

# **Mögliche Konsequenzen des Klimawandels für den Ländlichen Raum in Baden-Württemberg sowie Handlungs- und Anpassungsstrategien**

Wissenschaftliche Studie im Auftrag und in Zusammenarbeit mit dem  
Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg

(Modellvorhaben im Ländlichen Raum, Projekt-Nr. 408)

## **Zusammenfassung**

erstellt durch die

Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg (HFR)

Prof. Dr. Heidi Megerle (Projektleitung)

Dipl. Geogr. Simon Früh

Rottenburg, März 2013

## **Hintergrund der Studie**

Baden-Württemberg gehört zu den vom Klimawandel am stärksten betroffenen Gebieten Deutschlands. So sind die durchschnittlichen Temperaturen hier seit Beginn des 20. Jahrhunderts überdurchschnittlich stark angestiegen und auch zukünftig wird eine besonders starke Erwärmung im Südwesten Deutschlands erwartet. Gleichzeitig verschieben sich die Niederschläge zunehmend vom Sommer- ins Winterhalbjahr. Bei den Niederschlägen im Winter wird dabei wiederum für Baden-Württemberg mit deutlich größeren Zunahmen gerechnet als im bundesweiten Durchschnitt. Die Niederschläge werden voraussichtlich auch weit häufiger als Starkregen fallen, welcher ein hohes Schadenspotenzial birgt.

Für Baden-Württemberg liegen bereits umfangreiche Untersuchungen zu den Auswirkungen des Klimawandels vor, welche in verschiedenen Forschungsprojekten bspw. im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg durchgeführt wurden und werden. Die bisher vorliegenden Studien und Gutachten arbeiten zwar die Bedeutung des Klimawandels für einzelne Sektoren/Bereiche (Landwirtschaft, Wasserwirtschaft u.a.) auf verschiedenen Verwaltungsebenen oder auf der Ebene von Regionen heraus, eine regionale Fokussierung auf eine Raumkategorie ist bislang jedoch nicht erfolgt. Im Auftrag des Ministeriums für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg liegt hiermit eine Studie vor, durch die diese Lücke für die Raumkategorie Ländlicher Raum ein Stück weit geschlossen werden soll.

Ländliche Räume sind aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften und Funktionen in erheblichem Maße und in vielfältiger Weise direkt und indirekt von den Folgen des Klimawandels betroffen. Zu nennen sind beispielsweise die land- und forstwirtschaftliche Nutzung, durch die der Ländliche Raum auch heute noch stark geprägt wird, die Tourismusbranche sowie die Wasserwirtschaft. Zusätzlich werden zukünftig durch erforderliche Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel, wie z.B. die Freihaltung von Retentionsflächen zur Vorbeugung von Hochwasserschäden sowie durch Klimaschutzmaßnahmen, wie der Ausbau der erneuerbaren Energien, erhebliche Flächen durch den Ländlichen Raum bereitgestellt werden müssen.

Die Studie wurde im Rahmen der Modellvorhaben im Ländlichen Raum angefertigt und diente gleichzeitig der Förderung von Nachwuchswissenschaftlern an Hochschulen, welche für aktuelle Themen des Ländlichen Raums motiviert werden sollen. Sie ist insofern nicht gleichzusetzen mit detaillierten Fachgutachten renommierter Wissenschaftler. Der Anspruch der Studie ist es vielmehr, einen querschnittsbezogenen Überblick über die denkbaren Auswirkungen des Klimawandels zu geben. Durch die Betrachtung dreier repräsentativer Modellgebiete konnten jedoch auch konkrete Empfindlichkeiten lokalisiert und Maßnahmenempfehlungen abgeleitet werden.

## **Ziel und Methodik**

Der Anspruch der vorliegenden Studie ist es, eine Regionalisierung der prognostizierten Klimaänderungen auf den Ländlichen Raum in Baden-Württemberg vorzunehmen. Damit soll herausgefunden werden, in welchen Bereichen speziell der Ländliche Raum besonders anfällig ist, um auf der Grundlage dieser Erkenntnisse Maßnahmenempfehlungen abzuleiten. Zur Abschätzung der Anfälligkeit des Ländlichen Raums gegenüber den Folgen des Klimawandels wird neben den zu erwartenden Änderungen der einzelnen Klimaelemente untersucht, wie empfindlich die für den Ländlichen Raum besonders relevanten Bereiche Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft und Tourismus voraussichtlich auf die zu erwartenden Klimaänderungen reagieren, womit ein querschnittbezogener

Überblick über die möglichen Folgen des Klimawandels für den Ländlichen Raum gewährleistet sein soll. Zusätzlich zur Untersuchung der direkten Auswirkungen des Klimawandels auf die o.g. Bereiche wird der zunehmende Ausbau der erneuerbaren Energien thematisiert, da dieser unter anderem mit dem Ziel zusammenhängt, die CO<sub>2</sub>-Emissionen konventioneller Energieträger zu begrenzen, womit der Ausbau erneuerbarer Energien als indirekte Folge des Klimawandels betrachtet werden kann. Soweit die entsprechenden Daten verfügbar waren, werden die Untersuchungen für die einzelnen Bereiche explizit auf die Raumkategorien „Ländlicher Raum i.e.S.“ und „Verdichtungsgebiete im Ländlichen Raum“ nach dem Landesentwicklungsplan Baden-Württemberg (LEP 2002) und auf ein Zeitfenster von heute bis ins Jahr 2050 bezogen.

Da jedoch eine pauschalisierte Abschätzung der Klimasensitivität für die Gesamtfläche des Ländlichen Raums Baden-Württembergs den kleinräumig sehr unterschiedlichen naturräumlichen und sozioökonomischen Ausgangsbedingungen kaum gerecht werden kann, und wegen des Problems der Datenverfügbarkeit sowie der administrativen Abgrenzung, werden detailliertere Untersuchungen zur Empfindlichkeit der o.g. Bereiche anhand der drei sich vollständig im Ländlichen Raum befindlichen Modell-Landkreise Rottweil, Sigmaringen und Main-Tauber-Kreis, welche sich zudem durch ihre unterschiedlichen Naturräume und sozioökonomischen Ausgangsbedingungen unterscheiden, durchgeführt. Methodisch kamen Literaturrecherchen sowie eigene statistische und kartographische Auswertungen anhand von Daten des Statistischen Landesamts, des Landesamts für Geoinformation und Landentwicklung, der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, des Geoportals Raumordnung Baden-Württemberg, des Landesamts für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg sowie des Deutschen Wetterdienstes zum Einsatz. Ergänzend zu den eigenen Recherchen und Analysen sollte durch persönliche Interviews sowie durch einen Fragebogen ermittelt werden, wie das Thema „Klimawandel und Ländlicher Raum“ von den verschiedenen Akteuren der Modell-Landkreise wahrgenommen wird, welche Nutzungskonflikte erwartet werden und ob bereits Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel durchgeführt wurden, werden oder geplant sind. Dabei wurden neben sämtlichen Bürgermeistern der den drei Modell-Landkreisen zugehörigen Gemeinden u.a. verschiedene Ämter innerhalb der Landratsämter, aber auch die Naturschutzverbände, Kreisbauernverbände, Regionalverbände und Energieagenturen befragt.

## **Ergebnisse**

Es werden nachfolgend pro Bereich zunächst die wesentlichen allgemeinen Erkenntnisse, bezogen auf das gesamte Gebiet des Ländlichen Raums, dargestellt. Danach folgt jeweils eine kurze Beschreibung der Untersuchungsergebnisse für die Modell-Landkreise.

### Landwirtschaft und Klimawandel im Ländlichen Raum

Der Ländliche Raum in Baden-Württemberg ist in hohem Maße von der landwirtschaftlichen Nutzung geprägt. Auch wenn die Landwirtschaft nur einen sehr geringen Anteil an der Bruttowertschöpfung des Ländlichen Raums hat, so trägt sie einen wesentlichen Beitrag zur Erhaltung und Pflege der Kulturlandschaft, zum Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen und zur Sicherung der ökologischen Ausgleichsfunktionen von Freiräumen bei. Dabei ist die Landwirtschaft unmittelbar klimatischen Einflüssen ausgesetzt und auch von diesen abhängig, wodurch sich der Klimawandel direkt auf sie auswirken wird.

### *Allgemeine Ergebnisse*

Insgesamt ist festzuhalten, dass die negativen Folgen des Klimawandels für die Landwirtschaft voraussichtlich die positiven übertreffen werden. Zwar könnte etwa der CO<sub>2</sub>-Düngungseffekt zu einer Zunahme der Erträge, gleichzeitig jedoch auch zu einer Abnahme der Qualität der Ernteprodukte führen. Die Zunahme der Temperaturen könnte weiterhin zu einer Expansion der für Sonderkulturen geeigneten Gebiete (z.B. Wein, Obst) führen, auf der anderen Seite könnten höhere Temperaturen und die Abnahme von Frosttagen die Zunahme von Pflanzenkrankheiten und Schadorganismen sowie Bodenerosion und Rückgänge bei den Ernteerträgen auslösen. Zusätzlich könnte sich die Verschiebung der Niederschläge vom Sommer in den Winter und das verstärkte Auftreten von Starkniederschlägen, wodurch erhebliche Ernteschäden (z.B. durch Trockenstress und Hagelschlag) einhergehen, auf die Ertragsicherheit landwirtschaftlicher Betriebe und somit auf deren Investitions- und Planungssicherheit auswirken.

Es wird außerdem deutlich, dass die Landwirtschaft durch eigene Emissionen (u.a. Landnutzungsänderungen, Energieaufwand im Betrieb) selbst wesentlich zum Klimawandel beiträgt. Dadurch besitzt die Landwirtschaft aber auch ein großes Potenzial zur Minderung von Treibhausgasemissionen. Für die Schaffung geeigneter Anreize bspw. zur Vermeidung von Grünlandumbruch und zur Anwendung bodenschonender Bewirtschaftungsmethoden ist die Agrarpolitik zuständig. Im Rahmen des „Health Check“ der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) in der laufenden Förderperiode definierte die EU „Neue Herausforderungen“, die u.a. auch den Klimawandel beinhalten. Somit können nun auch in den Bereichen Klimaschutz und Klimaanpassung Maßnahmen gefördert werden.

Nach den Legislativvorschlägen der Europäischen Kommission für die GAP für die kommende Förderperiode muss die Bekämpfung des Klimawandels zu den sechs Prioritäten der Politik zur Entwicklung des Ländlichen Raums zählen. Als umweltpolitisches Kernelement der Reform kann das „Greening“ der Direktzahlungen gelten, also die Koppelung von 30% der Direktzahlungen an die Einhaltung bestimmter Maßnahmen auf betrieblicher Ebene. Insgesamt kann somit davon ausgegangen werden, dass dem Klima in der zukünftigen GAP ein höherer Stellenwert beigemessen wird als bisher.

Studien zu Klimawandel-Governance schreiben der Beteiligung relevanter Partner, durch die der Stellenwert regionaler Akteursnetze gestärkt werden kann, eine besondere Bedeutung zu (BAASCH et al. 2012). Dies sollte bei der Durchführung, Begleitung und Bewertung des MEPL III (kommende Förderperiode) in jedem Fall berücksichtigt werden. Zudem sollten in den MEPL III möglichst vielfältige Förderprogramme zum Thema Klimaschutz und Klimaanpassung integriert werden, die die individuellen Bedürfnisse der Landwirte berücksichtigen.

### *Ergebnisse der Modell-Landkreise*

Gegenstand der Untersuchung ist eine Bewertung der Empfindlichkeit ackerbaulich genutzter Flächen gegenüber den prognostizierten Klimaänderungen. Dafür werden die Indikatoren natürliche Bodenerosionsgefährdung durch Wasser nach DIN 19708, Wasserverfügbarkeit für die Feldfrüchte bzw. Trockenstressgefährdung sowie Hitzegefährdung der Feldfrüchte herangezogen. Es zeigt sich, dass die Empfindlichkeit im Bereich Landwirtschaft in allen drei Landkreisen als relativ hoch einzustufen ist. Dies geht erstens aus der bereits heute vorwiegend hohen oder sehr hohen natürlichen Bodenerosionsgefährdung der Ackerflächen hervor, die in Folge zunehmender Starkniederschlagsereignisse und der Abnahme von Frosttagen zukünftig noch zunehmen wird. Zweitens besteht schon heute eine meist mittlere bis hohe Trockenstressgefährdung der Feldfrüchte, die in Verbindung mit der

erwarteten starken Zunahme des Trockenheitsindex, welcher die Zahl der Tage pro Jahr beschreibt, in denen die Vegetation unter Trockenstress steht, ebenfalls zunehmen wird. Die Hitzegefährdung der Feldfrüchte wird hingegen zumindest in den Landkreisen Rottweil und Sigmaringen gegenwärtig als sehr gering oder gering eingestuft, im Landkreis Main-Tauber-Kreis weisen die meisten Ackerflächen aber bereits eine mittlere Hitzegefährdung auf. Insgesamt weist der Landkreis Sigmaringen die geringste Empfindlichkeit auf, der Main-Tauber-Kreis die höchste.

Die Einschätzung zur Verwundbarkeit der Landwirtschaft wird durch die Ergebnisse der Befragungen bestätigt. Die Landwirtschaft wurde am häufigsten als der verwundbarste Bereich des Ländlichen Raums genannt. Gleichzeitig räumten viele der Befragten der Landwirtschaft jedoch auch Chancen ein, z.B. durch die Möglichkeit des Anbaus neuer Obst- und Weinsorten.

#### Forstwirtschaft und Klimawandel im Ländlichen Raum

Der Anteil der Waldfläche an der Gesamtfläche des Ländlichen Raums in Baden-Württemberg beträgt etwa 41%. Da das Klima einer der Hauptstandortfaktoren des Waldes ist und damit wesentlich die Baumartenzusammensetzung der potenziell natürlichen Vegetation bzw. die Eignung von Arten in der forstlichen Nutzung bestimmt, wird es bei langfristigen Klimaänderungen zwangsläufig zu veränderten Standortbedingungen und zur Verschiebung von Wachstumszonen kommen (ZEBISCH et al. 2005).

#### *Allgemeine Ergebnisse*

Analog zur Landwirtschaft ist grundsätzlich davon auszugehen, dass die Risiken für die Forstwirtschaft in Folge des Klimawandels dominieren werden. Der CO<sub>2</sub>-Düngungseffekt sowie die höheren Temperaturen könnten zwar zu einer leichten Ertragssteigerung führen und die Buche könnte aufgrund der Reduzierung der Temperaturlimitation ihre Areale in höher gelegene Bereiche ausdehnen. Doch es ist hauptsächlich die Fichte, die vom Klimawandel besonders betroffen sein wird (z.B. FVA 2010, ZEBISCH et al. 2005). In Baden-Württemberg liegen knapp 90% der meist fichtendominierten Nadelwaldflächen im Ländlichen Raum. Dies könnte für den Ländlichen Raum insofern bedeutende ökonomische Auswirkungen haben, als die Fichte, die in Baden-Württemberg als „Brotbaumart“ gilt, die meist angebaute Baumart darstellt, gleichzeitig aber weit verbreitet nicht an ihren potenziell natürlichen Standorten vorkommt. Die weitere Degradierung der bereits bisher weniger geeigneten Standorte für die Fichte sowie der zusätzliche Verlust an potenziell geeigneten Standorten durch zunehmende klimatische Stressfaktoren wie höhere Temperaturen und Trockenstress führen zu einem großen Handlungsdruck vor allem in niedrig gelegenen Regionen. Hingegen wird eine Zunahme des Sturmschadensrisikos für die Forstflächen zumindest für den Zeitraum bis 2050 nicht erwartet (KUNZ et al. 2010). Zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels sollte ein Waldumbau hin zu standortheimischen, standortgerechten und strukturreichen Mischwaldbeständen angestrebt werden. Dabei ist eine kleinflächige Diversifizierung insbesondere vor dem Hintergrund der Unsicherheit des Eintretens bestimmter Klimaänderungen sinnvoll. Die Fichte kann hierbei weiterhin eine wichtige Rolle spielen, jedoch nur dort, wo sie auch in Zukunft voraussichtlich geeignete Bedingungen vorfinden wird.

Wald und Waldboden binden erhebliche Mengen an Kohlenstoff und tragen damit zur Reduzierung anthropogener Emissionen aus der Atmosphäre bei. Damit der Wald diese Aufgabe erfüllen kann, bedarf es neben der Erhaltung des Waldes auch einer entsprechenden Nutzung. Nur eine kontinuierliche Entnahme von Holz ermöglicht eine Verjüngung des Bestandes und damit eine weitere Kohlen-

stoffbindung. Es bedarf also sowohl zur Aufrechterhaltung der Klimaschutzfunktion des Waldes als auch zur Anpassung des Waldes an den Klimawandel (Waldumbau) ausreichend Finanzmittel und Personal, weshalb der Personalbestand der Forstverwaltung keinesfalls ausgedünnt werden sollte. Die Förderprogramme Nachhaltige Waldwirtschaft und Umweltzulage Wald sollten im Rahmen des MEPL III fortgeführt bzw. ausgebaut werden.

#### *Ergebnisse der Modell-Landkreise*

Zur Abschätzung der Anfälligkeit des Forstsektors infolge des Klimawandels werden von der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt (FVA) generierte Geoinformationen herangezogen. Dies sind einerseits standortbezogene Bewertungen der aktuellen Eignung für den Anbau und die Bewirtschaftung der Hauptbaumarten Fichte und Buche sowie eine Neueinschätzung der Eignung unter Berücksichtigung eines bestimmten IPCC-Klimaszenarios für das Jahr 2050 und andererseits Informationen zum Sturmschadensrisiko für die Baumart Fichte. Die Daten werden für die vorliegende Studie jedoch jeweils nur für die Fichte ausgewertet. Die Interpretation der Ergebnisse muss allerdings sehr vorsichtig erfolgen, da die Daten der FVA keine Informationen darüber enthalten, welche Baumart an einem konkreten Waldstandort derzeit tatsächlich vorkommt. Somit können die Ergebnisse hauptsächlich zur Abschätzung der potenziellen Eignung/des potenziellen Risikos dienen. In allen Landkreisen wird die Baumarteneignung der Fichte bis 2050 stark abnehmen (im Landkreis Main-Tauber-Kreis gibt es bereits heute kaum geeignete Flächen). Dies wird insbesondere den Landkreis Rottweil betreffen, da dort die Nadelwaldanteile aktuell sehr hoch sind. In den beiden anderen Landkreisen dominiert hingegen deutlich der Mischwald, weshalb dort von einer geringeren Verwundbarkeit ausgegangen werden kann. Das potenzielle Sturmschadensrisiko für die Fichte wird für alle drei Landkreise eher als gering bis mittel eingestuft.

Die Einschätzung zur Verwundbarkeit der Forstwirtschaft kann wiederum durch die Ergebnisse der Befragungen bestätigt werden. Die Forstwirtschaft wurde insgesamt, knapp hinter der Landwirtschaft, am zweithäufigsten als derjenige Bereich des Ländlichen Raums genannt, welcher besonders anfällig für die Folgen des Klimawandels ist. Im Landkreis Rottweil sehen sogar deutlich mehr Befragte die Forstwirtschaft in ihrer Region als besonders verwundbar an. Dies deckt sich mit den Ergebnissen der eigenen Untersuchungen.

#### Wasserwirtschaft und Klimawandel im Ländlichen Raum

Die prognostizierte Zunahme der Temperaturen und die Verschiebung der Niederschläge vom Sommer- in das Winterhalbjahr werden Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Grundwasserneubildung sowie auf das Auftreten von Hoch- und Niedrigwasserereignissen haben.

#### *Allgemeine Ergebnisse*

Grundsätzlich kann zwar davon ausgegangen werden, dass im Sommer aufgrund der Abnahme der Niederschläge und der Erhöhung der Evapotranspiration infolge zunehmender Temperaturen die Speisung des Grundwassers abnehmen wird. Da aber der bei weitem größere Anteil der Grundwasserneubildung im hydrologischen Winterhalbjahr stattfindet, kommt die Verschiebung des Niederschlags aus dem Sommer- in das Winterhalbjahr teilweise der Grundwasserneubildung zugute (ARBEITSKREIS KLIWA 2011). Allerdings zeigten Untersuchungen, dass die Änderung des Niederschlagsregimes dazu führt, dass sich die Amplitude des Jahresgangs der Grundwasserstände zwischen dem Minimum im Sommer und dem Maximum im Winter verstärkt. Dies könnte die nutzbaren Grundwasservorräte im Sommer stärker als bisher beeinträchtigen, da dann Phasen hohen Wasserbedarfs auf

zunehmend niedrigere Grundwasserstände treffen. Ein kartographischer Vergleich der mittleren jährlichen Grundwasserneubildung mit den Raumkategorien in Baden-Württemberg offenbarte, dass die ländlichen Gebiete gegenüber den Agglomerationsräumen insgesamt deutlich bevorteilt sind, wobei der südliche Landesteil deutlich höhere Werte aufweist als der nördliche. Für die Zukunft (bis 2050) werden im Jahresmittel kaum Änderungen der Grundwasserneubildung berechnet (vgl. NEUMANN 2010).

Geologisch und hydrologisch bedingte Disparitäten der Wasserressourcen innerhalb Baden-Württembergs (Wasserüberschussregionen vs. Wassermangelgebiete) werden heute durch die Fernleitungen der Landeswasserversorgung sowie des Zweckverbands Bodensee-Wasserversorgung ausgeglichen. Hinzu kommt, dass der Wasserverbrauch für Bewässerungsmaßnahmen in der Landwirtschaft in den letzten Jahren zwar leicht anstieg, im Vergleich zum Gesamtbedarf des Landes aber quasi nicht messbar ist. Außerdem hat sich der Wasserverbrauch durch die zunehmende Effizienz im Haushalt und der Industrie stark verringert. Auch wird die Bevölkerungsabnahme, die hauptsächlich im Ländlichen Raum an Dynamik gewinnen wird (vgl. IREUS 2011), zu einer Reduzierung des Trinkwasserbedarfs führen. Es kann also konstatiert werden, dass sich in absehbarer Zeit keine gravierenden Probleme bei der Trinkwasserversorgung ergeben werden.

Anders stellt sich die Situation bei der Entwicklung von Hoch- und Niedrigwasserereignissen dar. Sowohl die für extreme Hochwasserereignisse (v.a. im Winterhalbjahr) als auch die für extreme Niedrigwasserereignisse bzw. Trockenperioden (v.a. im Sommerhalbjahr) verantwortlichen Großwetterlagen werden zukünftig häufiger und ausdauernder auftreten (CASPARY 2010, ARBEITSKREIS KLIWA 2012). So wird es in Zukunft zu stärkeren saisonalen Abflussschwankungen als bisher kommen, womit sowohl das Risiko für extreme Hochwasser als auch für extreme Niedrigwasser ansteigen wird. Aufgrund der allgemein geringeren Verbauung von Flüssen und Auenbereichen und der geringeren Versiegelung ländlicher Räume gegenüber urbanen Räumen, weisen diese eine bessere Retentionsleistung auf. Somit kann die Empfindlichkeit des Ländlichen Raums gegenüber Hoch- und Niedrigwasserereignissen geringer eingeschätzt werden als in Agglomerationsräumen. Dort existiert meist auch eine deutlich höhere Dichte an Sachwerten (z.B. Siedlungs- und Infrastruktureinrichtungen). Der Ländliche Raum trägt jedoch eine besondere Verantwortung zur Verringerung der Hochwassergefahr auch für die städtischen Gebiete, da er die erforderlichen Freiräume zur Retention von Hochwasser und zur Durchführung von Hochwasserschutzmaßnahmen aufweist, die Hochwasserwellen puffern können.

Mögliche Maßnahmen können in die drei Bereiche Technischer Hochwasserschutz, Hochwasservorsorge sowie Wasserrückhaltung in der Fläche eingeordnet werden. Viele Konflikte im Zusammenhang mit Auflagen zur Landnutzung in Hochwasserentstehungsgebieten (z.B. Freihaltung der Flächen von zukünftiger Nutzung als Siedlungs- und Verkehrsflächen für die Anlage oder Rückverlegung von Deichen, Poldern oder für eine naturnahe Entwicklung von Gewässern) können mit den Instrumenten der Flurbereinigung (z.B. vereinfachtes Flurbereinigungsverfahren) und der Raumordnung und Raumplanung beigelegt werden. Gesetzliche Grundlage bilden das Flurbereinigungsgesetz, Raumordnungsgesetz, Baugesetzbuch sowie das Wasserhaushaltsgesetz. Angesichts der sinkenden Bevölkerungszahlen im Ländlichen Raum und der Tatsache, dass das innerörtliche Potenzial im Ländlichen Raum meist bei weitem ausreicht, um den Flächenbedarf der nächsten Jahrzehnte zu decken (MLR 2009a), sollte konsequent Innenentwicklung bzw. -verdichtung statt der Ausweisung neuer Baugebiete betrieben werden. Somit würden auch Retentionsflächen verfügbar gehalten. Es könnte ge-

prüft werden, ob im Rahmen von MELAP PLUS oder in Folgeprojekten der kommenden Förderperiode verstärkt Gemeinden gefördert werden sollen, die sich in hochwassergefährdeten Gebieten befinden und deshalb insbesondere dort keine weitere expansive Siedlungsentwicklung in den Auenbereich hinein stattfinden sollte.

#### *Ergebnisse der Modell-Landkreise*

Der Fokus wird hier auf die Betrachtung der Situation bzgl. der Trinkwasserversorgung in den Modell-Landkreisen gelegt. Die Empfindlichkeit wird abgeschätzt anhand der Indikatoren Grundwasserneubildung (mittlere jährliche Grundwasserneubildung sowie berechnete Änderung der zukünftigen flächenhaften Grundwasserneubildung 2012-2050 i. Vgl. zu 1971-2000) und Wasserbedarf (Öffentliche Wasserversorgung und Bewässerungsmaßnahmen in der Landwirtschaft). Die höchsten Werte der mittleren jährlichen Grundwasserneubildung besitzt der Landkreis Rottweil, sehr niedrige Werte werden hingegen im Main-Tauber-Kreis festgestellt. Die zukünftigen Änderungen der Grundwasserneubildung zeigen überall meist nur leichte Abnahmen (vgl. NEUMANN 2010). Bewässerung spielt in den Landkreisen kaum eine Rolle. Angesichts des bereits heute stattfindenden Bevölkerungsrückgangs in allen drei Landkreisen, des Anschlusses an die Fernwasserversorgung (nur die Landkreise Rottweil und Main-Tauber-Kreis), abnehmender Leistungsverluste sowie immer effizienterer Technologien, kann auch bei einer angenommenen (leichten) Verbrauchsteigerung von Wasser in der Landwirtschaft davon ausgegangen werden, dass eine sichere Wasserversorgung auch zukünftig gewährleistet ist. Diese Einschätzung wurde auf Nachfrage bei den zuständigen Behörden in den Landratsämtern bestätigt.

Dass die Umfrageergebnisse insgesamt von dieser Einschätzung abweichen, kann zumindest teilweise damit erklärt werden, dass die Interviewpartner bei den Fragestellungen den Bereich Wasserwirtschaft vorrangig mit der Gefahr durch Hochwasser und nicht mit der Gefahr durch Trinkwassermangel korrelierten. Demnach sehen die meisten der Befragten nach der Land- und Forstwirtschaft die Wasserwirtschaft als vom Klimawandel besonders negativ betroffener Bereich im Ländlichen Raum. Insbesondere wird im Landkreis Main-Tauber-Kreis die Gefahr durch Hochwasser gesehen.

#### Tourismus und Klimawandel im Ländlichen Raum

Der Tourismus ist in Baden-Württemberg ein wichtiger Wirtschaftsfaktor. Die Zahl der Übernachtungen ist ansteigend. Dabei fällt etwa die Hälfte aller Übernachtungen auf den Ländlichen Raum. Im Gegensatz zum Tourismus der Agglomerationsräume ist das touristische Kapital des Ländlichen Raums in erster Linie seine naturräumliche Ausstattung, welche u.a. direkt vom Klima und damit auch vom Klimawandel abhängig ist. Hinzu kommt, dass zahlreiche touristische Aktivitäten im Freien stattfinden und teilweise sogar direkt von den klimatischen Bedingungen gesteuert werden.

#### *Allgemeine Ergebnisse*

Die Untersuchungen zeigen, dass der Klimawandel eher positive Effekte für den Tourismus im Ländlichen Raum mit sich bringen könnte. Zwar ist für den Wintertourismus infolge abnehmender Niederschläge in Form von Schnee auch in höheren Lagen zukünftig mit schlechteren Bedingungen zu rechnen (vgl. WM 2005) und für die dortigen, hauptsächlich vom Wintertourismus abhängigen, Gemeinden von einem erhöhten Handlungsdruck auszugehen. Allerdings wird der Sommertourismus, welcher in Baden-Württemberg aufgrund deutlich höherer Übernachtungszahlen eine bedeutendere Stellung als der Wintertourismus einnimmt (ebd.), voraussichtlich durch den Klimawandel profitieren. Der Ländliche Raum könnte mehr als bisher als Erholungsraum (Kurzurlaub, Naherholung) für die



in den städtischen „Wärmeinseln“ lebenden Menschen dienen, womit positive Wertschöpfungseffekte einhergingen. Auch durch die Verlagerung von Touristenströmen aus dem Mittelmeerraum könnte der Tourismus hierzulande begünstigt werden. Außerdem liegt der Schwerpunkt der touristischen Aktivitäten der Akteure des Ländlichen Raums vor allem im Bereich von Natur- und Aktivangeboten, wobei das Wandern in Verbindung mit der Natur eines der stärksten touristischen Potenziale darstellt (MLR 2009b). Die Klimabedingungen werden sich zukünftig für solche Angebote noch verbessern. Vor allem im Herbst (Wanderzeit!) könnte sich die Auslastung der Unterkünfte verbessern, da hier die höchste jahreszeitliche durchschnittliche Temperaturzunahme erwartet wird und die Zahl der Sommertage zunimmt. Dies würde sowohl Chancen für den Rad- und Wandertourismus als auch eine Verlängerung der Badesaison ermöglichen. Es ist aber zu berücksichtigen, dass beim touristischen Nachfrageverhalten noch eine Vielzahl weiterer Faktoren eine Rolle spielt.

Bei der weiteren Ausgestaltung des touristischen Angebots sollte ein besonderer Wert auf sommertouristische und ganzjährige, schneeunabhängige Angebote gelegt werden. Dazu gehören in erster Linie der Ausbau und die Sanierung von Rad- und Wanderwegen. Insbesondere für das Wandern, welches weitgehend unabhängig von den Witterungs- und Klimabedingungen ausgeübt werden kann, sollten die Infrastruktur sowie die touristischen Angebote verbessert und erweitert werden.

#### *Ergebnisse der Modell-Landkreise*

Das touristische Angebot in den drei Landkreisen ist überwiegend auf den Sommertourismus ausgerichtet. Die meisten Übernachtungen werden, wie im landesweiten Durchschnitt, jeweils im Sommerhalbjahr (Mai-Oktober) verbucht, wobei der Main-Tauber-Kreis hier vor Sigmaringen an erster Stelle steht. Deshalb wird auf die möglichen Konsequenzen des Klimawandels auf den Sommertourismus fokussiert. Als Indikator zur Abschätzung der Attraktivität einer Region für den Sommertourismus wird die mittlere Anzahl der jährlichen Sommertage ( $T_{\max} \geq 25 \text{ °C}$ ) für die Klimanormalperiode 1971-2000 sowie die zukünftige Entwicklung der Anzahl der Sommertage (2011-2040) herangezogen. Es zeigt sich, dass der Main-Tauber-Kreis mit Abstand die meisten Sommertage vorweisen kann und wie in den beiden anderen Landkreisen, ist auch hier zukünftig mit einer Zunahme der Sommertage zu rechnen. Wird also angenommen, dass der Klimawandel einen signifikanten Einfluss auf die touristische Nachfrage ausübt, so sind für alle Landkreise Chancen zu erwarten, vor allem für den Main-Tauber-Kreis.

Die Befragungsergebnisse zeichnen ein ähnliches Bild. Der Tourismus gehört nach Meinung der Befragten nicht zu den besonders verwundbaren Bereichen des Ländlichen Raums. Die Auswirkungen des Klimawandels auf den Tourismus werden sogar mehrheitlich positiv gesehen, insbesondere im Main-Tauber-Kreis.

#### Erneuerbare Energien im Ländlichen Raum

Im Kontext des Klimawandels kommt den erneuerbaren Energien insofern eine gewichtige Bedeutung zu, als ihre Nutzung als präventive Maßnahme (Mitigation) zur Verhinderung weiterer Treibhausgasemissionen durch fossile Energieträger und damit als Maßnahme zum Klimaschutz betrachtet werden kann. Bisher spielen die erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg noch eine deutlich untergeordnete Rolle. Dies wird sich jedoch laut einem vom Umweltministerium Baden-Württemberg in Auftrag gegebenen Gutachten drastisch ändern. Demnach wird der Anteil der Bruttostromerzeugung durch erneuerbare Energien von 17% im Jahr 2010 auf knapp 40% in 2020 und auf 86% in 2050 ansteigen (ZSW 2011). Dabei wird sich die zukünftige Entwicklung der Stromerzeugung

aufgrund enger potenzieller Wachstumsgrenzen in den Bereichen Wasserkraft- und Biomassenutzung vor allem auf den Zuwachs von Windkraft- und Photovoltaikanlagen konzentrieren (ebd.). Nachfolgend werden nur einige wichtige Aspekte bzgl. der Auswirkungen der erneuerbaren Energien genannt. Es wird im Weiteren auf eine in Bearbeitung befindliche Studie der Hochschule Rottenburg in Zusammenarbeit mit dem Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg zum Thema „Auswirkungen, Chancen und Risiken der Energiewende für den Ländlichen Raum in Baden-Württemberg“ verwiesen (FRÜH & MEGERLE in Vorb.).

### *Allgemeine Ergebnisse*

Der Ausbau der erneuerbaren Energien wird sich erheblich auf den Ländlichen Raum auswirken, da dort die Flächen für eine dezentrale Energiegewinnung vorhanden sind und genutzt werden können. Damit einher geht die „Transformation“ des Ländlichen Raums als Nahrungs- und Futtermittelproduzent hin zum Energieproduzenten, auch für die Agglomerationsräume. Daraus erwachsen sowohl Konfliktpotenziale als auch Chancen für den Ländlichen Raum. Zu den positiven Aspekten zählen in erster Linie die Wertschöpfungs- und damit Beschäftigungseffekte durch erneuerbare Energien, die eine immer wichtigere Motivation für kommunale und regionale Akteure darstellen, in erneuerbare Energien zu investieren. Außerdem schafft die zunehmende Eigenversorgung mit Strom und Wärme aufgrund dezentraler Energiegewinnung eine Unabhängigkeit von der Energiepreisentwicklung und trägt dazu bei, dass weniger Kapital für Energieimporte aus der Region abfließt. Die Ansiedlung von innovativen Unternehmen, die in der Erneuerbare-Energien-Branche tätig sind, könnte entscheidend zur Abmilderung der Abwanderung insbesondere junger, hochqualifizierter Arbeitskräfte aus dem Ländlichen Raum beitragen und somit die ländliche Entwicklung stärken. Nicht zuletzt trägt der Ländliche Raum durch die Nutzung erneuerbarer Energien zum Klimaschutz bei, da diese – mit Ausnahme der landwirtschaftlichen Biomasseproduktion – weitgehend emissionsfrei erzeugt werden können.

Die Konfliktpotenziale, die durch den Ausbau der erneuerbaren Energien entstehen, sind komplex und tangieren ebenso die Gesellschaft wie auch den Naturraum in vielfältiger und sich überlagernder Weise. Von zentraler Bedeutung ist hier die Veränderung des Landschaftsbildes, im Falle von Photovoltaik- und Windkraftanlagen durch weithin sichtbare technische Elemente. Ein weiterer entscheidender Problembereich sind Flächennutzungskonkurrenzen zwischen den verschiedenen Formen der Erzeugung erneuerbarer Energie und den Raumansprüchen der konventionellen Landwirtschaft (Nahrungs- und Futtermittelproduktion) und des Umwelt- und Naturschutzes. Durch den Nutzungsdruck erhöhen sich auch die Pachtpreise landwirtschaftlicher Flächen, wodurch Betriebe ihre Produktion intensivieren müssen oder in naturschutzfachlich sensible Bereiche eindringen. So können Zielkonflikte zwischen Umweltschutz, Naturschutz und Klimaschutz entstehen. Des Weiteren entsteht durch die zumindest kurz- bis mittelfristig steigenden Energiepreise aufgrund der Energiewende ein erhöhter Raumwiderstand im Ländlichen Raum: Die im Ländlichen Raum verhältnismäßig häufigeren und längeren Fahrten zur Bedarfsdeckung werden teurer, ein Umstieg auf den ÖPNV ist jedoch nur begrenzt möglich. Dies birgt eine Benachteiligung der Ländlichen Räume gegenüber den Agglomerationsräumen.

Der starke Ausbau an *Photovoltaikanlagen* in den vergangenen Jahren vollzog sich bis dato beinahe vollständig auf Dachflächen. Hier ist insbesondere im Ländlichen Raum ein enormes Potenzial vorhanden. In dünn besiedelten ländlichen Kreisen könnten teilweise weit über 100% des Strombedarfs der privaten Haushalte über Photovoltaikanlagen auf den vorhandenen Dachflächen gedeckt werden (KLÄRLE et al. 2009). Das Potenzial für Freiflächen-Photovoltaikanlagen bewertet der NACHHALTIGKEITS-

BEIRAT BADEN-WÜRTTEMBERG hingegen als stark begrenzt (NBBW 2012). Grund dafür sind u.a. zahlreiche Einschränkungen, die für solche Anlagen gelten. Angesichts der begrenzten Flächenressourcen und des vorhandenen Potenzials an geeigneten Dachflächen ist ein (geförderter) Ausbau auf Freiflächen weder sinnvoll noch notwendig. Somit kann das Konfliktpotenzial mit anderen Landnutzungen bei Photovoltaikanlagen eher als gering eingeschätzt werden.

Anders stellt sich die Situation bei der *Bioenergie* dar. Seit der Einführung des NaWaRo-Bonus ins EEG im Jahr 2004 erfahren der Zubau an Biogasanlagen und der Anbau von Energiepflanzen (insbesondere Mais) landesweit starke Zunahmen. Mitte des Jahres 2012 gab es landesweit 806 Biogasanlagen mit einer deutlichen Konzentration im Südosten des Landes (Landkreise Sigmaringen, Ravensburg, Biberach und Alb-Donau-Kreis). Laut dem NACHHALTIGKEITSBEIRAT BADEN-WÜRTTEMBERG trete die energetische Nutzung der Biomasse in massive Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion und erzeuge weithin sichtbare Landschaftsveränderungen (NBBW 2012). Sie kann weiterhin zu Konflikten mit dem Naturschutz/Biodiversität, dem Klima- und Umweltschutz sowie mit dem Landschaftsbild bzw. der Erholungseignung führen. Insbesondere der Effekt des Klimaschutzes, welcher durch den Einsatz erneuerbarer Energien eigentlich erreicht werden soll, sollte bei der Nutzung landwirtschaftlicher Biomasse kritisch hinterfragt werden. Zahlreiche Studien attestieren Biotreibstoffen eine negative Gesamt-Treibhausgasbilanz, was u.a. aus der Änderung der Landnutzung (z.B. Grünlandumbruch) und den Substitutionseffekten (z.B. Verlagerung und Intensivierung des Nahrungsmittelanbaus an anderen Standorten) resultiert. Ob die Stromerzeugung aus Biogas ebenso eine negative Treibhausgasbilanz aufweist, ist bislang unklar, zumindest aber seien lt. SCHUH (2011) die Gesamtemissionen für Strom aus Biogas meist viel höher als jene für Strom aus Wasser-, Wind- oder Solarenergie. Aufgrund der vielfältigen negativen Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus sollte das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) grundlegend reformiert werden. Der Fokus sollte stärker auf die Förderung von ausschließlich Reststoffe verwertende Biogasanlagen (z.B. Gülle, Lebensmittelreste) gelegt werden. Zudem sollte eine Ausweitung der Beratung von Biogasanlagen-Betreibern hinsichtlich der Einhaltung eines möglichst hohen Klimaschutzstandards beispielsweise über eine sinnvolle Abwärmenutzung über Nahwärmenetze, die insbesondere im Ländlichen Raum eine interessante ökonomische Perspektive bildet, stattfinden. Damit Landwirte, die sich bewusst gegen einen Anbau von Pflanzen zur Energiegewinnung und stattdessen für gezielte Maßnahmen im Rahmen der Landschaftspflege-richtlinie oder des MEKA entscheiden, keine wirtschaftlichen Nachteile erfahren, sollte geprüft werden, ob eine Aufstockung der Fördersätze dieser Maßnahmen sinnvoll und möglich ist, mit dem Ziel, dass die Opportunitätskosten (entgangener Erlös aus dem NaWaRo-Bonus) der Landwirte gedeckt werden können und somit der Naturschutz konkurrenzfähig bleibt.

Die Landesregierung will bis zum Jahr 2020 mindestens 10% des Stroms aus „heimischer“ *Windkraft* decken, was einen massiven Ausbau der Windenergie erfordert. Die bisher existierenden Vorranggebiete für die Windkraft, die in den Regionalplänen festgelegt sind, reichen zur Erfüllung dieses Ziels nicht aus, weshalb das Landesplanungsgesetz novelliert wurde. Dieses bestimmt, dass Regionalpläne keine Ausschlussgebiete für die Windkraft mehr festlegen können. Weiter ermöglicht es den Kommunen, im Rahmen ihrer Planungshoheit selbst Konzentrationszonen für Windkraftanlagen festzulegen. Der Ländliche Raum wird vom Ausbau der Windenergienutzung besonders stark betroffen sein, da es hier einerseits die notwendigen Freiflächen und Abstände zu den Siedlungen gibt und andererseits der Ländliche Raum die windhöufigsten Standorte aufweist. Dies birgt vielfältige Konfliktpotenziale. Zu nennen ist insbesondere die Veränderung des Landschaftsbildes. Windkraftanlagen können das Landschaftsbild aufgrund ihrer vertikalen Struktur und ihrer großen Höhe über weite Entfernun-

gen beeinträchtigen. Bisher steht die Methodenentwicklung zur Landschaftsbildbewertung noch am Anfang. Weitgehend ungeklärt ist bisher auch noch, ob und inwiefern in der Bevölkerung Widerstände zu erwarten sind und wie sich der Ausbau der Windkraft auf den Tourismus, v.a. in den touristisch stark genutzten Gebieten im Ländlichen Raum (z.B. Schwarzwald, Schwäbische Alb) auswirken wird. Konfliktpotenziale sind hier voraussichtlich besonders in den Großschutzgebieten erwarten, da hier relativ geringe rechtliche Anforderungen/Auflagen bei der Errichtung von Windkraftanlagen mit den mitunter höchsten Windgeschwindigkeiten in Baden-Württemberg räumlich zusammenfallen. Der Windenergieerlass Baden-Württemberg definiert zwar Tabubereiche, in denen die Festlegung von Flächen für die Windkraftnutzung aus Gründen des Natur- und Artenschutzes nicht möglich ist (z.B. Naturschutzgebiete, Bann- und Schonwälder), jedoch ist bislang noch vieles unklar, bspw. was die Abstände zu sensiblen Bereichen oder Ausnahmeregelungen betrifft. Überdies sind bezüglich der Gefährdung potenziell windkraftempfindlicher Tierarten (z.B. Vögel, Fledermäuse) erst wenige Grundlagenuntersuchungen verfügbar, was entsprechende Bewertungen schwierig macht. Als notwendig wird daher die schnellstmögliche Schließung vorhandener Wissenslücken durch Expertenbeteiligung erachtet. Ein weiteres Handlungsfeld wird in der Notwendigkeit der Abstimmung der verschiedenen Planungsebenen (v.a. Regionalplanung und Kommunalplanung) bei der Planung von Vorranggebieten oder Konzentrationszonen gesehen. Eine entsprechende Klausel könnte nachträglich in den Windenergieerlass integriert werden. Zur Schonung des Landschaftsbildes und zur Steigerung der Akzeptanz in der Bevölkerung sollte insgesamt darauf hingewirkt werden, dass Planungen für Windkraftanlagen zunächst in vorbelasteten Bereichen (z.B. linienförmige Infrastruktur, Gewerbegebiete) stattfinden. Im Regionalplan können beispielsweise Bündelungsgebote mit linienförmigen Infrastrukturtrassen erfolgen, womit deren Funktion um die Funktion als „Energietrassen“ ergänzt werden könnten. Zur Akzeptanzsteigerung und zur Stärkung regionaler und kommunaler Wirtschaftskreisläufe sollten verstärkt die Möglichkeiten planerischer und finanzieller Bürgerbeteiligung (Bürger-Windparks) aufgezeigt und unterstützt werden. Generell sollte stets im Vorfeld geprüft werden, ob im Rahmen rechtlicher Vorgaben eine Betreibergesellschaft mit Bürgerbeteiligung möglich ist.

Für eine Darstellung der möglichen Konsequenzen der Energiewende speziell *für die Modell-Landkreise* wird auf die aktuell in Bearbeitung befindliche Studie von FRÜH & MEGERLE (in Vorb.) verwiesen.

#### Auswertung der Befragungsergebnisse

Zusätzlich zu den bereits genannten Erkenntnissen, die aus den Interviews gewonnen werden können, wird deutlich, dass das Thema Klimawandel in den Landkreisen bereits präsent ist und als wichtiger Faktor bei zukünftig anstehenden Entscheidungen gilt. Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel wurden bisher jedoch nur vereinzelt durchgeführt, wobei erhebliche Unterschiede in den Landkreisen auszumachen sind: Während im Landkreis Rottweil 94% der Befragten angaben, dass bereits Maßnahmen realisiert wurden oder in Planung sind, waren dies im Main-Tauber-Kreis nur 17%. Diese Zahlen sind jedoch nur bedingt aussagekräftig, da teilweise große Differenzen darüber bestehen, was unter Anpassungsmaßnahmen (Adaption) genau zu verstehen ist. So wurde deutlich, dass die Befragten hier neben Maßnahmen zum Hochwasserschutz und im Waldbau vorrangig den Ausbau regenerativer Energien sowie energetische Sanierungsmaßnahmen nannten, welche beide eher den Klimaschutzmaßnahmen (Mitigation) zuzuordnen wären. Besondere Verwundbarkeiten bzw. negative Folgen für den Ländlichen Raum werden vor allem in den Bereichen Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft sowie Naturschutz/Biodiversität gesehen, eher positive Auswirkungen des Klimawandels wurden hingegen dem Tourismus und der Energiewirtschaft attestiert. Am

ehesten werden Flächennutzungskonflikte zwischen der Landwirtschaft und der Energiewirtschaft erwartet. Die Konsequenzen des Zubaus von Windkraftanlagen, Freiflächen-Photovoltaikanlagen sowie Biogasanlagen bzw. der Biomasseanbau im Zuge der Energiewende wurden lediglich für die regionale/kommunale Wertschöpfung als positiv bewertet. Für das Landschaftsbild, den Naturschutz/Biodiversität, den Tourismus sowie die Siedlungsentwicklung werden hingegen negative Auswirkungen erwartet. Kein eindeutiges Ergebnis konnte bei den Fragen, ob der Klimawandel andere Problembereiche des Ländlichen Raums verstärken könnte und ob der Ländliche Raum eine Mitschuld am Klimawandel trägt, erzielt werden.

Je nach Situation in den einzelnen Landkreisen, unterschieden sich auch die Einschätzungen und Meinungen der Befragten teilweise erheblich voneinander. Dies zeigt jedoch, dass die Akteure vor Ort in der Lage sind, Einschätzungen zur Klimasensitivität ihres Landkreises vorzunehmen und abzuwägen, welche Bereiche besonders betroffen sein werden.

### **Empfehlungen/Fazit**

Auch wenn die Analysen aufgrund der Datenverfügbarkeit, der Unsicherheit der Klimaprognosen und des querschnittbezogenen Charakters (z.B. Beschränkung auf bestimmte Bereiche) der vorliegenden Studie keinesfalls einen Anspruch auf Vollständigkeit erheben und deutlich erweiterungsfähig sind, so zeigte sich dennoch, dass sich die verwendeten Methoden für eine erste Einschätzung der Klimasensitivität konkreter Räume eignen und auf ihrer Grundlage Maßnahmenempfehlungen abgeleitet werden können. Dabei stellte sich heraus, dass die Anfälligkeit gegenüber den Folgen des Klimawandels sowohl unter den verschiedenen Bereichen (Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft und Tourismus) als auch innerhalb eines bestimmten Bereichs in den verschiedenen Modell-Landkreisen teils erheblichen Schwankungen unterworfen ist, was größtenteils auf die kleinräumig sehr diversen Naturräume innerhalb Baden-Württembergs zurückzuführen ist. Diese Feststellung zeigt einmal mehr, dass räumlich undifferenzierte Maßnahmenempfehlungen und -umsetzungen ebenso wie eine räumlich undifferenzierte Förderung von Anpassungsmaßnahmen in ländlichen Regionen ihre Wirkungen verfehlen werden und darum eine stärker standortdifferenzierte ländliche Entwicklungspolitik angestrebt werden sollte (vgl. IREUS 2011). Allgemeine Handlungsempfehlungen gilt es entsprechend der jeweiligen Erfordernisse in den einzelnen Räumen (hier: Landkreise) aufzugreifen und anzuwenden. Die Ergebnisse der Studie könnten beispielsweise zur gezielteren Allokation verschiedener Fördermittel oder der verstärkten Sensibilisierung von Landwirten im Rahmen der landwirtschaftlichen Beratung in besonders trockenstressgefährdeten Gebieten (z.B. Karstgebiete) dienen.

Für die Zukunft besteht die politische und gesellschaftliche Herausforderung darin, überall dort einzugreifen, wo eine erhöhte Verwundbarkeit gegeben bzw. zu erwarten ist. Dies umfasst den Schutz der natürlichen Ressourcen ebenso wie den Schutz der Infrastruktur, die Sensibilisierung der Landnutzer durch Beratungstätigkeiten und die weitere Schaffung von attraktiven Anreizen zum Umwelt- und Klimaschutz. Die Beteiligung der Öffentlichkeit sowie die Konsultation von Experten vor Ort, die ihr Wissen einbringen, können dabei große Erkenntnisgewinne mit sich bringen. Darüber hinaus sollte auch in denjenigen Bereichen angesetzt werden, in denen eher Vorteile aufgrund des Klimawandels zu erwarten sind. Dies trägt zur Nutzung der vorhandenen Potenziale und somit zur Stärkung der regionalen Wirtschaft bei. Da der Ländliche Raum neben dem Klimawandel zahlreichen weiteren Entwicklungstendenzen unterliegt, die sich teilweise überlagern, sind die tatsächlichen Auswirkungen aufgrund des Klimawandels nur äußerst schwer abzuschätzen. Zudem bestehen große Unsicherhei-

ten hinsichtlich der zukünftigen Änderung der einzelnen Klimaelemente. Von großer Bedeutung ist demnach die Umsetzung sogenannter No-Regret-Maßnahmen, die eine flexible Anpassung an die Folgen des Klimawandels ermöglichen und im Optimalfall Synergieeffekte für weitere Nutzungen bzw. Bereiche mit sich bringen (z.B. Revitalisierung von Auen: Hochwasserschutz und gleichzeitig Natur- und Artenschutz). Durch vorbeugende Maßnahmen zur Anpassung können Klimafolgekosten deutlich gesenkt werden.

## Literatur

- ARBEITSKREIS KLIWA [Hrsg.] (2012): Die Entwicklung von trockenen Großwetterlagen mit Auswirkungen auf den süddeutschen Raum. KLIWA-Berichte, H. 18. Karlsruhe
- ARBEITSKREIS KLIWA [Hrsg.] (2011): Langzeitverhalten von Grundwasserständen, Quellschüttungen und grundwasserbürtigen Abflüssen in Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz. KLIWA-Berichte, H. 16. Karlsruhe
- BAASCH, S., BAURIEDL, S., HAFNER, S., WEIDLICH, S. (2012): Klimaanpassung auf regionaler Ebene: Herausforderungen einer regionalen Klimawandel-Governance. Online-Publikation der Zeitschrift Raumforschung und Raumordnung. Im Internet unter: <http://www.springerlink.com/content/j075674440x414t7/fulltext.html> (Zugriff am 14.05.2012)
- CASPARY, H. J. (2010): Großwetterlagen und hydrometeorologische Extreme. In: ARBEITSKREIS KLIWA [Hrsg.]: 4. KLIWA-Symposium am 3. und 4. Dezember 2009 in Mainz. KLIWA-Berichte, H. 15, S. 115-134
- FRÜH, S. & MEGERLE, H. (in Vorb.): Energiewende in Baden-Württemberg: Auswirkungen, Chancen und Risiken für den Ländlichen Raum in Baden-Württemberg. In Zusammenarbeit mit dem Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg
- FVA – FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG (2010): Baumarteneignung Fichte, Buche und Traubeneiche bei Klimawandel. Im Internet unter: <http://www.fva-bw.de/indexjs.html?http://www.fva-bw.de/forschung/beschreibung.php?PID=842&ber=proj&P=projekte.php?ber=proj> (Zugriff am 24.05.2012)
- IREUS – INSTITUT FÜR RAUMORDNUNG UND ENTWICKLUNGSPLANUNG UNIVERSITÄT STUTTGART (2011): Der Beitrag der ländlichen Räume Baden-Württembergs zu wirtschaftlicher Wettbewerbsfähigkeit und sozialer Kohäsion – Positionsbestimmung und Zukunftsszenarien. Endbericht. Stuttgart
- KLÄRLE, M., LUDWIG, D., LANIG, S. (2009): Solares Energiepotenzial auf Gebäuden in ländlichen Räumen – Übertragung des Forschungsprojektes SUN-AREA auf Baden-Württemberg. In: MALBURG-GRAF, B. (Hrsg.): Potenziale und aktuelle Problemstellungen in Baden-Württemberg. Beiträge des 3. Hochschultages 2008 „Strukturentwicklung ländlicher Raum in Baden-Württemberg. Stuttgart

- KUNZ, M., RAUTHE, M., KOTTMEIER, C., LUX, R., MOHR, S. (2010): Winterstürme mit hohem Schadenpotenzial in einem veränderten Klima. In: MAYER, H., SCHINDLER, D., KUNZ, M., RUCK, B. (Hrsg.): Berichte des Meteorologischen Instituts der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Nr.21: Strategien zur Reduzierung des Sturmschadensrisikos für Wälder (Verbundprojekt RESTER), Freiburg, S. 17-57
- MLR – MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM UND VERBRAUCHERSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG [Hrsg.] (2009a): MELAP 2003 – 2008. Modellprojekt Eindämmung des Landschaftsverbrauchs durch Aktivierung des innerörtlichen Potenzials. Abschlussbericht
- MLR – MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM UND VERBRAUCHERSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2009b): Tourismuskonzeption für den Ländlichen Raum – Trends, Potenziale und Entwicklungsziele für einen zukunftsorientierten Tourismus. Stuttgart
- NBBW – NACHHALTIGKEITSBEIRAT BADEN-WÜRTTEMBERG (2012): Energiewende: Implikationen für Baden-Württemberg. Stuttgart
- NEUMANN, J. (2010): Auswirkungen der Klimaänderung auf die Grundwasserneubildung in Süddeutschland. In: ARBEITSKREIS KLIWA [Hrsg.]: 4. KLIWA-Symposium am 3. und 4. Dezember 2009 in Mainz. KLIWA-Berichte, H. 15, S. 203-210
- SCHUH, H. (2011): Biostrom, nein danke! In: DIE ZEIT vom 14.07.2011, Nr. 29. Im Internet unter: <http://www.zeit.de/2011/29/Biogas> (Zugriff am 18.09.2012)
- WM – WIRTSCHAFTSMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG [Hrsg.] (2005): Nachhaltige Entwicklung des Schneesports und des Wintersporttourismus in Baden-Württemberg – Ein Leitfaden für Politik, Sport, Kommunen und touristische Leistungsträger. Offenburg
- ZEBISCH, M., GROTHMANN, T., SCHRÖTER, D., HASSE, C., FRITSCH, U., CRAMER, W. (2005): Klimawandel in Deutschland. Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. Forschungsbericht im Auftrag des Umweltbundesamtes. In: Climate Change 08/05. Dessau
- ZSW – ZENTRUM FÜR SONNENENERGIE- UND WASSERSTOFF-FORSCHUNG BADEN-WÜRTTEMBERG (2011): Gutachten zur Vorbereitung eines Klimaschutzgesetzes für Baden-Württemberg – im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. Stuttgart