

**Stellungnahme des
Beirats der Landesregierung für nachhaltige
Entwicklung nach § 11 Abs. 2 KSG BW zum
Monitoring-Bericht
zum Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg
Teil I: Klimawandel und Anpassung**

vom 13. Mai 2017

erstellt

von Prof. Dr. Werner Konold



Baden-Württemberg

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Die Anpassungsstrategie: Grundlagen und Zustandekommen
3. Der Monitoring-Bericht und die Indikatoren für Klimawandel und Klimawandelanpassung
4. Rahmendaten zum Klimawandel in Baden-Württemberg
 - 4.1 Grundlagen des Klimaprojektionen
 - 4.2 Wichtigste Ergebnisse der Klimaprojektionen
5. Bewertung der Maßnahmen der Anpassungsstrategie
 - 5.1 Allgemeine Aspekte
 - 5.2 Zu den Handlungsfeldern
 - 5.3 Vorschlag für eine neue Gliederung der Handlungsfelder
6. Bewertung und Weiterentwicklung des Monitorings
7. KLIMOPASS-Weiterentwicklung
8. Kurze Gesamtbeurteilung

1. Einleitung

Aufgabe der Stellungnahme ist es, den Entwurf des ersten Monitoring-Berichts zum Klimaschutzgesetz, Teil Klimawandel und Anpassung, aus der Sicht des Wissenschaftlichen Beirats kritisch durchzusehen, gleichsam eine Qualitätskontrolle vorzunehmen, um den Aufbau und den Inhalt des Berichts zu optimieren.

Vorweg sei gesagt, dass sich der Monitoring-Bericht insgesamt durch eine sehr hohe strukturelle und inhaltliche Qualität sowie eine sehr sorgfältige formale Bearbeitung auszeichnet. Das Land Baden-Württemberg ist das erste Bundesland, das einen solchen Bericht erarbeitet und künftig regelmäßig alle drei Jahre vorlegen wird. Es wird also auch für die breite Öffentlichkeit möglich sein, die Fortschritte oder auch Rückschläge bei der Klimawandelanpassung zu verfolgen. Die Indikatoren für Anpassungsmaßnahmen, auch die Maßnahmen selbst, können nicht für alle Zeiten festgefügt sein, weil sich die Klimaprojektionen, die gesellschaftliche und politische Beurteilung der Klimawirkungen und die Priorisierung von Maßnahmen, aber auch der Stellenwert und die Reliabilität der Indikatoren verändern werden. Es wird also auch in Zukunft notwendig sein, alle Bestandteile der Klimawandelanpassung einer kritischen Prüfung zu unterziehen.

Grundlage für die Stellungnahme sind die „Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Baden-Württemberg“ (künftig „Anpassungsstrategie“) von 2015, der Entwurf des „Monitoringberichts zum Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg, Teil I Klimafolgen und Anpassung“ vom März 2017 (im weiteren Verlauf Monitoringbericht“), die IMA-Vorlage „Klimafolgenmonitoring Baden-Württemberg“ von Bosch & Partner vom Dezember 2015, die Entwürfe zu den Factsheets zu den Klimawandelanpassungsindikatoren von 2016/17, der Leitfaden „Kommunale Klimaanpassung durch die Landschaftsplanung“ von A. May, P. Arndt, L. Radtke & S. Heiland von 2016,

mehrere Gespräche am Umweltministerium Baden-Württemberg und die Anforderungen, die an den Wissenschaftlichen Beirat gestellt wurden.

2. Die Anpassungsstrategie: Grundlagen und Zustandekommen

In der Anpassungsstrategie (S. 2f) heißt es, mit dem Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes in Baden-Württemberg vom 17. Juli 2013 habe das Land verbindliche Zielvorgaben für den Klimaschutz formuliert. Die Treibhausgasemissionen in Baden-Württemberg sollten bis zum Jahr 2020 gegenüber 1990 um 25 % und bis zum Jahr 2050 um 90% verringert werden. Neben dringend notwendigen Maßnahmen und Initiativen für einen wirksamen Klimaschutz sei gleichzeitig eine Strategie zur Anpassung an den Klimawandel notwendig, um den nicht vermeidbaren Folgen des Klimawandels zu begegnen.

Es heißt, die Anforderungen an die Anpassung und die damit verbundenen Aufwendungen würden drastisch steigen, wenn entsprechende Vorkehrungen nicht rechtzeitig geplant und in die Wege geleitet werden würden. Klimaschutz und Anpassung seien nicht voneinander getrennt zu sehen, sondern als zwei Seiten einer Medaille. Mit dem Klimaschutzgesetz (KSG BW) habe sich das Land deshalb auch dazu verpflichtet, eine Strategie zur Anpassung an die sich verändernden klimatischen Bedingungen zu entwickeln und umzusetzen (§ 4 Abs. 2). Die Landesregierung setze diesen Auftrag mit der Vorlage der Anpassungsstrategie um. Diese soll auf die in naher Zukunft (2021 bis 2050) zu erwartenden Folgen des Klimawandels vorbereiten und auf mögliche weitere Entwicklungen in der fernen Zukunft (2071 bis 2100) hinweisen. Damit solle ein Prozess angestoßen werden, der dazu beitrage

- die Verwundbarkeit des Landes zu mindern,
- mögliche Klimafolgen und dabei entstehende Kosten zu senken und
- sich ergebende Chancen zu nutzen.

In Verbindung mit dem Monitoring zu den Klimaschutzziele werde die Landesregierung alle drei Jahre über die wesentliche Folgen des Klimawandels für Baden-Württemberg sowie über die Umsetzung und Wirkung wichtiger Anpassungsmaßnahmen berichten (§ 9 KSG BW). Das Monitoring sei damit zugleich die Basis für eine spätere Fortschreibung der Anpassungsstrategie. Diese wiederum bezieht sich auf die Berichte des Weltklimarates (IPCC), die politischen Aktivitäten der Europäischen Union (EU-Anpassungsstrategie vom April 2013) sowie die „Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel“ (DAS) und den „Aktionsplan Anpassung“ (APA), welcher in Abstimmung mit den Ländern formuliert wurde.

Die Anpassungsstrategie könne (S. 3) darüber hinaus auf weitere gute Grundlagen zurückgreifen, wie etwa die Forschungsvorhaben

- „Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft - KLIWA" (seit 1999),
- „Klimawandel, Auswirkungen, Risiken und Anpassung – KLARA“ (2001),
- „Herausforderung Klimawandel in Baden-Württemberg“ (2006 – 2010) sowie
- das seit 2011 laufende Forschungsprogramm KLIMOPASS (Klimawandel und Modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg).

In der Anpassungsstrategie heißt es weiter: Die inhaltliche und methodische Grundlage der Strategie bildeten fachwissenschaftliche Gutachten, die im Jahr 2013 zu verschiedenen Handlungsfeldern und in enger Zusammenarbeit mit den betroffenen Ressorts erstellt wurden. Der Arbeitsprozess wurde zudem konzeptionell und fachlich eng von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) begleitet. Die methodischen Grundlagen der Anpassungsstrategie sind in diesen Gutachten nachzulesen (Internetseite der LUBW unter der Rubrik „Klimawandel und Anpassung“).

Im Rahmen der Gutachten wurde ausgehend von den „Klimatischen Leitplanken“, also den Klimaprojektionen (Szenario A1B), die Vulnerabilität einzelner Komponenten in den Handlungsfeldern untersucht. Daraus wurden Handlungsziele abgeleitet und Anpassungsmaßnahmen entwickelt. Die Arbeiten der Gutachter wurden durch Ressortarbeitskreise begleitet, in welchen Experten aus Verwaltung, Wissenschaft und Praxis Erfahrungen und Wissen unter der Leitung des jeweils zuständigen Fachministeriums einbringen konnten.

Die Handlungsfelder sind

- (1) Wald- und Forstwirtschaft,
- (2) Landwirtschaft,
- (3) Boden,
- (4) Naturschutz und Biodiversität,
- (5) Wasserhaushalt,
- (6) Tourismus,
- (7) Gesundheit,
- (8) Stadt- und Raumplanung und
- (9) Wirtschaft und Energiewirtschaft.

Damit sollen wesentliche Bereiche aus Naturhaushalt, Umwelt, Wirtschaft, Landnutzung und Gesellschaft abgedeckt werden. Für jedes Handlungsfeld wurden folgende Aspekte bearbeitet (Anpassungsstrategie, S. 4):

- (a) die Eckdaten, Funktionen und Ziele des Handlungsfeldes,
- (b) die nach heutigem Kenntnisstand wirksamen und bedeutsamen Klimafaktoren,
- (c) bekannte und voraussichtliche Empfindlichkeiten und deren Auswirkungen (Vulnerabilität) sowie
- (d) Anpassungsziele und als prioritär eingestufte Maßnahmen (Handlungsempfehlungen).

Die Maßnahmen lägen, so die Anpassungsstrategie (S. 4/5), einerseits im Verantwortungsbereich der öffentlichen Verwaltung des Landes, andererseits aber auch auf kommunaler und regionaler Verwaltungsebene sowie bei Verbänden und anderen Körperschaften und Einrichtungen. Dies spiegelt sich in der Maßnahmenübersicht bei den Zuständigen und Betroffenen wider.

Die Handlungsschwerpunkte der Strategie sind aus Sicht der Landesregierung breit angelegt (S. 4) und umfassen folgende übergeordnete Aufgaben:

- Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen,

- Erweiterung des Wissensstands zu Klimawandel, Klimafolgen und Anpassung durch die Förderung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten,
- Förderung von Modellvorhaben und Pilotprojekten auf regionaler und kommunaler Ebene oder von Unternehmen,
- Entwicklung eines Monitoringsystems, das nicht nur die weitere Entwicklung des Klimas in Baden-Württemberg, sondern auch die Folgen des Klimawandels und die Wirksamkeit von Anpassungsmaßnahmen erfasst;
- Sensibilisierung der relevanten Akteure durch die Bereitstellung von Informationen oder Fortbildungen für Betroffene sowie die Ausarbeitung von Kommunikationsstrategien für die Öffentlichkeitsarbeit.

Diese selbst gestellten, recht umfassenden und anspruchsvollen Aufgaben finden im Entwurf des Monitoringberichts ihren Niederschlag in einer Tabelle zum Umsetzungsstand der Anpassungsstrategie (S. 130ff). Unterstrichen werden soll an dieser Stelle, dass in hervorgehobener Art und Weise auch (Grundlagen)Forschung, praktische Modellvorhaben, ein umfassendes Monitoring sowie die Notwendigkeit einer stringenten Kommunikation angesprochen werden. Darauf wird weiter unten an verschiedenen Stellen noch eingegangen.

3. Der Monitoring-Bericht und die Indikatoren für Klimawandel und Klimawandelanpassung

Das Stichwort „Entwicklung eines Monitoringsystems“ führt zum zentralen Punkt dieser Stellungnahme, nämlich den Entwurf des Monitoringberichts, Teil I, Klimafolgen und Anpassung, der, beginnend mit dem Berichtsjahr 2016, alle drei Jahre über die wesentlichen Folgen des Klimawandels für Baden-Württemberg sowie Umsetzung und Wirkung wichtiger Anpassungsmaßnahmen informieren soll. Für ein Monitoring müssen Indikatoren gefunden werden, die geeignet sind, die aus den Klimaprojektionen (nahe und ferne Zukunft) abgeleiteten Wirkungen (z. B. Trockenheit, Starkniederschläge) und Wirkungskaskaden (z.B. Trockenheit – Niedrigwasserabflüsse – Stoffhaushalt der Gewässer [Temperaturerhöhung und Sauerstoffstress] – Lebensraumbedingungen für Gewässerorganismen, aber auch Konsequenzen für die Wasserkraftnutzung) auf die Handlungsfelder der Klimawandelanpassung abzubilden. Für das Monitoring wurden Indikatoren identifiziert (Monitoringbericht, S. 10), die

- den Klimawandel in Ausmaß und Dynamik beschreiben (Klimakennwerte als Indikatoren),
- die die Folgen des Klimawandels auf Umwelt, Natur und Gesellschaft zeitlich und räumlich dokumentieren (Impact-Indikatoren) und
- die die Wirkung von Anpassungsmaßnahmen und -strategien aufzeigen (Response-Indikatoren).

Für die Handlungsfelder wurden für die übergeordneten Sektoren Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt (a) auf der Ebene der Klimafolgen Impact-Indikatoren (I) und (b) für die Ebene der Anpassung (Maßnahmen, Prozesse) Response-Indikatoren (R) ermittelt. Zusammengefasst wurden sie in Anlehnung an bereits bestehende Indikatorensysteme, z. B. aus den Gutachten zur Anpassungsstrategie Baden-Württemberg, aus Ansätzen anderer Bundesländer und aus der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS).

Alle Indikatoren wurden analog dem Vorgehen bei der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) einer Analyse unterzogen, ob sich ein statistisch eindeutiger Entwicklungstrend für den Indikator nachweisen lässt. Nur bei einer statistischen Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner 5 % wurde in der Bewertung der Indikatoren von signifikanten Trends oder eindeutigen Trends gesprochen. Bei kurzen Zeitreihen oder bei diskontinuierlichen Extremereignissen war die Methodik nicht geeignet. Der Auswahlprozess für die Indikatoren, darunter auch der Weg von einem zweistufigen zu einem einstufigen Verfahren, ist sehr gut und nachvollziehbar dokumentiert (IMA-Vorlage zum Klimafolgenmonitoring von Bosch & Partner vom Dezember 2015).

Grundsätzlich wurde angestrebt, mit vier bis fünf Indikatoren die neun Handlungsfelder gleichmäßig abzudecken. Bei der Prüfung der Indikatoren und der Datenverfügbarkeit wurde aber deutlich, dass bislang nicht für alle Handlungsfelder ausreichend Daten zur Verfügung stehen. Einige Handlungsfelder, wie Landwirtschaft oder Wald- und Forstwirtschaft, sind bereits gut aufgestellt. Andere, beispielsweise das Handlungsfeld Boden, verfügen noch nicht über genügend Datenmaterial. Die letztlich ausgewählten Indikatoren, 43 an der Zahl, orientieren sich an den Inhalten der Handlungsfelder, an der Datenlage (über einen längeren Zeitraum) und an der Validität der Daten. Sie sollten auch innerhalb der Handlungsfelder eine möglichst große thematische Breite abbilden. Weitere Kriterien waren, Indikatoren zu wählen, die auch künftig fortgeschrieben werden, und von denen bereits Datenauswertungen vorliegen oder wo die Ressorts bereit sind, diese Auswertungen vorzunehmen.

Die Anforderungen an Indikatoren sind hoch. Dazu heißt es im Monitoringbericht (S. 25), man habe Indikatoren suchen müssen, die für Baden-Württemberg relevant und verfügbar seien und die die baden-württembergische typische Betroffenheit und Situation widerspiegeln könnten.

Darüber hinaus sei zu beachten gewesen, dass

- das Monitoring von Klimafolgen und Klimawandelanpassung eine neuartige Aufgabe sei, für
- die es bisher nur eingeschränkt spezifische Indikatoren mit langen Zeitreihen (größer 30 Jahre) gebe. Deshalb hätten auch Indikatoren herangezogen werden müssen, die nicht primär für die genannten Fragestellungen entwickelt und erhoben worden seien. Infolgedessen könnten beispielsweise Zeitreihen kurz oder lückenhaft sein. Die Repräsentanz von Indikatoren könne sich dann auf Teile Baden-Württembergs beschränken, wenn Daten nur räumlich begrenzt erhoben werden würden.
- Viele Klimawirkungen für zahlreiche Handlungsfelder könnten bislang nur qualitativ beschrieben und nicht statistisch analysiert werden. Dies könne unter anderem an kurzen Zeitreihen liegen oder aber auch an anderen Einflussgrößen, die neben dem Klima die Indikatorwerte bestimmen würden. Beispielsweise sei der Holzzuwachs nicht nur von Witte-

rung und Klima, sondern auch von Bodenverhältnissen, Bewirtschaftungsweise, Stickstoffeinträgen etc. abhängig. – Ein für das ganze Monitoringverfahren wichtiger Sachverhalt, der darauf hinweist, dass es keine monokausalen Erklärungsmuster gibt, zumal nicht in einer intensiv genutzten Kulturlandschaft.

Die Indikatoren sind:

Handlungsfeld Wald- und Forstwirtschaft

- I-FW-1 Gefährdete Fichtenbestände
- I-FW-2 Holzzuwachs
- I-FW-3 Schadholzaufkommen nach Schadensursachen
- I-FW-4 Befall durch Borkenkäfer
- I-FW-5 Waldbrandgefährdung und Waldbrand
- R-FW-1 Mischbestände
- R-FW-2 Förderung und Finanzierung des Waldumbaus
- R-FW-3 Anpassungsspezifische Aus- und Fortbildung
- R-FW-4 Zweckgebundene Rücklagen zur Risikominimierung

Handlungsfeld Landwirtschaft

- I-LW-1 Blüte von Winterraps
- I-LW-2 Ertragsschwankungen
- I-LW-3 Qualität von Ernteprodukten
- I-LW-4 Schaderregerbefall
- R-LW-1 Anbau wärmeliebender Ackerkulturen
- R-LW-2 Anbau wärmeliebender Sorten

Handlungsfeld Boden

- I-BO-1 Bodenwasservorrat
- I-BO-2 Regenwurmfauna

Handlungsfeld Naturschutz und Biodiversität

- I-NA-1 Phänologische Veränderungen bei Wildpflanzenarten
- I-NA-2 Ausbreitung wärmeliebender Tierarten
- I-NA-3 Flechten als Klimawandelindikatoren

Handlungsfeld Wasserhaushalt

- I-WH-1 Grundwasserstand und Quellschüttung
- I-WH-2 Hochwasser
- I-WH-3 Niedrigwasser
- I-WH-4 Sauerstoffgehalt im Bodensee
- R-WH-1 Gewässerstruktur

R-WH-2 Investitionen in den Hochwasserschutz

Handlungsfeld Tourismus

- I-TO-1 Tage mit Touristenklima
- I-TO-2 Saisonalität von Übernachtungen
- I-TO-3 Schneedecke für den Wintersport
- I-TO-4 Übernachtungen in Wintersportorten

Handlungsfeld Gesundheit

- I-GE-1 Hitzebelastung
- I-GE-2 *Ambrosia*-Vorkommen
- I-GE-3 Überträger von Krankheitserregern

Handlungsfeld Stadt- und Raumplanung

- I-SR-1 Gebäudeschäden durch Sturm und Hagel
- I-SR-2 Elementarschäden an Gebäuden
- I-SR-3 Wärmebelastung in Städten
- I-SR-4 Kühlgradtage
- R-SR-1 Anteil der Erholungsfläche an der Siedlungs- und Verkehrsfläche in Großstädten
- R-SR-2 Veränderung der Siedlungs- und Verkehrsfläche

Handlungsfeld Wirtschaft und Energiewirtschaft

- I-WE-1 Schiffbarkeit von Binnenschiffahrtsstraßen
- I-WE-2 Wetterbedingte Unterbrechungen der Stromversorgung
- I-WE-3 Wetterbedingte Nichtverfügbarkeit der Stromversorgung
- R-WE-1 Wasserverwendung in der Wirtschaft

Die Indikatoren sind hinterlegt mit so genannten Factsheets, die zusammengestellt wurden von Bosch & Partner und den jeweils zuständigen Fachbehörden. Die sehr inhaltsreichen und durchweg gut recherchierten Factsheets setzen sich zusammen aus (I) Basisinformationen, (II) der Einordnung und Berechnung des Indikators, (III) einer Begründung und kritischen Interpretation der Indikatorfähigkeit (die durchaus unterschiedlich ist), aus (IV) Definitionen und Referenzen, (V) technischen Informationen, aus (VI) einem Vorschlag für die Darstellungsweise im Monitoring-Bericht und den abschließenden, zusammenfassenden Kernaussagen für den Monitoring-Bericht. Die Factsheets zeigen sehr transparent, ohne die Grenzen zu verschweigen, wie und warum die Indikatoren sich für die Klimawandelanpassung eignen. Ein großes Lob dafür!

4. Rahmendaten zum Klimawandel in Baden-Württemberg

4.1 Grundlagen der Klimaprojektionen

Die folgenden Ausführungen, die die fachliche Grundlage der Klimaprojektionen skizzieren, wurden der Anpassungsstrategie (S. 6ff) entnommen.

Grundsätzlich können Klimamodelle keine Prognose abgeben. Dazu sind die Einflussfaktoren zu vielfältig und die Zeiträume zu groß. Klimamodelle können aber mit so genannten „Klimaprojektionen“ plausible Entwicklungen aufzeigen, die unter bestimmten Annahmen beispielsweise für die künftigen Treibhausgasemissionen, Wirtschaftsentwicklung und Energiegewinnung eintreten können. Für die Anpassungsstrategie hat die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) die Ergebnisse zahlreicher regionaler Klimaprojektionen für Baden-Württemberg ausgewertet. Da sich die zukünftigen Treibhausgasemissionen nicht zuverlässig vorhersagen lassen, wurden vom Weltklimarat IPCC (2001) für die Klimamodelle verschiedene Emissionsszenarios definiert. In der LUBW-Studie wurden Klimaprojektionen mit einem einheitlichen „mittleren“ Szenario (A1B) verwendet, das von einem raschen Wirtschaftswachstum, einer raschen Einführung von neuen Technologien, einer ausgewogenen Nutzung verschiedener Energiequellen und einem bis Mitte des Jahrhunderts kulminierenden und anschließend rückläufigen Bevölkerungswachstum ausgeht. Dieses mittlere Szenario ist einigermaßen optimistisch, hat jedoch auch eine motivierende Komponente und wird deshalb bei vielen Projektionen verwendet. Für Baden-Württemberg wurden 29 Klimaprojektionen untersucht, davon konnten 24 Projektionen in einem „Ensemble“ für die Berechnung von Klimakennwerten in der nahen Zukunft (2021-2050) verwendet werden. Da für die ferne Zukunft (2071-2100) weniger Klimamodelle zur Verfügung stehen, wurden hier nur 15 Projektionen ausgewertet. Um die Klimaprojektionen miteinander vergleichbar zu machen, wurden die Ergebnisse auf ein einheitliches Raster von 25 x 25 km Auflösung überführt. Insgesamt wurden für knapp 50 klimatische Kennzahlen Berechnungen mit den verschiedenen Klimamodellen durchgeführt und die Ergebnisse bewertet. Die errechneten Werte der Vergangenheit (Ist-Zustand 1971-2000) wurden mit den projizierten Werten für die Zukunft verglichen, die Differenz bezeichnet man als „Klimasignal“. Bei allen von der LUBW untersuchten Klimakennzahlen wurden die „Streuung“, die „Stärke“ und die „Richtungssicherheit“ des Klimasignals beurteilt. Die drei Kriterien wurden jeweils subjektiv in die drei Klassen „gering“, „mäßig“ und „hoch“ bzw. „stark“ eingestuft. Je größer der Differenzbetrag zwischen Ist-Wert und Projektionswert, desto stärker ist das Klimasignal und damit der Hinweis auf die Stärke der Veränderung. Zudem wurde überprüft, ob die Veränderungen bei den verschiedenen Klimaprojektionen in die gleiche Richtung zeigen (zum Beispiel mehr Niederschlag im Winter). Diese Richtungssicherheit ist ein weiterer wichtiger Parameter für die Verlässlichkeit der Projektionen: Wenn die Richtungssicherheit nicht gegeben ist, sind die Ergebnisse weniger aussagekräftig. Mit diesen Kennzahlen und ihren Bandbreiten, den so genannten „Klimatischen Leitplanken“, können die möglichen Folgen des Klimawandels in den verschiedensten Handlungsfeldern abgeschätzt werden.

Die Datengrundlage stellt eine rundum plausible, solide und dem Stand der Forschung entsprechende Basis für alle weiteren Aussagen und Auswertungen dar.

4.2 Wichtigste Ergebnisse der Klimaprojektionen

Die folgenden Textbausteine sind im Wesentlichen der Anpassungsstrategie (S. 9ff) entnommen.

Bei den Temperaturen sind die Ergebnisse der Klimaprojektionen eindeutig: Sie werden weiter ansteigen, in den höheren Lagen der Mittelgebirge weniger als im Tiefland. Beim Niederschlag sind die Ergebnisse dagegen nicht so eindeutig und nur eingeschränkt belastbar: Die Gesamtniederschlagsmengen bleiben gleich, allerdings soll es im Sommer weniger und im Winter mehr regnen. Dagegen sind weder bei der mittleren Windgeschwindigkeit noch bei der Globalstrahlung in Zukunft große Änderungen zu erwarten.

Klimaparameter „Temperatur“

Die Kennzahlen bei der Temperatur zeigen einen klaren Trend mit einer großen Richtungssicherheit und einem starken Klimasignal: Es ist eine weitere Temperaturzunahme im Land zu erwarten. In den kommenden vier Jahrzehnten (nahe Zukunft) wird die Jahresdurchschnittstemperatur von derzeit 8,4°C um rund 1,1°C auf 9,5°C ansteigen. Die Bandbreite des Klimasignals reicht von +0,8 bis +1,7°C Temperaturanstieg. In der fernen Zukunft (2071-2100) beträgt der Temperaturanstieg voraussichtlich +3,1°C (Median). Die Bandbreite des Klimasignals für diese Zukunftsprojektion liegt zwischen +2,5°C (15. Perzentil) und +3,6°C (85. Perzentil).

Die Bedeutung dieser Entwicklung wird an den Kennzahlen besonders deutlich, die die Wärme- und Hitzeentwicklung aufzeigen. So kann die Zahl der Sommertage (Temperaturmaximum mindestens 25°C) im landesweiten Durchschnitt von heute 30 Tagen in der nahen Zukunft um eine Bandbreite von 4 bis 18 Tagen, in der fernen Zukunft sogar um 20 bis 44 Tage zunehmen (jeweils 15. bis 85. Perzentil). Bei der Kennzahl Hitzetag („Tropentag“, Tagesmaximum mindestens 30°C) wird die kommende Erwärmung noch deutlicher sichtbar: Die Projektion ergibt bei heute 4 Hitzetagen für die nahe Zukunft zusätzliche 2,7 Hitzetage im Jahr (Bandbreite +1 bis + 8,6 Tage) und für die ferne Zukunft 20,8 zusätzliche Hitzetage. Mit anderen Worten: Bei der Zahl warmer oder heißer Tage wirkt sich der Klimawandel im Vergleich zu heute noch stärker aus als bei den mittleren Temperaturen. Aufgrund der Topographie des Landes werden bestimmte Regionen weitaus stärker betroffen sein, als diese landesweiten Durchschnittszahlen vermitteln. Im Oberrheingraben und im Rhein-Neckar-Raum werden zum Beispiel 100 Sommertage in der fernen Zukunft erreicht werden können. Der Kühlbedarf wird entsprechend zunehmen. Verbunden mit der Erwärmung werden Frost- und Eistage weit weniger häufig auftreten und der Heizbedarf sinken, der Kühlbedarf im Sommer hingegen steigen.

Klimaparameter „Niederschlag“

Beim Klimaparameter Niederschlag streuen die Ergebnisse der Modellsimulationen deutlich stärker als bei der Temperatur. Die Klimasignale sind je nach Projektion unterschiedlich stark und ihre Richtungssicherheit ist geringer. Nach Einschätzung der Experten wird sich die Jahresnieder-

schlagssumme auch in Zukunft auf einem ähnlichen Niveau wie heute (949 mm für Baden-Württemberg) bewegen. Die Mittelwerte des Jahresniederschlags erhöhen sich zwar um 4,1 Prozent in der nahen und um 1,3 Prozent in der fernen Zukunft, aber diese Werte sind angesichts der starken Streuung des Klimasignals wenig aussagekräftig. Allerdings deuten die Projektionen darauf hin, dass sich die Niederschläge in ihrer zeitlichen Verteilung vom Sommer in Richtung Winter verschieben werden. Langfristig ist wahrscheinlich damit zu rechnen, dass die Niederschlagsmenge im Winterhalbjahr zu- und im Sommerhalbjahr abnimmt. Die Anzahl der Tage mit Starkniederschlägen und deren Niederschlagsmenge wird sich erhöhen. Allerdings werden die Modellergebnisse als eingeschränkt zufriedenstellend eingestuft.

Klimatische Wasserbilanz

Die klimatische Wasserbilanz, also die Differenz zwischen Niederschlag und potenzieller Evapotranspiration, gibt Hinweise auf die Sicherheit der Versorgung von Pflanzen und Lebensräumen mit Wasser. Die Projektionen der klimatischen Wasserbilanz für die nahe und ferne Zukunft liegen auch als Monatswerte vor, daher kann der projizierte Jahresverlauf untersucht werden. In der nahen Zukunft ergibt sich voraussichtlich eine Erhöhung der monatlichen klimatischen Wasserbilanz für Januar bis Juni sowie für September bis Dezember. Für die Sommermonate Juli und August ist jedoch mit einer Verringerung der Wasserbilanz zu rechnen. Die Absolutwerte bleiben auch künftig in allen Monaten noch im positiven Bereich, auch wenn sie in den Sommermonaten nur knapp über Null liegen. Generell werden nach diesen Projektionen die Unterschiede zwischen den Monaten im Vergleich zu heute zunehmen: Heute (Ist-Zustand) liegen die monatlichen Werte der klimatischen Wasserbilanzen zwischen einem Minimalwert von circa 30 mm und einem Maximalwert von 75 mm. In der nahen Zukunft werden die Werte zwischen circa 10 und 90 mm, und in der fernen Zukunft zwischen -0,1 (Juli) und 100 mm (Dezember) schwanken. Vor allem für die Monate Juni bis September werden in ferner Zukunft deutlich niedrigere monatliche Bilanzwerte projiziert.

Bestimmte Vegetationsformen, insbesondere die von einer hohen Feuchtestufe abhängigen wie Moore aller Art sowie Feucht- und Sumpfwälder, werden durch die sommerliche Trockenheit beeinträchtigt. Hier spielen die niedrigen Werte der Wasserbilanzen im Juli und im August eine entscheidende Rolle.

Die mittleren Werte geben natürlich nur eine grobe Vorstellung der Klimaentwicklung. Auf Grund der sehr stark ausgeprägten Topographie des Landes und zum Teil starker Höhengradienten auf kleinem Raum (z. B. Oberrheinebene zum Hochschwarzwald), der Dominanz von West-Wetterlagen sowie einem spürbaren Kontinentalitätsgradienten (subatlantisch bis subkontinental) wird sich der Klimawandel räumlich sehr differenziert darstellen. Dies müssen auch alle Maßnahmen und Programme zur Klimawandelanpassung berücksichtigen. Hinzu kommt – dies kann man nicht oft genug betonen – das häufigere Auftreten von Extremereignissen und extremen Witterungsphasen, die möglicherweise stärkere Auswirkungen auf die Handlungsfelder haben als der Klimawandel als langfristiger Prozess. Dies können kleinräumige Starkregenereignisse und Hochwasserabflüsse (es gibt etliche Beispiele aus jüngerer Zeit), längere Trockenphasen in der Vegetati-

onsperiode (besonders problematisch bei einem Auftreten in mehreren Jahren hintereinander), verbunden mit langanhaltenden Niedrigwasserabflüssen, das Auftreten von Spätfrösten bei phänologisch weit fortgeschrittener Vegetation und anderes mehr sein. Eine Anpassung an Extreme, zumal wenn sie stochastisch auftreten, ist ungleich schwieriger.

In der Anpassungsstrategie (S. 15) heißt es zusammenfassend: Die Ergebnisse der Klimaprojektionen zeigen vor allem eines mit großer Sicherheit: Alle Kennzahlen der Temperatur weisen eine Wärmezunahme in der Zukunft auf! Die Durchschnittstemperatur nimmt genauso zu wie die Zahl der heißen Tage oder die Dauer der Vegetationsperiode, während die Zahl der Frosttage oder der Heiztage spürbar abnimmt. Beim Klimaparameter Niederschlag sind die zukünftigen Entwicklungen weitaus schwieriger abzuschätzen, da die Modellergebnisse in Richtung und Größe stärker variieren. Bei der durchschnittlichen Jahresniederschlagsmenge ist kaum mit einer Veränderung zu rechnen, aber mit einer Verschiebung des bisherigen Sommerregens hin zum Winter. Dies macht sich im Sommer mit mehr Trockenheit und im Winter möglicherweise mit mehr Überschwemmungen bemerkbar.

5. Bewertung der Maßnahmen der Anpassungsstrategie

5.1 Allgemeine Aspekte

Im Entwurf des Monitoring-Berichts (S. 129ff) wird der Stand der Maßnahmenumsetzung der Anpassungsstrategie, ausgerichtet an den Handlungsfeldern, dargestellt. Dies ist eine sehr eindrucksvolle und auch ambitionierte Liste mit Erläuterungen, insbesondere auch deshalb, weil ein Großteil der Maßnahmen schon in Angriff genommen wurde („... hat ganz oder in Teilen begonnen“) und Kostensätze angegeben werden. Es wird jedoch nicht überall sofort (also in der Tabelle) deutlich, welchen Charakter die Maßnahmen besitzen, also ob es sich um flächendeckende Maßnahmen, flächendeckende Angebote (Beratung), um Pilotvorhaben mit Beispielcharakter, um Instrumentarien und vor allem auch um dauerhaft wirksame, eventuell sogar selbsttragende Maßnahmen handelt. Dies könnte in die Übersicht übernommen werden. Hier und dort fehlen einschlägige Stichworte, wie etwa bei WA 8 die gesetzlich eingeforderten Gewässerrandstreifen, die ja im Prinzip für die angesprochene „naturnahe Sukzession am Ufer“ prädestiniert sind.

Es werden zahlreiche wichtige und richtige Maßnahmen genannt, auch die Dringlichkeit scheint realistisch eingeschätzt worden zu sein. In den Maßnahmenkatalogen spiegelt sich recht stark der spezifische fachliche Hintergrund und auch ein Stück weit die Interessenlage der gutachtenden Fachleute wider. Dies bringt eine gewisse Inkonsistenz zwischen den Handlungsfeldern mit sich, z. B. bei der Konkretheit der Vorschläge. Etliche Maßnahmenvorschläge lassen den spezifischen Bezug zur Fragestellung der Klimawandelanpassung nicht deutlich genug erkennen. Manche Maßnahmen besitzen den Charakter von politischen Absichtserklärungen und Appellen. Einige Vorschläge gehören seit Jahren unabhängig von der nunmehr gestellten Aufgabe der Klimawandelanpassung zu den Pflichtaufgaben der Fachverwaltungen, etwa beim Artenschutz.

Die Rubrik „betroffene Akteure“ vermittelt den Eindruck, es gebe nur (negativ) Betroffene; dabei sind die Maßnahmen doch zum Wohle vieler Menschen gedacht. Es müssten also auch die Begünstigten, die „Profiteure“, genannt werden. Dies verbessert die Vermittlung.

Über allem – und nicht nur bei einzelnen Handlungsfeldern – muss eine an die verschiedenen Zielgruppen angepasste Kommunikationsstrategie stehen, in der insbesondere die Bürgerinnen und Bürger als Experten einbezogen werden. Die Strategie muss Zusammenhänge, Abhängigkeiten und Querverbindungen aufzeigen, die beispielsweise in Foren mit Anleitung gemeinsam erarbeitet werden können.

Die Maßnahmenkataloge sollten nach einem einheitlichen Prinzip aufgebaut sein:

- (a) zu erledigende Aufgaben, die notwendig sind, um die Datenlage zu verbessern (dabei Indikatorfähigkeit prüfen),
- (b) Pflichtaufgaben, die planerische Grundlagen bereitstellen,
- (c) Beschreibung der Maßnahmen, die entweder (1) dauerhaft selbsttragend oder (2) mit einer Daueraufgabe, auch mit Kosten, verbunden sind,
- (d) die zu den Maßnahmen gehörenden Kommunikations- und Beteiligungsaktivitäten,
- (e) Anreize.

Einige der vorgeschlagenen Maßnahmen (z. B. Verbesserung der Gewässerstruktur) erzeugen Effekte auf mehreren Handlungsfeldern und sind teilweise auch Gegenstand bei der Umsetzung von Vorgaben aus anderen Strategien (z. B. Naturschutzstrategie) oder Richtlinien (z. B. EU-Wasserrahmenrichtlinie). Sehr hilfreich wäre deshalb – weiter unten nochmals aufgegriffen – eine Matrix oder wären zwei Matrices, in denen die Querverbindungen, Effekte und Synergien dargestellt werden. Es wäre damit auch möglich, der Befürchtung, es würden viele neue Aufgaben zu bewältigen sein, vorzubeugen.

Prinzipiell ist es wichtig und richtig – eine Binsenweisheit – so genannte No-Regret-Maßnahmen in den Vordergrund stellen, also solche, die unabhängig vom Prozess des Klimawandels zumindest nicht falsch sein können, doch auch Klimaschutz- oder Klimawandelanpassungseffekte besitzen. Dazu gehören etwa

- eine bodenpflegende, humusfördernde Landwirtschaft (C-Senke, Infiltrationsfähigkeit der Böden) zu betreiben,
- mit weiten Fruchtfolgen arbeiten,
- die Retentionsleistung der Landschaft optimieren,
- den Waldumbau in Richtung (zum Beispiel) stabile Mischwälder vorantreiben,
- in den Siedlungen, insbesondere den Städten Grünflächen und versickerungsaktive Flächen schaffen,
- Bäume in großem Umfang in den Siedlungen, aber auch in der Agrarlandschaft pflanzen,
- Strukturen (Hecken, Feldgehölze) schaffen,
- die Konnektivität erhöhen,
- die ökologische Durchgängigkeit der Fließgewässer herstellen (eine Pflichtaufgabe aus der EU-WRRL).

5.2 Zu den Handlungsfeldern

Es können nicht alle Maßnahmen angesprochen werden. Doch soll an dieser Stelle der dringende Wunsch ausgesprochen werden, nur konkrete Aussagen zu treffen und die Aktivitäten zu kennzeichnen, die ohnehin zu den Pflichtaufgaben der Fachverwaltungen gehören. Der Bezug zur Klimawandelanpassung muss *expressis verbis* erkennbar sein.

Handlungsfeld Wald- und Forstwirtschaft

Hier finden sich ziemlich viele Aussagen, die auch ohne Klimawandel gültig sind, etwa dass die Bodenfruchtbarkeit erhalten, die Durchwurzelung gefördert und die Bodenverdichtung vermieden werden sollte, oder: die Entwicklung eines umfassenden Entscheidungsunterstützungssystems. Ein strategisches Ziel könnte sein, den Waldbestand insgesamt resilienter zu machen, indem längerfristig eine größere Vielfalt in Raum und Zeit zustande kommt durch verschiedene Betriebsarten und Schlagführungen.

Wichtige Maßnahmenvorschläge fehlen hingegen, so (1) die Erweiterung der Bannwaldflächen, um landesweit die Waldlebensgemeinschaften repräsentativ erfasst zu haben. Diese eignen sich in hervorragender Weise zur Beobachtung der Anpassung der Wälder an den Klimawandel ohne direkten menschlichen Einfluss. Der Zuwachs an Bannwaldflächen wäre auch indikatorfähig. Eine entsprechende personelle Ausstattung der Bannwaldforschung an der FVA müsste gewährleistet sein. (2) Ein weiteres Ziel könnte die Waldrandgestaltung und -pflege sein vor dem Hintergrund des dort vorhandenen Anpassungsdrucks (genetische Ausdifferenzierung) und der Wirkungen für die Biotopvernetzung. Waldrandgestaltung ist quantifizierbar und daher indikatorfähig.

Handlungsfeld Landwirtschaft

Auch hier sind viele Maßnahmen genannt, die sich nicht primär mit der Klimawandelanpassung begründen lassen, sondern die zu den Grundsätzen einer umweltgerechten Landbewirtschaftung gehören, so etwa dass man mit der konservierenden Bodenbearbeitung die Erosion mindern und die Bodenwasservorräte und das Bodenleben schonen könne oder auch dass die Fruchtfolgen erweitert und die Sortenvielfalt vergrößert werden sollte. Standortgerechte Sortenwahl, die Überwachung von Schaderregern oder die Optimierung der Bewässerungs- und Düngungsverfahren im Gartenbau sollten – auch schon aus betriebswirtschaftlicher Sicht – Selbstverständlichkeiten sein. Warum bei der Tierhaltung (ein wichtiges Feld im Zusammenhang mit dem Klimawandel!) nur die Schweinehaltung aufgeführt wird, ist nicht nachvollziehbar. Auch bei der Geflügelhaltung beispielsweise gibt es einige offene Flanken (Stallklima, Krankheitsanfälligkeit).

Ein nicht unbedeutender Aspekt des Klimaschutzes und der der Klimawandelanpassung ist der Anbau von Biomasse für eine energetische Verwertung, sei es in Form von Kurzumtriebsplantagen, Graskulturen (z. B. von *Miscanthus*), Ölpflanzenkulturen, Staudenmischungen u.a. Kulturen mit einer günstigen Ökobilanz sollten unter Einbeziehung verschiedener Aspekte (z. B. Wirkung auf Grundwasser und Oberflächengewässer, Effekte für Blütenbesucher).

Die meisten Maßnahmen im Handlungsfeld Landbewirtschaftung müssen mit Anreizen gekoppelt sein.

Das Handlungsfeld Landwirtschaft bietet sehr viele Querverbindungen zu den Fragen des Wasserhaushalts und der Wasserwirtschaft, sei es bezogen auf die Nutzung direkt (Stichwort Gewässerrandstreifen) oder aber auf stoffliche Prozesse (Erosion, Austräge in das Grundwasser und Oberflächengewässer).

Handlungsfeld Boden

Hier wird etwas – vor dem Hintergrund einer utilitaristischen Wertehaltung (Stichwort Flurbilanz) – zu stark auf die Leistungsfähigkeit der Böden abgehoben. Weniger leistungsfähige Böden sind nicht weniger funktionserfüllend und erhaltenswert, sind sie doch oftmals die Standorte von schützenswerten Lebensgemeinschaften (Magerrasen, begleitflorareiche Äcker), also naturschutzfachlich relevant.

Die „verstärkte Innenentwicklung“ ist eine alte Forderung, die jedoch differenziert betrachtet werden muss, kann sie doch mit der ebenfalls nicht minder wichtigen Freiraum- und Grünflächenvorsorge kollidieren.

Das Handlungsfeld Boden ist relativ schwach mit Maßnahmen abgedeckt. Dies erscheint nicht weiter verwunderlich, da Boden immer im Zusammenhang mit der Landnutzung betrachtet werden muss, also auch bei den Landnutzungen auftaucht. Wichtige Maßnahmen in diesem Zusammenhang sind u. a. schonende Bodenbearbeitung, Humuspflege und -anreicherung (Humus als C-Speicher; im Wald auch über Totholz!), Erhaltung und Wiederherstellung einer guten Bodenstruktur (z. B. wichtig für Fähigkeit, bei Starkniederschlägen das Regenwasser aufzunehmen, aber auch für das Bodenleben).

Handlungsfeld Naturschutz und Biodiversität

Es ist absolut richtig, den Populations- und den genetischen Aspekt der Artenvielfalt sowie die Standortvielfalt in den Vordergrund zu stellen. Ergänzt werden müsste dies um die Vielfalt an Habitaten. Man könnte hier auch den Begriff der Geodiversität verwenden.

Die Einzelmaßnahmen im ersten Block sind wiederum recht allgemein formuliert und umschreiben einige Aufgaben, die auch ohne Klimawandelanpassung von hoher Relevanz sind und angegangen werden müssten. Den Klimawandel als Gefährdungsfaktor zu nennen, ist prinzipiell sinnvoll, doch gibt es sicherlich in den wenigsten Fällen monokausale Beziehungen zwischen dem Rückgang von Arten/Populationen und dem Klimawandel. Nahezu jeder Quadratmeter in unseren Landschaften ist durch Nutzungseinflüsse direkt oder indirekt und meist auch anhaltend beeinflusst. Die Dringlichkeit einer „Schutzverantwortung bei neu einwandernden Arten“ erschließt sich nicht zwingend. Ich würde diesen Punkt mit dieser Begründung weniger Priorität sehen. Im zweiten Block werden sehr wichtige Aspekte und Maßnahmen angesprochen, wie etwa die Regenerierung von Moorflächen, die Förderung der Retention oder die Wiederherstellung funktionsfähiger Auen. Die Erstellung einer Feuchtgebietskonzeption ist gut und richtig und muss primär eine hydrogeologische und bodenkundliche Grundlage besitzen, um nicht nur den Status quo, sondern auch die Potenziale beurteilen zu können. Was die „ökologischen Flutungen“ angeht, so sollte das nicht so pauschal als Maßnahme stehen bleiben. Bei vielen Fließgewässern reicht es aus,

die Sohle anzuheben, um damit die Überflutungshäufigkeit der Aue zu erhöhen. „Ökologische Flutungen“ sind allenfalls dort angebracht, wo Retentionspolder angelegt werden.

Nicht *expressis verbis* genannt ist die Bepflanzung der Gewässerufer, zum Beispiel auf den Gewässerrandstreifen. Die Gehölze tragen ganz erheblich zu einem ausgeglicheneren Temperatur- und Sauerstoffhaushalt bei, was gerade in Zeiten mit Niedrigwasserabfluss der aquatischen Lebewelt zugute kommt.

Von herausragender Bedeutung sind alle Maßnahmen, die die Konnektivität der Landschaft verbessern. Dies kommt zu Recht in mehreren Maßnahmenpaketen zum Ausdruck.

Die Förderung von bestimmten Wald-Lebensraumtypen (man könnte das Spektrum noch erweitern) und die Umsetzung der Alt- und Totholzkonzepts muss auch, da es sich nicht per se um Waldformen in Schutzgebieten handelt, beim Handlungsfeld Wald- und Forstwirtschaft auftauchen.

In den Maßnahmenkatalog aufgenommen werden könnten noch der besondere Schutz von Lebensräumen mit langer Biotoptradition, das Anlegen von Dauerbrachen als Verbundstrukturen, Wildnisinseln und Trittsteine sowie die Erhaltung und die Anlage von linearen und punktuellen Kleinstrukturen.

Handlungsfeld Wasserhaushalt

Die Aussagen zu diesem Feld sind überwiegend sehr konkret. Es gibt zahlreiche Querverbindungen zu anderen Handlungsfeldern. *Expressis verbis* genannt werden sollten bei „Gewässerökologie“ die Gewässerrandstreifen, die in mehrfacher Hinsicht große Potenziale bieten. Beim Thema Hochwasserschutz sollte deutlich unterschieden werden zwischen aktiven (z. B. gesteuerte Rückhaltebecken) und passiven (Gewinnung von Retentionsräumen) Hochwasserschutzmaßnahmen. Planung, Verfahren, Kosten und Wirkungen unterscheiden sich erheblich.

Sehr wichtig sind bei „Monitoring“ die Hinweise auf die notwendige Verdichtung der Datenerhebung, die ja Voraussetzung für die Anwendung von angepassten Maßnahmen sind. Unbedingt umzusetzen ist daher der Ausbau der Messstellendichte (größere und kleinere Fließgewässer, Grundwasser, Bodensee, evtl. auch ein paar große Baggerseen in verschiedenen Regionen).

Bei diesem Handlungsfeld wird zum ersten Mal das Thema Beteiligung und Information angesprochen. Dies ist extrem wichtig und muss auch in den anderen Handlungsfeldern eine Rolle spielen. Möglicherweise können aus dem Jagst-Programm interessante Schlüsse gezogen werden. Bei der Kommunikation, bei Information und Beratung könnten die Gewässernachbarschaften der WBW-Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH flächendeckend Aufgaben übernehmen.

Handlungsfeld Tourismus

Dieses Feld besitzt einen anderen Charakter als alle anderen, weil es kaum auf Restriktion und Einschränkung oder Wiederherstellung ausgerichtet ist, sondern ganz stark auf Wachstum, Nischensuche, damit Inanspruchnahme von Natur und Landschaft, und technische Lösungen. Die meisten Maßnahmen sind aus Sicht der Tourismusbranche und deren enormer wirtschaftlicher Bedeutung plausibel und auch wünschenswert. Bei manchen Maßnahmen müssen jedoch kritische

Grenzen und Konfliktfelder aufgezeigt werden, etwa wenn es darum geht, den Strand- und Bade-tourismus „mit Umlenkung von Reiseströmen aus dem Mittelmeergebiet“ auszubauen, dies ange-sichts der heute schon starken Belastung von Gewässerrändern und der zunehmenden Inan-spruchnahme von kleineren Fließgewässern für die Erholung, dann die Beschneidung in Winter-sportgebieten zu intensivieren oder die Nordic Sports saisonunabhängig zu entwickeln. Auch ist immer wieder zu betonen, dass sich die Wintersportaktivitäten immer stärker auf die höheren Lagen des Schwarzwaldes konzentrieren. Die infrastrukturellen Anforderungen sind enorm hoch. Daher müssen die genannten Maßnahmen in einer gewissen Hierarchie gesehen werden: Zuerst müssen die Fragen der Tragfähigkeit der Landschaft geprüft werden, dann die der verkehrlichen Anbindung und Erschließung sowie der Infrastruktur.

Handlungsfeld Gesundheit

Bei diesem Feld spielen Information und Aufklärung eine dominante Rolle. Dies kommt bei den Maßnahmenvorschlägen gut zum Ausdruck. Andere Vorschläge wiederum scheinen sehr speziell zu sein, bzw. Aufgaben zu benennen, die ohnehin anzugehen sind, wie etwa das Naevi-Screening. Bei allen Handlungsfeldern gibt es sicherlich noch Bedarf an Forschung. Aus guten Gründen sind bei den anderen Feldern keine spezifischen Forschungsthemen erwähnt worden, wohl aber bei der Gesundheit, dies sogar verbunden mit einem Appell an das für die Hochschulen verantwortlichen Ministeriums. Es ist jedoch nicht Aufgabe eines Klimawandelanpassungskatalogs, Forschungs-themen zu formulieren.

Gut wäre es, bei diesem Feld Verbindungen zur Stadt- und Raumplanung herzustellen, und zwar hinsichtlich der Verbesserung Klimas in den dichter besiedelten Gebieten durch Grünflächen, Parke, Bäume sowie Fließ- und Stillgewässer.

Handlungsfeld Stadt- und Raumplanung

Dieses Feld hat einen starken integrierenden und auch vorbeugenden Charakter. Planung auf den verschiedenen Ebene schafft vielfach erst die Voraussetzungen für Maßnahmen, dies gekoppelt mit anspruchsvollen Beteiligungs- und Mitwirkungsverfahren. Dies sollte entsprechend herausge-hoben werden. Alle genannten Maßnahmen sind wichtig. Es fehlt jedoch eine klare Aussage dazu, dass das Instrument der Landschaftsplanung obligatorisch dazu genutzt werden sollte, die Klima-wandelanpassung planerisch zu berücksichtigen. Hierzu liegt eine im Rahmen von KLIMOPASS erstellte Studie im Rems-Einzugsgebiet vor, die in vielen Teilen beispielhaft und übertragbar ist (siehe dazu: Kommunale Klimaanpassung durch die Landschaftsplanung. Ein Leitfadens, von A. May, P. Arndt, L. Radtke, S. Heiland, Stuttgart 2016). Folgende Schritte seien zu gehen (S. 15f):

- Ermittlung bereits vorliegender Untersuchungen und Aktivitäten zu Ausprägung und Auswirkungen des Klimawandels sowie zu Klimaschutz und Klimaanpassung für Baden-Württemberg, die Region und/oder die Gemeinde
- Aufbereitung vorhandener Klimaprojektionen für das Planungsgebiet, wobei auf-grund der Unsicherheiten aller Projektionen Tendenzaussagen bzw. „Ensem-bleauswertungen“ in der Regel ausreichend sind

- Ermittlung der potenziellen Auswirkungen klimatischer Veränderungen auf Schutzgüter und Land-/Flächennutzungen
- Ermittlung der vom Klimawandel besonders betroffenen Räume und Schutzgüter, u. a. mit Hilfe von Betroffenheits- oder Vulnerabilitätsabschätzungen oder -analysen
- (Stärkere) Berücksichtigung der Siedlungsbereiche und der menschlichen Gesundheit; u. a. aufgrund der Zunahme des städtischen Wärmeineffekts und daraus resultierender Gesundheitsfolgen
- Ermittlung kumulativer Umweltwirkungen des Klimawandels im Wechselspiel mit Land- bzw. Flächennutzungen
- Ermittlung der Bedeutung von Flächen und Land-/Flächennutzungen für die Freisetzung bzw. die Speicherung von Treibhausgasen
- Ermittlung natur- und landschaftsgerechter Standortpotenziale für die Nutzung regenerativer Energien
- Ableitung von Zielen und Maßnahmen zur Verbesserung der Treibhausgasbilanz (Verringerung von Emissionen, Erhaltung bzw. Verbesserung der Treibhausgas-speicher- bzw. -senkenfunktion von Flächen)
- Ableitung von Zielen und Maßnahmen zur Minderung potenzieller negativer Auswirkungen des Klimawandels auf die Schutzgüter der Landschaftsplanung
- Abwägung zwischen konfligierenden Zielen (und Maßnahmen) zu Klimaschutz und Klimaanpassung einerseits, weiterer Ziele des Naturschutzes und der Landschaftsplanung andererseits

Es muss unterschieden werden zwischen Erholungsflächen und lokalklimatisch bedeutsamen Grünflächen; hier ist die Datenlage schlecht, doch würde es sich lohnen, die Grünflächen in, sagen wir, den 30 größten Städten Baden-Württembergs (nicht nur Großstädte) quantitativ zu erheben und deren Entwicklung weiterzuerfolgen. Die Bedeutung von Bäumen in den verdichteten Siedlungsgebieten (Evapotranspiration, Schatten, Filterwirkung) sollte expressis angesprochen werden, um damit dem Stadtbaum zu einer gewissen Renaissance zu verhelfen.

Handlungsfeld Wirtschaft und Energiewirtschaft

Den wenigen Maßnahmenvorschlägen kann insofern zugestimmt werden, als die Schaffung von Voraussetzungen (Verbesserung der Datenlage) und die Kommunikation in den Vordergrund gestellt werden.

5.3 Vorschlag für eine neue Gliederung der Handlungsfelder

Es wäre für eine zu überarbeitende Anpassungsstrategie und die künftigen Monitoringberichte zu überlegen, eine Neuordnung der Handlungsfelder vorzunehmen. Boden und Wasserhaushalt bilden ökosystemare Voraussetzungen für alle Landnutzungsformen und für den Naturschutz, aber auch für Tourismus und Energiewirtschaft, die ja allesamt im Gegensatz zu Wasser und Boden abgeleitete Größen sind. Denkbar wäre sogar, die Biodiversität als gleichsam neutrale Größe auf

die gleiche Ebene wie Wasser und Boden zu stellen. Abgeleitete Handlungsfelder wären dann Naturschutz und Wasserwirtschaft. Dies hieße für die Anordnung der Handlungsfelder:

- (1) Wasserhaushalt,
- (2) Boden,
- (3) Biodiversität,
- (4) Wald- und Forstwirtschaft,
- (5) Landwirtschaft,
- (6) Wasserwirtschaft,
- (7) Naturschutz,
- (8) Gesundheit,
- (9) Wirtschaft und Energiewirtschaft,
- (10) Tourismus,
- (11) Stadt- und Raumplanung.

Noch konsequenter wäre es allerdings, Wasserhaushalt, Boden und Biodiversität aus den Handlungsfeldern herauszunehmen und in einem eigenen Abschnitt hinter die Klimaprojektionen zu stellen, dem entsprechend bei den Handlungsfeldern, die mit Maßnahmen belegt sind, mit der Wald- und Forstwirtschaft zu beginnen.

Ein weiterer Vorschlag ist, eine sinnvolle Auswahl von phänologischen Daten auf die Ebene mit Wasserhaushalt, Boden und Biodiversität zu stellen. Damit wäre ein primärer Wirkrahmen abgedeckt.

Es wurde oben mehrfach angedeutet, dass die Handlungsfelder in vielfacher Weise miteinander verknüpft sind und zum Teil auch starke Abhängigkeiten vorhanden sind. Dem entsprechend sind auch die Indikatoren keine diskreten Größen. Mein Vorschlag ist, analog zu dem Leitfaden „Kommunale Klimaanpassung durch die Landschaftsplanung“ von A. May, P. Arndt, L. Radtke & S. Heiland von 2016 eine Matrix zu erstellen, die die Querverbindungen übersichtlich vermitteln kann.

6. Bewertung und Weiterentwicklung des Monitorings

Zunächst: Die Indikatoren wurden in einem komplexen Prozess nach plausiblen Kriterien ausgewählt. Manche Handlungsfelder sind jedoch noch suboptimal mit Indikatoren erfasst. Es ist daher sinnvoll, nach wie vor über weitere Indikatoren nachzudenken, auch mit dem Hintergedanken, Statistiken und Messreihen im Zuge des Monitorings neu aufzubauen.

Das Monitoring zur Klimawandelanpassung sollte so weit wie möglich kombiniert werden mit einem umfassenden Monitoring, welches zumindest neben dem Klima die Oberflächengewässer, das Grundwasser, den Boden, die Landwirtschafts- und die Waldflächen sowie Aspekte der Biodiversität und des Naturschutzes umfasst. Die Umsetzung der Naturschutzstrategie und die Wald-

naturschutzstrategie erfordert ebenfalls ein Monitoring, so dass sich hier Synergieeffekte ergeben würden.

Einflusskaskaden sind, oben bereits angedeutet, streng zu berücksichtigen. Bedeutende Einflussfaktoren sind zum Beispiel regelmäßige forstliche Eingriffe, Entwässerung im Wald und auf landwirtschaftlichen Flächen, Zerfall von Entwässerungsanlagen, Züchtungsfortschritte, Kulturpflege, Bodenbearbeitung, die klimaunabhängige Ausbreitungsdynamik von (neobiotischen) Arten oder aber beispielsweise der demografische Wandel, verbunden mit einem höheren Anteil älterer Menschen, die ein anderes Freizeit- und Urlaubsverhalten haben als Jüngere. Zu diesen Faktoren gehören auch die Wirkungen der Gemeinsamen Agrarpolitik, von Strukturprogrammen und der Förderpolitik des Bundes und der Länder, Vorgaben für die Tierhaltung, forstpolitische Vorgaben (z. B. Waldumbau).

Es sollte mittelfristig möglich sein, alle Handlungsfelder mit einer ähnlichen Anzahl von Indikatoren zu belegen. Ein Manko bei einigen Handlungsfeldern ist die geringe Anzahl oder das Nichtvorhandensein von R-Indikatoren. Es ist die Frage, ob es nicht gerade bei diesen Indikatoren sinnvoll wäre, im weitesten Sinn soziale Aspekte mitaufzunehmen, um beispielsweise die Wahrnehmung und Einschätzung von Prozessen oder die Anpassungsbereitschaft, insgesamt einen möglichen Wertewandel zu erfassen und herauszufinden, an welchen Referenzen sich die Gesellschaft jeweils orientiert und ob sich diese verschieben. Solche Indikatoren können nur über Befragungen mit Inhalt gefüllt werden. Sie könnten alle drei oder auch alle sechs Jahre gemacht werden, um im Rhythmus der Monitoring-Berichterstattung zu bleiben.

Vorschläge zum Indikatorenset (unter Berücksichtigung einer Neuordnung der Handlungsfelder):

Wasserhaushalt (neu platziert)

Indikatoren I-WH-1 bis 4, bei 1 bis 3 mit Schwerpunkt auf Pegelmessungen

Biodiversität (neu platziert)

Neu I – Arealverschiebungen bei Wildpflanzen (reliktische Arten, Arten mit azonaler und extrazonaler Verbreitung)

Neu I – Ausbreitung wärmeliebender Arten, z. B. vom Bienenfresser (Einbindung von ehrenamtlichen Ornithologen möglich, Daten evtl. leichter zu erheben als von Insekten)

Neu I – Entwicklung der Fläche azonaler und extrazonaler Vegetationsformen, zu sehen u.a. in Verbindung mit einem angedachten Feuchtgebietskataster
Neu I – Änderung der Verbreitung von reliktischen (z. B. Eiszeitrelikte) und kaltstenothermen Arten (z. B. Bachforelle)

Neu I – Verbreitung wärmeliebender Gehölzarten in Prozessschutzgebieten (Bannwälder, Kernzonen des Nationalparks und der Biosphärengebiete), darunter auch neophytische Arten wie z. B. der Götterbaum und die Robinie

Wald- und Forstwirtschaft

Neu I – Umfang außerplanmäßiger Nutzung (Fläche und/oder Mengen)

Neu R – Etablierung von Auenwäldern

Neu R – Bannwaldfläche und deren Verteilung

Landwirtschaft

Neu R – Anträge auf Beregnung oder

Neu R – Umfang der beregneten Flächen

Bei R-LW-1 Anbau wärmeliebender Ackerkulturen sollte auch die Trockenheitsverträglichkeit berücksichtigt werden.

Naturschutz

Neu I – Arealverschiebungen bei Wildpflanzen (reliktische Arten, Arten mit azonaler und extrazonaler Verbreitung) – könnte zu Neu: Biodiversität gestellt werden (siehe oben)

Neu I – Ausbreitung wärmeliebender Arten, z. B. vom Bienenfresser (Einbindung von ehrenamtlichen Ornithologen möglich, Daten evtl. leichter zu erheben als von Insekten) – könnte zu Neu: Biodiversität gestellt werden (siehe oben)

Neu I – Entwicklung der Fläche azonaler und extrazonaler Vegetationsformen, zu sehen u.a. in Verbindung mit einem angedachten Feuchtgebietskataster – könnte zu Neu: Biodiversität gestellt werden (siehe oben)

Neu I – Änderung der Verbreitung von reliktischen (z. B. Eiszeitrelikte) und kaltstenothermen Arten (z. B. Bachforelle) – könnte zu Neu: Biodiversität gestellt werden (siehe oben)

Neu R – Verbesserung der Gewässerstruktur

Wasserhaushalt, evtl. hier neu „Wasserwirtschaft“

Neu I – Häufigkeit und Intensität von Starkniederschlägen – könnte zu Neu: Wasserhaushalt gestellt werden (siehe oben)

Neu R – Gewinnung von Retentionsräumen (evtl. anstatt R-WH-2 Investitionen in den Hochwasserschutz), hätte auch Naturschutzwirkung (R)

Neu R – Etablierung von Auenwäldern (Beschattung, Temperaturwirkung)

Neu R – Umstellung von dezentraler auf zentrale Trinkwasserversorgung

Boden

Neu R – Fläche der vernässten Moorböden

Neu R – Zielerfüllung des Moorschutzprogramms

Tourismus

Die Indikatoren für das Handlungsfeld Tourismus sind eher etwas weich. Gute Indikatoren sind zugegebenermaßen auch nur schwer identifizierbar. Bekanntermaßen werden Übernachtungen statistisch erst ab einer bestimmten Größe der Beherbergungsbetriebe erfasst, was zu einer starken Unterschätzung der Zahlen führen kann, die wiederum Gegenstand zweier Indikatoren sind. Entscheidend für das touristische Verhalten ist auch das Mobilitätsangebot, das das Besucherverhalten

ten relativ schnell verändern kann. Nach meinem Dafürhalten kommt das Handlungsfeld nicht ohne regelmäßige, zum Beispiel alle fünf Jahre durchzuführenden Befragungen aus.

Neu I oder R – Tage mit Liftbetrieb und deren räumliche Verteilung

Gesundheit

Die Eignung von Ambrosia als Indikator für gesundheitliche Beeinträchtigung ist etwas fraglich, da das bisherige Monitoring lückenhaft ist und die Art auch regional und lokal bekämpft wird, was das Bild verfälscht. Die Ausbreitung von Ambrosia dürfte auch nicht primär klimabedingt sein. Die allgemeine allergene Belastung durch Pollen korreliert sehr gut mit den phänologischen Befunden (siehe oben), so dass sich hieraus Schlüsse ziehen ließen, ohne einzelne Pflanzen zu betrachten.

Stadt- und Raumplanung

Wie oben bereits angedeutet, muss zwischen Erholungsfläche (Indikator R-SR-1) und klimatisch wirksamen Freiraum-, Grünflächen, Parkanlagen, Friedhöfe, Alleen, Kleingartenanlagen unterschieden werden. „Erholungsfläche“ ist im Grunde kein Begriff, der sich zur Indikation von Klimawandelanpassung eignet.

Neu R – Schaffung versickerungsfähiger Flächen, auch aktiv über Rigole, Brunnen, Mulden

Neu R – Entwicklung der Anzahl der Stadtbäume

Neu R – Schaffung von offenen Wasserflächen (müsste für eine bestimmte Anzahl von Städten und Gemeinden spezifiziert werden)

Neu R – Anzahl der Landschaftspläne, die die Klimawandelanpassung berücksichtigen

Wirtschaft und Energiewirtschaft

Hier ist es nicht einfach, geeignete Indikatoren zu finden, weil „Wirtschaft und Energiewirtschaft“ hochkomplexe Gebiete sind. Die im Monitoringbericht genannten Indikatoren I-WE-2 und -3 sind problematisch, da sie zum einen nicht unabhängig voneinander sind und zum anderen die Energiewirtschaft schon allein vor dem Hintergrund gesetzlicher Verpflichtungen auch weiterhin alles tun wird, das Stromnetz noch sicherer zu machen. Der Indikator R-WE-1 ist kaum direkt mit Klimawandelanpassung in Verbindung zu bringen. Eine Reduzierung des Wasserverbrauchs in der Industrie ist seit Jahren im Gange, und zwar – trotz recht stabiler Preise – aus Kostengründen und auf Grund technischer Innovationen.

Neu I – Ausfallzeiten bei ausgewählten Wasserkraftanlagen

Klimaschutz und Klimawandelanpassung müssen Hand in Hand gehen; auf beiden Feldern werden sich vor dem Hintergrund verbesserter oder anderer Klimaprojektionen, aber evtl. auch anderer normativer Rahmenbedingungen neue oder zumindest modifizierte Handlungsfelder ergeben.

7. KLIMOPASS-Weiterentwicklung

In den verwendeten Unterlagen werden an mehreren Stellen zu bearbeitende Forschungsthemen genannt. Diese zu bearbeiten, müsste die Aufgabe kommender Klimopass-Projekte sein. Ohne die ganze Bandbreite der bereits geförderten Vorhaben zu kennen, seien ein paar Themen genannt. Diese korrespondieren natürlich zu einem erheblichen Maß mit dem Erfahrungshorizont des Verfassers:

- (1) Konzipierung eines umfassenden, durchlässigen Monitoringsystems, mit dem nicht nur Aspekte des Klimawandels und der Klimawandelanpassung abgedeckt werden,
- (2) Unterstützung der Bestrebungen, eine verbesserte Konnektivität (Biotopverbund) in der Landschaft herzustellen,
- (3) kofinanzierte Übertragung der im Rems-Einzugsgebiet gesammelten Erfahrungen zur Integration von Klimawandelanpassung in die Landschaftsplanung auf weitere Gebiete (mit anderen Rahmenbedingungen),
- (4) Abschätzung und Untersuchung der Potenziale von Verkehrssicherungshieben entlang von Straßen für den Biotopverbund,
- (5) Identifizierung von wieder überflutungsfähigen, heute reliktschen Auenflächen entlang kleinerer Fließgewässer,
- (6) Ökobilanz von Beschneiungsanlagen,
- (7) Modelluntersuchungen zu einer umwelt- und klimagerechten Mobilität in den zwei Biosphärengebieten Baden-Württembergs (dies auch vor dem Hintergrund der neuesten Zahlen zu den Pendlern im Land),
- (8) Optimierungsmöglichkeiten für dezentrale Trinkwasserversorgungen,
- (9) Erhebung von klimarelevanten Grünflächen und deren Qualität in Städten und Gemeinden von Baden-Württemberg, insbesondere in solchen, die einem großen Bbauungsdruck unterworfen sind. Diese Städte und Gemeinden könnten dann Bestandteil des Monitorings sein,
- (10) Erhebung der Potenziale zur Entdolung von Fließgewässern in Städten und Gemeinden; dies verbunden mit einem anschließenden Anreizprogramm, die Gewässer wieder an die Oberfläche zu holen,
- (11) Erstellung eines Feuchtgebietskatasters für das ganze Land, inklusive einer Würdigung und Beurteilung der Wasserhaushaltssituation.

8. Kurze Gesamtbeurteilung

Die an der Erstellung des Monitoring-Berichts beteiligten Fachleute haben eine sehr gute Arbeit geleistet. Die Datenbasis ist bei allen betrachteten Sektoren (Klimaprojektionen und deren Grundlagen, Handlungsfelder, Maßnahmen, Indikatoren) recht breit und genügt höchsten Ansprüchen, beziehungsweise folgt neuesten Erkenntnissen. Das Vorgehen – Festlegen der Handlungsfelder, Auswahl relevanter und überprüfbarer Maßnahmen, Auswahl der Indikatoren, Prü-

fung der Indikatoren – wird absolut transparent vermittelt. Die Vermittlung von Inhalten und Vorschlägen im Berichtsentwurf ist gut. Der endgültige Bericht kann noch besser sein. Es ist zu wünschen, dass einige der in dieser Stellungnahme gemachten Vorschläge zu einer Optimierung des Berichts übernommen werden können.

IMPRESSUM

Geschäftsstelle Nachhaltigkeitsstrategie Baden-Württemberg

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft

Baden-Württemberg

Kernerplatz 9

70182 Stuttgart

Telefon: 0711 126-2941

Telefax: 0711 126-2881

nachhaltigkeitsstrategie@um.bwl.de