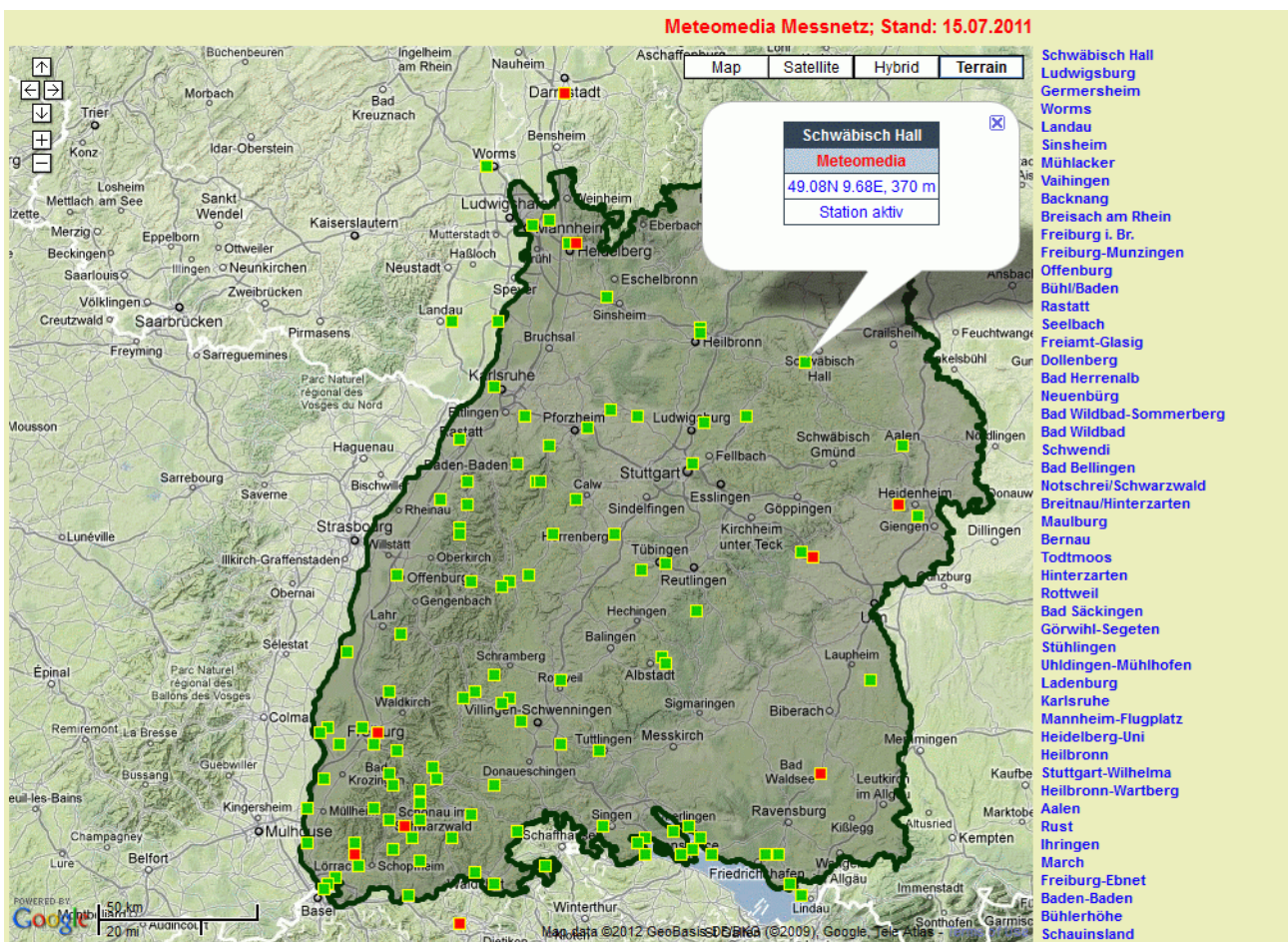


Abbildung 13: Screenshot einer Webseite aus [www.klimadaten-bw.de](http://www.klimadaten-bw.de): Messnetz der meteomedia AG in Baden-Württemberg

### 6.2.3 DAS MESSNETZ DER LUBW

Als großer Messnetzbetreiber arbeitet schon seit vielen Jahren in Baden-Württemberg die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW, Karlsruhe). Unterschiedliche Messnetze liefern eine Fülle von Daten über den Zustand von Luft, Wasser und Boden. Die Messungen decken einen weiten Bereich ab und reichen von der Erfassung von Luft- und Bodenparametern über die Messungen von Pegelständen und Grundwasser bis hin zur Radioaktivität.

Datenquellen sind die Messnetzzentrale Luft, die Kernreaktor-Fernüberwachung, die Hochwasservorhersagezentrale sowie das Grundwassermessnetz. Die Daten werden in die in Kapitel 4 bereits beschriebene „MEROS“-Datenbank integriert.

Zur Abschätzung des Niederschlags, der Entwicklung von Pegelständen und einer möglichen Hochwassergefahr nutzt die LUBW bzw. die Hochwasservorhersagezentrale neben eigenen Messwerten (Verdichtungsmessnetz des Landes) auch die Daten des DWD und der meteomedia AG sowie die Messdaten weiterer Betreiber (z.B. Kläranlagen). Abbildung 14 zeigt die wesentlich dichtere Lage der Niederschlagsmessstationen in Baden-Württemberg als es bei nur einem Messnetzbetreiber der Fall wäre:

**Niederschlag**     ▲ LUBW (Ombr.)     ▼ LUBW (Luft.)     ■ DWD     ● Meteomedia  
 (□=Ausfall bzw. Messwert zu alt, ■=Messwert ist aktuell, Messwert-Info=Mauszeiger über Station, Grafik=Station anklicken)

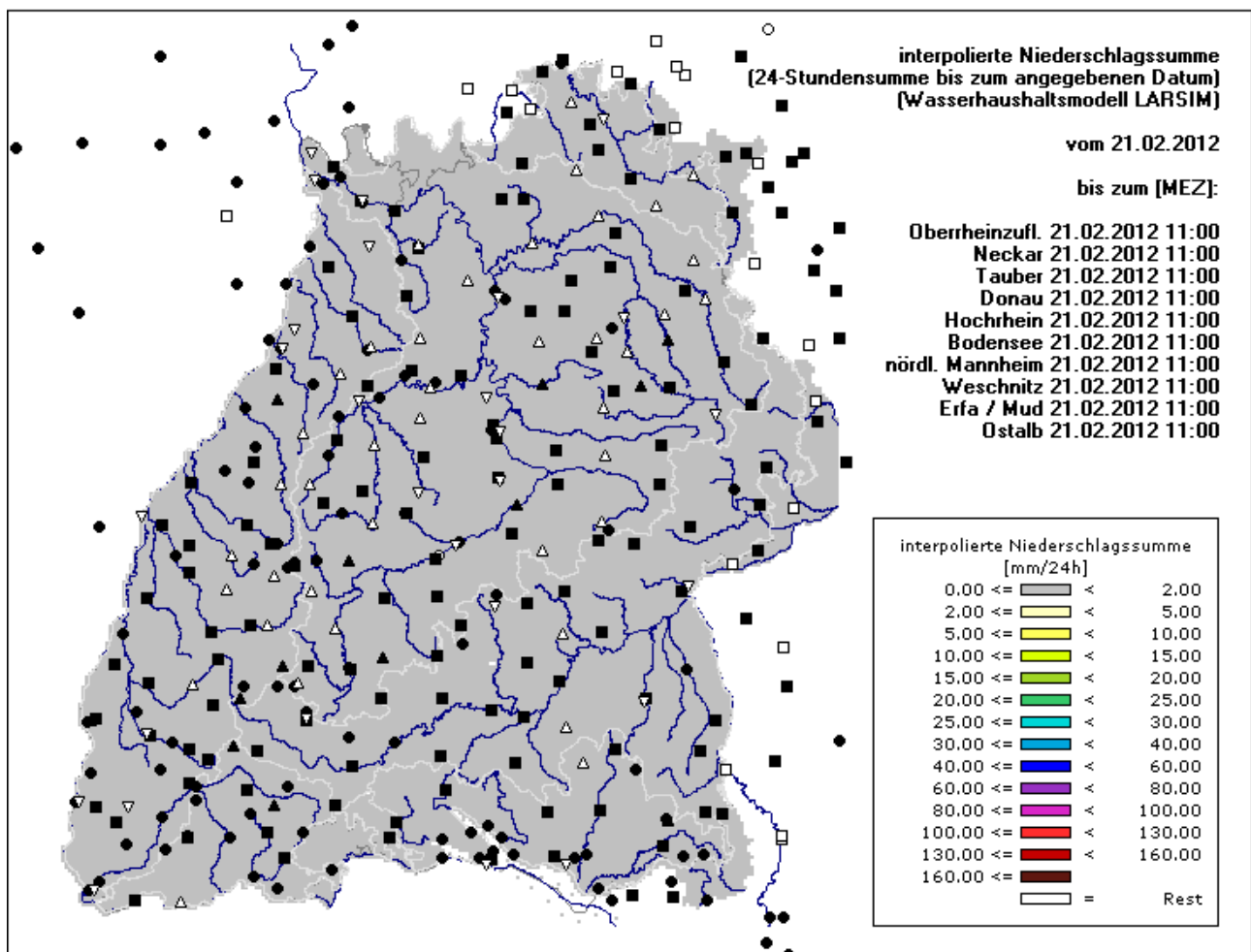


Abbildung 14: Lage der Niederschlagsmessstationen verschiedener Betreiber in Baden-Württemberg;  
 Quelle: [www.hvz.lubw.baden-wuerttemberg.de](http://www.hvz.lubw.baden-wuerttemberg.de)



### 6.2.4 DAS MESSNETZ DER LTZ AUGUSTENBERG

Das Landwirtschaftliche Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) ist eine nicht rechtsfähige Anstalt im Geschäftsbereich des Ministeriums für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg. Das LTZ betreut in Baden-Württemberg ein Messnetz von rund 100 Stationen, deren Messreihen teilweise bis in das Jahr 1994 zurückreichen (z.B. Kirchheim). Die Daten sind als Stundenwerte verfügbar, Rohdaten haben zum Teil eine noch höhere zeitliche Auflösung. Neben meteorologischen Parametern werden auch weitere Größen wie z.B. die Blattnässe gemessen. Auf ihren Webseiten <http://www.wetter-bw.de> bietet die LTZ umfassende Informationen und Recherchemöglichkeiten zu den Daten.

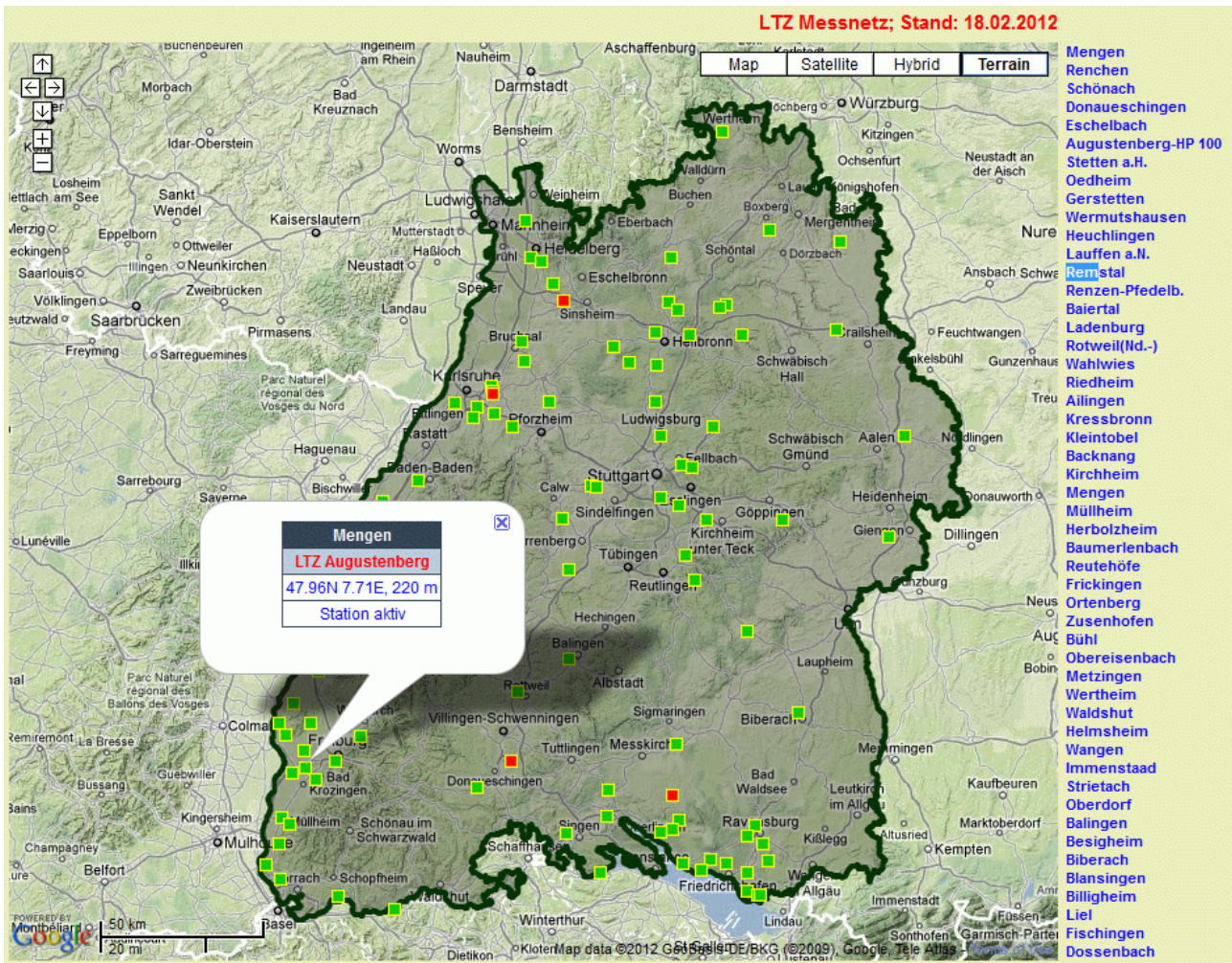


Abbildung 15: Screenshot einer Webseite aus [www.klimadaten-bw.de](http://www.klimadaten-bw.de): Messnetz der LTZ in Baden-Württemberg

### 6.2.5 DAS MESSNETZ DER FVA FREIBURG

Nachdem Ende der 1970er Jahre die Waldschadensproblematik in den Mittelpunkt des öffentlichen Interesses gerückt war, richtete die damalige Abteilung Bodenkunde (heute: Abteilung Boden und Umwelt) der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA, Freiburg) in den Jahren 1982/83 in Baden-Württemberg die ersten Depositionsmessflächen im Wald ein. An diesen Messstationen werden Stoff- und Säureeinträge gemessen. Derzeit (22.02.2012) sind noch 19 dieser Messstellen aktiv, an ihnen wird auch der Niederschlag mit Hilfe von Totalisatoren erfasst. 11 der Depositionsmessstellen sind mit meteorologischen Messfühlern ausgestattet und bilden das Klimamessnetz der FVA. An den einzelnen Waldklimastationen werden die Witterungsgrößen Niederschlag, Lufttemperatur, Relative Luftfeuchte, Globalstrahlung und Windgeschwindigkeit gemessen. Die meisten Messgrößen werden in 10-minütigen Intervallen erfasst und zu Tagesmittelwerten (bzw. täglichen Summenwerten) zusammengefasst. Die Messdaten können in graphisch aufbereiteter Form auf den Webseiten der FVA, [www.fva-bw.de](http://www.fva-bw.de), abgerufen werden. Dort stehen auch weitere Informationen zum Depositionsmessnetz zur Verfügung.

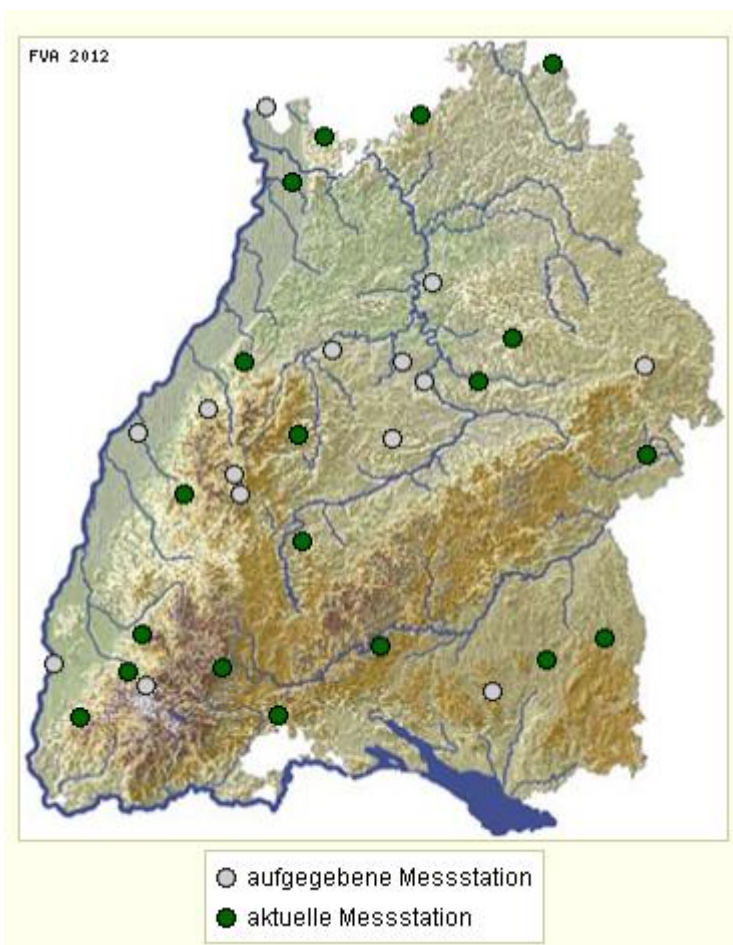


Abbildung 16: Lage der Messstationen des Depositionsmessnetzes der FVA in Baden-Württemberg;  
Quelle: [www.fva-bw.de](http://www.fva-bw.de)



### 6.2.6 PRIVATE MESSNETZE

Das Internetzeitalter, persönliches Engagement sowie preislich attraktive Messausrüstungen ermöglichten es in den letzten Jahren vielen Hobbymeteorologen, eigene Messstationen einzurichten, zu betreiben und die Daten im Internet abrufbar zu machen. Wenngleich der Messort, die Umgebungsbedingungen, die Messgeräte und die Durchführung der Messung nur in seltensten Fällen WMO-konform sein mag, bestehen manche Messreihen doch mittlerweile schon etliche Jahre und können für diesen Zeitraum als homogen und den jeweiligen Messort mit all seinen mikroklimatischen Besonderheiten als repräsentativ angesehen werden. Inzwischen überzieht ein recht dichtes Netz privater Wetterstationen Deutschland und Baden-Württemberg und deren Daten können für manche Untersuchungen und Betrachtungen durchaus wertvolle Beiträge liefern und vorhandene größere Lücken in den Messnetzen der „großen“ Betreiber schließen. Die Messreihe der privaten Wetterstation Stetten am Kalten Markt im Landkreis Sigmaringen reicht beispielsweise lückenlos bis in das Jahr 1998 zurück ([www.albwetter.de](http://www.albwetter.de)).

Viele der privaten Wetterstationsbetreiber haben sich zusammengeschlossen und präsentieren ihre Messungen auf gemeinsamen Internetplattformen. Alleine [wetterpool.de](http://wetterpool.de) beispielsweise listet rund 130 Stationen für Baden-Württemberg auf, [awekas.at](http://awekas.at) um die 100, das Internet-Portal [wetterstationen-online.de](http://wetterstationen-online.de) weist 93 Stationen aus, weitere Webpräsenzen mit Stationslisten sind [weterspiegel.de](http://weterspiegel.de) oder [wetter-daten.com](http://wetter-daten.com). Allerdings muss darauf hingewiesen werden, dass viele der privaten Betreiber ihre jeweilige Station auf mehreren Portalen gleichzeitig angemeldet haben. Darüber hinaus gibt es auch einen internationalen Wetterstationen-Webring, in dem einige Stationen Baden-Württembergs ebenfalls ihre Daten veröffentlichen: [webring.wetterpage24.de](http://webring.wetterpage24.de).

Die beiden nachstehenden Abbildungen zeigen die Orte mit Temperaturmessung (21.2.2012) und alle bei [wetterpool.de](http://wetterpool.de) gelisteten privaten Wetterstationen in Südwestdeutschland:

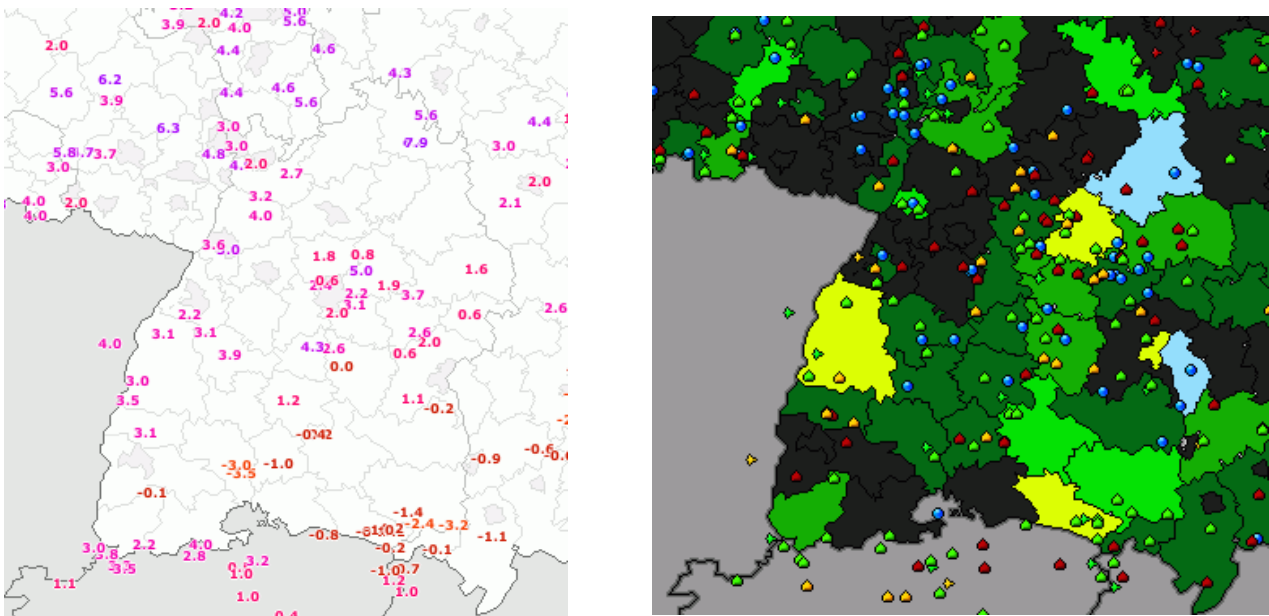


Abbildung 17: Screenshot von Webseiten von [www.wetterpool.de](http://www.wetterpool.de): Stationen mit aktueller Temperaturmessung (21.02.2012) links und alle bei [wetterpool.de](http://wetterpool.de) verfügbaren privaten Wetterstationen in Südwestdeutschland

### 6.2.7 KLIMADATEN DES PIK

Das Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK) betrieb und betreibt zwar in Baden-Württemberg keine eigenen Messstationen, doch führte es umfassende klimatologische Untersuchungen durch, bei denen zahlreiche Messreihen des DWD fehlerkorrigiert, zusammengeführt und homogenisiert wurden. Der größte Teil dieser Arbeiten floss als ein wesentlicher Beitrag in das Verbundprojekt "KLARA" ein; "KLARA" steht für Klimawandel, Auswirkungen, Risiken und Anpassung, seinerzeit wurde im Ressortbereich des Umweltministeriums Baden-Württembergs in diesem Projekt die möglichen Folgen des Klimawandels für dieses Bundesland untersucht. Der PIK Report N°99 präsentiert die Ergebnisse dieser Untersuchungen und erschien im Juli 2005.

Das PIK homogenisierte für den Zeitraum 1951-2003 insgesamt 245 Messreihen von DWD-Stationen in Baden-Württemberg, die Dateien enthalten Tageswerte verschiedener klimatologischer Parameter. Mit der Schließung etlicher der untersuchten DWD-Stationen konnte die Weiterführung der Homogenisierungen nur für einen Teil der Stationen erfolgen. Bis Ende 2010 liegen fehlerkorrigierte und homogenisierte Messreihen von noch 103 Stationen vor; Abbildung 17 zeigt die Lage der Stationen mit Messreihen bis 2000 (rot) und 2010 (grün).

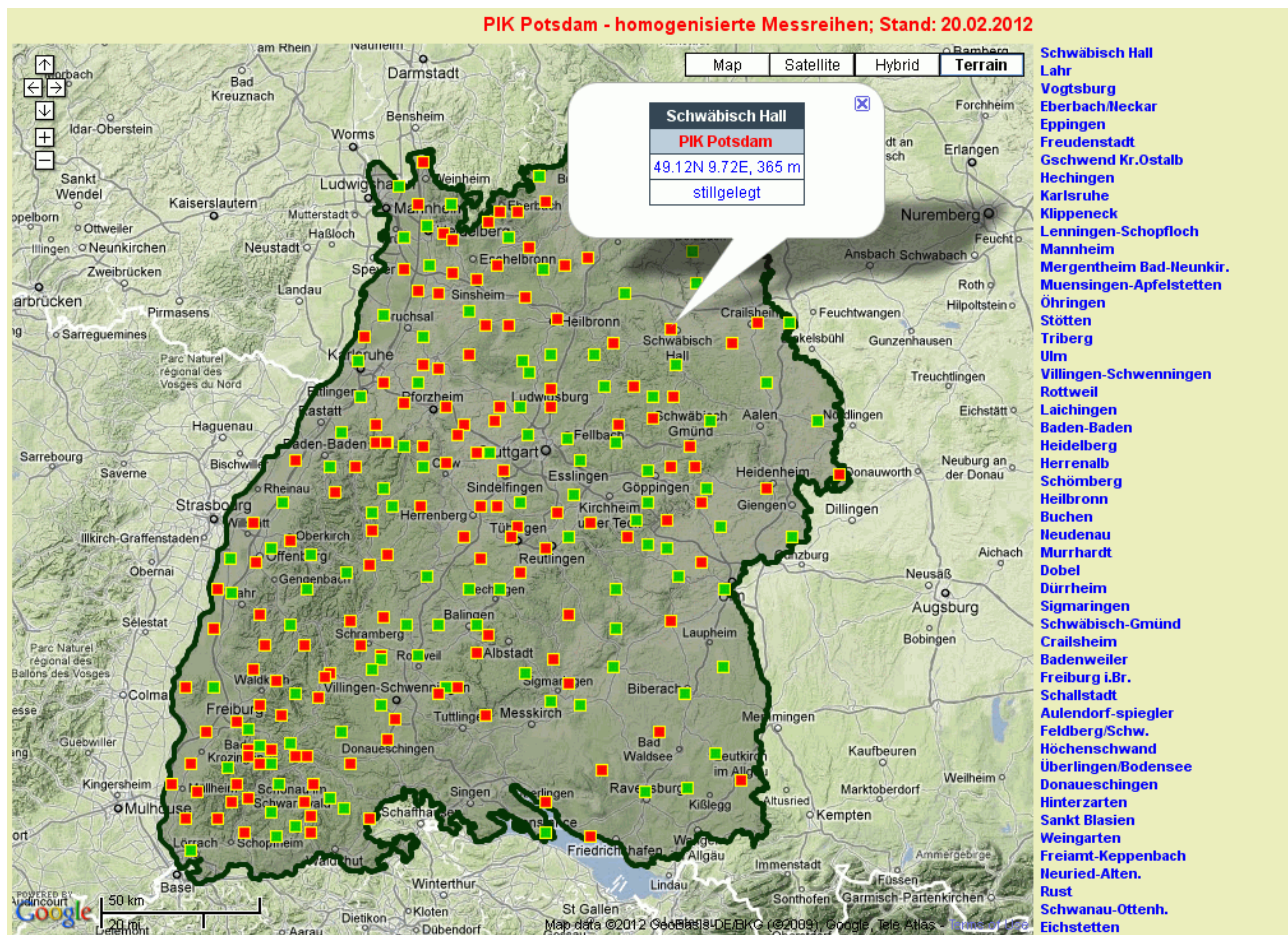


Abbildung 18: Screenshot einer Webseite aus [www.klimadaten-bw.de](http://www.klimadaten-bw.de): Lage der Stationen mit vom PIK homogenisierten Messreihen

## 6.2.8 MESSNETZE - ÜBERSICHT

Tabelle 4: Übersicht über die verschiedenen Messnetze, ihre Betreiber und die Anzahl der Stationen

Betreiber	Messnetz	Summe	aktiv	stillgelegt	Stand
<b>meteomedia</b>	meteomedia Messnetz	116	105	11	15.07.2011
<b>DWD</b>	Niederschlagsmessnetz	647	254	393	31.12.2011
	Phänologisches Messnetz	656	74		26.01.2012
	Sonne	129	38	91	31.12.2011
	Aerologie	5	1	4	31.12.2011
	Erdboden 5-100 cm	57	33	24	31.12.2011
	Wind	92	33	59	31.12.2011
	Klima	203	65	138	31.12.2011
	Automaten	229	160	69	31.12.2011
	Synop	274	245	29	31.12.2011
	Temperatur/Feuchte	103	71	32	31.12.2011
<b>LUBW</b>	Umweltklasse Luft	38	37		01.01.2011
	Messreihen Grundwasser	73			01.01.2011
	Messreihen Dritter	15			
	Verdichtungsmessnetz des Landes	75			
	WBA	70			
	Kernreaktorfernüberwachung	7			
<b>FVA</b>	Depositionsmessnetz	33	19	14	22.02.2012
<b>LTZ</b>	LTZ Messnetz	105	100	5	31.12.2011
<b>PIK*</b>	PIK - Homogenisierung	245	103	142	31.12.2010
<b>private Messnetze</b>	wetterpool.de	ca. 130	ca. 50		21.02.2012
	wetterspiegel.de		22		20.02.2012
	wetterstationen-online.de	93			20.02.2012
	wetter-daten.com	ca. 20			21.02.2012
	awekas.at	ca.100			20.02.2012

\*Das PIK betreibt keine eigenen Messstationen in Baden-Württemberg.

## 6.3 EINZEL - WETTERSTATIONEN

### 6.3.1 SCHULEN

Viele Schulen, ob Haupt-, Realschulen oder Gymnasien, haben im Rahmen von Arbeitsgemeinschaften oder als Unterrichtsziel die Konstruktion oder Errichtung sowie den Betrieb von Wetterstationen ausgegeben und umgesetzt. Manche dieser Projekte wurden oder werden schon seit Jahren betreut und weitergeführt, die Messdaten dieser Stationen sind großenteils auf den jeweiligen Webpräsenzen der Schulen einsehbar. Bereits im Jahre 1997 entstand ein "Schul-Wetter-Netz", [swn.wetter-ag.de](http://swn.wetter-ag.de), in dem alle mit Wetterprojekten beteiligten Schulen bundeslandübergreifend Mitglied werden konnten. Auch der Grundstein zu einer Wetterdatenbank wurde gelegt. Leider scheint das Projekt seit 2002 sehr vernachlässigt zu werden, so dass das Schul-Wetter-Netz als Datenquelle nicht sehr ergiebig ist.

Sehr lohnenswerte Daten erzeugt beispielsweise seit einiger Zeit die Wetterstation des Johannes-Kepler-Gymnasiums in Reutlingen, [wetter.jkg-reutlingen.de](http://wetter.jkg-reutlingen.de), das auch gleich Statistiken und einen Rückblick anbietet.

Auch die Heinrich-Hübsch-Schule in der Innenstadt Karlsruhes verfügt seit August 2009 auf ihrem Dach über eine Wetterstation, die von der LUBW eingerichtet wurde und die fehleranfällig gewordene und seit April 2004 auf dem Rathausdach befindliche Wetterstation ablöste. Die Daten werden per Funk (GSM) zur LUBW und zum Webserver der Stadt übermittelt: [www.karlsruhe.de/b3/wetter](http://www.karlsruhe.de/b3/wetter).

Viele andere Schulen in Baden-Württemberg haben auch weiterhin die Möglichkeit, Informationen über den Betrieb ihrer Wetterstationen und deren Datenverfügbarkeit über das Klimopass-Webformular mitzuteilen.

### 6.3.2 UNIVERSITÄTEN

Alle Universitäten mit meteorologischen oder geographischen Instituten in Deutschland und im benachbarten Ausland wurden angeschrieben oder per Telefon kontaktiert. Viele davon betreiben zwar eigene Wetterstationen, deren Standorte befinden sich allerdings nicht in Baden-Württemberg. Die Universität Bayreuth beispielsweise betreibt 3 eigene Wetterstationen, u.a. im Fichtelgebirge. Auch die Universität Hohenheim verfügt über eigene Messdaten. Die Stadtstation Freiburg wird vom Meteorologischen Institut der Universität Freiburg betrieben.

Umfangreiches Datenmaterial liegt am Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) vor.

Während mehrerer Messkampagnen wurden Daten erhoben; die Daten des COPS-Experiments 2007 (Convective and Orographically-induced Precipitation Study) beispielsweise befinden sich am Deutschen Klimarechenzentrum (DKRZ) in Hamburg.

Messdaten entstanden auch während des REKLIP-Projektes (REgio-KLIma-Projekt), einer trinationalen Messkampagne, die die klimatische Situation im gesamten mittleren und südlichen Oberrheingraben intensiv untersuchte und die 1995 den REKLIP-Klimaatlas publizierte ([www.reklip.org](http://www.reklip.org)).

Aktuell betreibt das IMK in Baden-Württemberg 5 Messstationen, deren Daten vollständig am Institut vorliegen, darunter auch Messungen am 200m-Mast auf dem Gelände des KIT-Campus Nord.

In einem bundesweit einzigartigen Forschungsprojekt dient die Aero-Tram der Verkehrsbetriebe Karlsruhe dem IMK als Messgeräteträger zur Luftschadstoffmessung.

Zahlreiche weitere kleinere Messprojekte und Kampagnen von ganz unterschiedlicher Dauer wurden in Baden-Württemberg in den vergangenen zwei Jahrzehnten durchgeführt.

### 6.3.3 KOMMUNEN, STADT- UND LANDKREISE

In großen Rund- und Flächenmails wurden alle Landratsämter in Baden-Württemberg angeschrieben. Antworten flossen nur spärlich, Daten gibt es keine. Ebenso blieb die Ausbeute bei allen Landkreisen gering. Von den 102 Stadtkreisen und großen Kreisstädten verfügt nur die Landeshauptstadt Stuttgart über Klimastationen im Stadtgebiet und eigene Daten.

Die Rechercheaktivitäten bei der Straßenverkehrszentrale Baden-Württemberg beim Regierungspräsidium Tübingen sind aktuell noch nicht abgeschlossen.



#### **6.3.4 STADTWERKE, VERBÄNDE**

Der Zweckverband Landeswasserversorgung Stuttgart verfügt über 3 eigene Wetterstationen, auch die Wasserwerke der Stadtwerke Karlsruhe erheben eigene Daten. Beim Tiefbauamt Karlsruhe sind Daten vorhanden, ebenso wie beim Winterdienst der Stadtwerke Wangen im Allgäu.

Von 50 angefragten Großwinzergenossenschaften und Weinbauverbänden kamen nur sehr wenige Antworten. Die rund 150 Stadtwerke sowie die regionalen Wasser- und Energieversorger haben keine Daten.

#### **6.3.5 LANDES- UND BUNDESANSTALTEN**

Das Umweltbundesamt (UBA) betreibt 7 eigene Wetter- bzw. Klimastationen mit chemischen Luftanalysen, darunter eine auf dem Schauinsland im Schwarzwald. Bei der Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau in Heidelberg ([lvg-bw.de](http://lvg-bw.de)) sind ebenfalls Daten vorhanden.

Das Institut für Seenforschung (IFS) der LUBW mit Sitz in Langenargen stellt Arbeitsschwerpunkte und Ergebnisse sowie Fragen der Limnologie und des Gewässerschutzes am Bodensee und den übrigen natürlichen Seen in Baden-Württemberg dar und verfügt über eigene Daten.

#### **6.3.6 GROßGÄRTNEREIEIEN UND BAUMSCHULEN**

Die Anfragen an rund 100 Großgärtnereien und Baumschulen in Baden-Württemberg inklusive Gardena, Dehner usw. brachten zwei positive Ergebnisse: Herr Peter Bock in Ehingen unter Achalm sowie Herr Jetter in Balingen-Heselwangen verfügen über eigenen Daten.

#### **6.3.7 GLEITSEGELVEREINE / GLEITSEGELSTARTPLÄTZE**

Recht auskunftsfreudig zeigten sich die meisten Gleitsegelvereine, allerdings verfügen nur die Oppenauer Gleitschirmflieger über eigene Daten.

#### **6.3.8 SONSTIGES**

Anfragen an die Großindustrie und Betriebe blieben bislang ohne Antwort. Der TÜV-Süd verwies auf rechtliche Probleme. Leider enttäuschend verlief auch die Recherche und telefonische Anfrage bei allen Windenergieanlagenherstellern und -betreibern (Seewind, Enercon, Nordex, Fuhrländer, Sowitec).

Die badenova AG & Co. KG, Freiburg, betreibt eine Messstation in Bad Krozingen-Hausen.

Der Solarpark Straubenhardt verfügt über eigene Daten, ansonsten verliefen die Anfragen bei Solaranlagen und -parks sowie beim Internetportal [www.solarlog-home.de](http://www.solarlog-home.de) ergebnislos.

Von den Herstellern von Messgeräten und Wettermesstechnik, Ketterer (Sölden), Reinhardt (Dießen) und Thies (Göttingen) verfügt die Firma Reinhardt über eigene Daten.

#### **6.4 BLITZDATEN**

Das Blitzbewertungs- und Informationssystem BLIBIS ([www.blibis.de](http://www.blibis.de)) verwendet als Datengrundlage die Blitzortungsdaten des Internetportals [blitzortung.org](http://blitzortung.org). "Blitzortung.org" ist ein privates Netzwerk zur Ortung elektromagnetischer Signalquellen in der Atmosphäre mit Hilfe von VLF Empfängern. BLIBIS ermöglicht eine Recherche nach Blitzeinschlägen auch in Baden-Württemberg und bietet die Möglichkeit nach online-Blitzabfragen bis zurück in den September 2005.

Auch [nowcast.de](http://nowcast.de) ist ein Anbieter von europaweiten Blitzdaten, der ein unabhängiges, flächendeckendes und homogenes Messnetz zugleich entwickelt, herstellt und betreibt.

BLIDS ([www.blids.de](http://www.blids.de)), der Blitz Informationsdienst von Siemens, ortet Gewitterblitze in Deutschland und im benachbarten Ausland.

## **6.5 RASTERDATEN**

### **6.5.1 DWD - REGNIE DATENSÄTZE**

Niederschlagsmessungen werden üblicherweise an einem bestimmten und festen Standort durchgeführt. Für viele Fragestellungen sind jedoch flächenhafte Niederschlagsinformationen vorteilhaft, die beispielsweise auf einem regelmäßigen Raster vorliegen.

Die Methode REGNIE (Regionalisierung von Niederschlagshöhen) bestimmt den räumlichen Ausgleich aktueller täglicher, monatlicher und jährlicher Niederschlagsverteilungen unter Verwendung regionalisierter Niederschlagsbezugswerte des Zeitraumes 1961 bis 1990, die als Rasterwerte an einem geographischen Gitter von 60 geogr. Sekunden längenparallel und 30 geogr. Sekunden breitenparallel für die Bundesrepublik Deutschland vorliegen. Über die genaue Methodik geben die Internetseiten des DWD Auskunft.

Das REGNIE-Raster hat eine Auslösung von etwa 1x1 km, folgende Produkte sind beim DWD auch für Baden-Württemberg erhältlich:

- Raster- und Gebietswerte der monatlichen und jährlichen Niederschlagshöhe, bezogen auf den 30jährigen Zeitraum 1961 bis 1990 und 1971 bis 2000
- Raster- und Gebietswerte der monatlichen und jährlichen Niederschlagshöhe ab 1891
- Raster- und Gebietswerte der täglichen Niederschlagshöhe ab 1931
- Raster- und Gebietswerte der monatlichen und jährlichen Anzahl der Tage mit Niederschlag oberhalb eines Schwellenwertes ab 1977
- Raster- und Gebietswerte der täglichen korrigierten Niederschlagshöhe ab 1961, bei denen die durch Benetzungs-, Verdunstungs- und Überwehungseffekte systematisch auftretenden Niederschlagsverluste rechnerisch ausgeglichen wurden

### **6.5.2 DWD - KOSTRA DATENSÄTZE**

Für den Basiszeitraum 1951-2000 wurden extremwertstatistisch Starkniederschlagshöhen ermittelt. In Abhängigkeit der Niederschlagsdauer (5 Minuten bis 72 Stunden) und Jährlichkeit (0.5 bis 100 Jahre) können für beliebige Orte und Gebiete Starkniederschlagshöhen bestimmt werden. Weitere Auskünfte und die Beschreibung des Berechnungsverfahrens gibt es unter [www.dwd.de/kostra](http://www.dwd.de/kostra).

### **6.5.3 VERA DATENSÄTZE**

VERA (Vienna Enhanced Resolution Analysis) ist ein objektives, automatisches Analyseverfahren meteorologischer Daten über komplexer Orographie. Das Projekt wurde 1995 am Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Wien begonnen.

Mit VERA werden unregelmäßig verteilte Messwerte von Fehlern befreit und in intelligenter Weise auf ein regelmäßiges Gitter interpoliert. Die räumliche Auflösung beträgt 16 km, für die Südosthälfte Baden-Württembergs stehen sogar Informationen in einer Auflösung von 4 km zur Verfügung. Die zeitliche Auflö-

sung liegt je nach Parameter (Bodendruck, Drucktendenz, 10m-Wind, potentielle Temperatur, äquipotentielle Temperatur, Niederschlag, potentielle Schneefallgrenze) bei 3 oder 6 Stunden. Einen tieferen Einblick über das Verfahren, die Modellvalidierung usw. bietet die Webseite [www.univie.ac.at/amk/vera/](http://www.univie.ac.at/amk/vera/).

#### 6.5.4 KLIMAMODELLE

Rechnungen mit Klimamodellen führt beispielsweise das Deutsche Klimarechenzentrum (DKRZ) durch und untersucht mit Klimasimulation das Verhalten des Klimasystems in der Zukunft und den menschlichen Einfluss darauf. Das DKRZ betreibt zudem das World Data Center of Climate (WDCC). Informationen zu Klimarechnungen, zur Beschreibung des Datenmodells und zum Zugang zu den Daten selber bieten die Webseite des DKRZ: [www.dkrz.de/daten](http://www.dkrz.de/daten).

Auch im IMK liegen die Daten verschiedener Klima-Modellläufe vor.

#### 6.6 ÜBERSICHT ÜBER ALLE ANGEFRAGTEN EINRICHTUNGEN, BEHÖRDEN, KOMMUNEN, BETRIEBE

Deutscher Wetterdienst  
MeteoMedia AG  
European Severe Storms Laboratory e.V. (ESSL)  
Naturschutzbund Deutschland e.V. (NABU)

Potsdam Institut für Klimafolgenforschung  
Max Planck Institut für Meteorologie  
Deutsches Klimarechenzentrum DKRZ  
Karlsruher Institut für Technologie  
Universität Hohenheim  
Universität Stuttgart  
Universität Trier  
Universität Mainz  
Universität Bayreuth  
Universität Tübingen  
Universität Freiburg  
Universität Frankfurt  
Universität Ulm  
Universität Konstanz  
Universität Köln  
Universität Heidelberg  
Universität Basel  
Universität Strasbourg  
Universität Wien  
ETH Zürich

Umweltbundesamt (UBA)  
Bundesamt für Gewässerkunde Koblenz (BfG)  
Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ)  
Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei  
Baden-Württemberg Aulendorf (LAZBW)  
Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)  
Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA)  
Institut für Seenforschung (IFS) der LUBW, Langenargen  
Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau, Heidelberg (LVG)  
Landesanstalt für Pflanzenschutz Stuttgart  
Amt für Umweltschutz der Landeshauptstadt Stuttgart  
Ministerium für Umwelt, Klima & Energiewirtschaft, Stuttgart

Straßenverkehrszentrale Baden-Württemberg, Tübingen  
 Alle Landratsämter Baden-Württemberg  
 Alle Landkreise in Baden-Württemberg  
 Alle Stadtkreise in Baden-Württemberg  
 Alle Großen Kreisstädte in Baden-Württemberg  
 Rund 150 Stadtwerke, regionale Wasser- und Energieversorger  
     Tiefbauamt Karlsruhe  
     Wasserwerke der Stadtwerke Karlsruhe  
     Badenova, Freiburg  
     Zweckverband Landeswasserversorgung, Stuttgart  
     Wasserwirtschaftsverband Karlsruhe  
     Wasserwirtschaftsverband Baden-Württemberg  
 Verband der Gas- und Wasserwerke Baden-Württemberg  
 Stadtwerke Wangen/Allgäu - Winterdienst  
  
 Rund 50 Großwinzergenossenschaften, Weingüter und Weinbauverbände  
     Badischer Wein  
     Badischer Weinbauverband  
     Weinbauverband Württemberg  
 Rund 100 Großgärtnereien, Stadtgärtnereien und Baumschulen  
 Rund 50 Gleitsegelvereine und Gleitsegelstartplätze  
  
 Windenergieanlagenhersteller und –betreiber; Betreiberdatenbasis (BtrDB)  
     Enercon  
     Seewind  
     ENBW  
     Nordex  
     Fuhrländer  
     Sowitec  
 Solaranlagen und –parks  
     Solarpark Straubenhardt (SF Solarpark Feldrennach GmbH & Co. KG  
     Solare Datensysteme GmbH – solar-log.com  
 Hersteller von Wettermesstechnik und meteorologischen Messgeräten  
     Ketterer (Sölden)  
     Reinhardt (Dießen)  
     Thies (Göttingen)  
     Lufft (Fellbach)  
 Dow Chemical Company Deutschland (DOW)  
 TÜV Süd  
 Großindustrie und –betriebe  
     BASF  
     Hornbach  
     Obi  
     Gardena  
     Dehner GmbH & Co. KG  
     Praktiker Bau- und Heimwerkermärkte AG  
     BayWa AG  
     Deutsche Bahn AG  
     Siemens AG  
 Munich Re  
 Hannover Re  
  
 Schulen

**Webportale:**

[www.wzforum.de/forum2](http://www.wzforum.de/forum2) - Wetterzentrale Forum

[forum.wetteronline.de](http://forum.wetteronline.de) – Wetteronline Forum

[www.meteolab.de/forum](http://www.meteolab.de/forum) - Neckaralb-Stormchaser

[www.wetterpool.de](http://www.wetterpool.de) – Wetterpool

[www.awekas.at/de/index.php](http://www.awekas.at/de/index.php) - Awekas

[www.wetterspiegel.de/de/europa/deutschland/baden-wuerttemberg/20-11.html](http://www.wetterspiegel.de/de/europa/deutschland/baden-wuerttemberg/20-11.html) - Wetterspiegel

[www.wetterstationen-online.de](http://www.wetterstationen-online.de)

[webring.wetterpage24.de](http://webring.wetterpage24.de)

[www.wetter-daten.com/Baden-Wurtemberg/baden-wurtemberg.html](http://www.wetter-daten.com/Baden-Wurtemberg/baden-wurtemberg.html)

# 7 Zusammenfassung und Ausblick

In nahezu unüberschaubarer Menge wurden in und für Baden-Württemberg in den letzten mehr als 100 Jahren meteorologische Messdaten gewonnen. Die Palette der Betreiber von Messstationen reicht vom staatlichen Deutschen Wetterdienst bis hin zu engagierten Hobbymeteorologen oder Landwirten, die sich mehr und mehr die technischen Möglichkeiten der heutigen Zeit nutzbar machen. Während zahlreicher Messkampagnen nationaler und internationaler Forschungsprojekte entstanden weitere große Datensätze. Auch private Firmen und einzelne Kommunen und Verbände führten und führen eigene Messungen durch.

In mühsamer und manchmal zeitraubender Arbeit wurde während der letzten 10 bis 12 Monate versucht, möglichst viele Datenquellen ausfindig zu machen und Informationen über Art, Menge und Qualität vorhandener Messdaten zusammenzutragen. Recherchen und Anfragen per E-Mail stellten sich als sehr langwierig heraus, kürzere Wartezeiten ergaben sich bei direkten telefonischen Kontakten, wenngleich der Informationsgewinn dabei nur unwesentlich zulegte. Oft bestand ein Problem schon darin, geeignete, kompetente und zugleich hilfsbereite Ansprechpartner zu finden. Es kann davon ausgegangen werden, dass durch diese Schwierigkeiten ein nicht unerheblicher Teil an Daten gar nicht zu Tage gefördert werden konnte.

Unerfreulich und enttäuschend verliefen die Anfragen an Industrieunternehmen und Energieversorger der freien Wirtschaft; diesen Anfragen wurde zumeist mit Ablehnung und großem Desinteresse begegnet. Als unkompliziert und rasch stellten sich hingegen alle Anfragen an nicht-universitäre Institutionen des Landes und des Bundes heraus.

Trotz einiger Tausend Datensätze, die auch von teilweise unerwarteten Quellen gewonnen werden konnten, hätte die Resonanz auf dermaßen breit gefächerte Anfragen noch etwas stärker ausfallen und die Ausbeute an Wetter- und Klimadaten noch ertragreicher sein können. Auf der anderen Seite zeigt die Tatsache, dass so viele unterschiedliche Betreiber von Messstation existieren, die Bedeutung und den Wert, all diese Informationen zu bündeln und verfügbar zu machen. Vor allem das Wachstum der Zahl der privaten Wetterstationsbetreiber in den letzten Jahren führte zu einer enormen Verdichtung der bisherigen Messnetze, die gleichzeitig eine immer weitere Ausdünnung erfahren. Für zukünftige Untersuchungen sollten diese neuen zahlreichen Datensätze durchaus als wertvolle Ergänzung angesehen werden.

Im Sinne der Nachhaltigkeit bietet die Klimopass-Webseite die Möglichkeit, ohne großen Aufwand auch in Zukunft neue Datenquelle und Datensätze zu erschließen, indem Messstationsbetreiber ihre Informationen in ein Webformular eintragen; von dort werden diese Informationen zu Datenbankeinträgen verarbeitet und an einen Server übertragen; fast automatisch und im Hintergrund läuft die Datenrecherche auf diese Weise weiter.

Von den während der Projektarbeit gewonnenen Erfahrungen können auch ähnliche Projekte bei anderen Bundesländern profitieren. Der nächste Schritt bestünde in der Akquise der ermittelten Messdaten und Informationen - zumindest der Daten, die frei und ohne Kosten verfügbar sind.

Alle Meta-Datensätze werden der LUBW zur Verfügung gestellt und können in deren MEROS-Datenbank integriert werden.

# Literatur

- Bruns, E. (2007) Phänologische Beobachtungsnetze heute und gestern. *Promet*, Jahrg. 33, Nr. 1/2, 2-6. Deutscher Wetterdienst 2007
- IPCC (2007) *Climate Change 2007 – Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Hrsg. von S. Salomon, D. Quin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor und H.L. Miller. Cambridge University Press, Cambridge, UK und New York, USA
- Nakicenovic, N., J. Alcamo, G. Davis, B. de Vries B, J. Fenhann, S. Gaffin, K. Gregory, A. Grübler, T.Y. Jung, T. Kram, E.L. La Rovere, L. Michaelis, S. Mori, T. Morita, W. Pepper, H. Pitcher, L. Price, K. Raihi, A. Roehrl, H.-H. Rogner, A. Sankovski, M. Schlesinger, P. Shukla, S. Smith, R. Swart, S. van Rooijen, N. Victor und Z. Dadi (2001) *Special Report on Emissions Scenarios: A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, S. 1–599.
- Promet (2007) *Phänologie*. *Promet* Jahrgang 33, Heft1/2, 2007
- Schnelle, F. (1955) *Pflanzenphänologie*. Geest & Portig, Leipzig, 299 S.
- Stock, M. (Hrsg.) (2005) *KLARA – Klimawandel – Auswirkungen, Risiken, Anpassung. Summary Report N°99*, 222 S.

Abbildung 1: Projektziel und Hauptarbeitsschritte.....	8
Abbildung 2: Angaben zur Station/ Betreiber .....	11
Abbildung 3: Notwendige Angaben zu klimatologischen Messreihen (Punktmessungen).....	12
Abbildung 4: Phänologische Jahreszeiten und ihre Leitphasen (nach Schnelle 1955).....	13
Abbildung 5: Übersicht über die zu ermittelnden Informationen bezogen auf Modelldaten .....	14
Abbildung 6: Schaubild über die einzelnen Arbeitsschritte in der projektbezogenen technischen Umsetzung .....	17
Abbildung 7: Projekthomepage .....	18
Abbildung 8: Übersicht über die Eingabemaske hinsichtlich der Stations- und Betreiberinformationen .....	18
Abbildung 9: Übersicht über die Eingabemaske hinsichtlich der Messgrößen. ....	19
Abbildung 10: Übersicht über die Lage der hauptamtlichen Stationen des DWD .....	23
Abbildung 11: Verteilung der aktiven und stillgelegten Niederschlagsmessstationen des DWD.....	24
Abbildung 12: Phänologisches Messnetz des DWD in Baden-Württemberg .....	24
Abbildung 13: Messnetz der meteomedia AG in Baden-Württemberg.....	25
Abbildung 14: Lage der Niederschlagsmessstationen verschiedener Betreiber in Baden-Württemberg.....	26
Abbildung 15: Messnetz der LTZ in Baden-Württemberg.....	27
Abbildung 16: Lage der Messstationen des Depositionsmessnetzes der FVA in Baden-Württemberg.....	28
Abbildung 17: Stationen mit aktueller Temperaturmessung (21.02.2012) links und alle bei wetterpool.de verfügbaren privaten Wetterstationen .....	29
Abbildung 18: Lage der Stationen mit vom PIK homogenisierten Messreihen .....	30



## TABELLENVERZEICHNIS

---

Tabelle 1: Zeitplan der im Projekt vorgesehenen Arbeitsschritte aufgeteilt für die Projektmonate.....	9
Tabelle 2: Übersicht über einige ausgewählte Kopfattribute des MEROS-Kopfes.....	20
Tabelle 3: Übersicht über die verschiedenen Messnetze des DWD .....	22
Tabelle 4: Übersicht über die verschiedenen Messnetze, ihre Betreiber und die Anzahl der Stationen .....	31

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

---

BfG	Bundesamt für Gewässerkunde
BLIDS	Blitzinformationsdienst der Siemens AG
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
CEDIM	Center disaster and management
CERA	Climate and Environmental Retrieval and Archive
COPS	Convective and Orographically-induced Precipitation Study
COSMO	Consortium for Small-scale Modelling
COSMO-CLM	COSMO model in Climate Mode
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DKRZ	Deutsches Klimarechenzentrum
DWD	Deutscher Wetterdienst
ECHAM5	Globales Klimamodell (ECMWF, Max Planck Institut für Meteorologie Hamburg)
EXUS	Extremwertuntersuchung Starkregen in Nordrhein-Westfalen)
FVA	Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt
GCM	General Circulation Model (Globalmodell)
GDI-BW	Geodateninfrastruktur Baden-Württemberg
IFS	Institut für Seenforschung
IMK	Institut für Meteorologie und Klimaforschung
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in Europe
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISO	International Organization for Standardization
KIT	Karlsruher Institut für Technologie
KLARA	Klimawandel, Auswirkungen, Risiken und Anpassung
KOSTRA	Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertungen
LAZBW	Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei
LVG	Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau
LTZ	Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg
LUBW	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
MD	Meteorologischer Dienst der DDR
MEROS	Messreihenoperationssystem
PIK	Potsdam Institut für Klimafolgenforschung
RADOLAN	Radar-Online-Aneichung
RCM	Regional Climate Model (regionales Klimamodell)
RegioExAKT	Regionales Risiko konvektiver Extremwetterereignisse: Anwenderorientierte Konzepte zur Trendbewertung und -anpassung
REGNIE	Regionalisierung von Niederschlagshöhen
REKLIP	Regio-Klima-Projekt
REMO	Regionalmodell
STAR	Statistisches Regionalisierungsmodell
UBA	Umweltbundesamt
UM	Ministerium für Umwelt, Klima & Energiewirtschaft Baden-Württemberg
VERA	Vienna Enhanced Resolution Analysis

WETTREG  
WMO

Wetterlagen-basierte Regionalisierungsmethode  
World Meteorological Organisation

