

# **Anpassung an die Klimaänderung im Kanton Thurgau**

Grundlagenbericht

Bericht vom 30. April 2012 erstellt durch  
Schwank Earthpartner AG / INFRAS AG

## **Impressum**

### **Federführung**

Amt für Umwelt des Kantons Thurgau

### **Projektgruppe**

Jürg Hertz (Amt für Umwelt des Kantons Thurgau)

Othmar Schwank (Schwank Earthpartner)

Myriam Steinemann (INFRAS)

### **Mitarbeit**

Mitarbeitende folgender Ämter und Fachstellen:

- Amt für Bevölkerungsschutz und Armee, Fachstelle Bevölkerungsschutz
- Abteilung Energie
- Amt für Raumplanung,
- Abteilung Natur und Landschaft
- Amt für Umwelt
- Amt für Wirtschaft und Arbeit
- Forstamt
- Gebäudeversicherung des Kantons Thurgau
- Jagd- und Fischereiverwaltung
- Kantonsärztlicher Dienst, Gesundheitsförderung
- Landwirtschaftsamt
- Abteilung öffentlicher Verkehr und Tourismus

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
1.1	Warum sich der Kanton Thurgau mit der Klimaänderung befasst	4
1.2	Erarbeitung des Grundlagenberichts	4
<b>2</b>	<b>Klimaänderung im Kanton Thurgau</b>	<b>5</b>
2.1	Fakten, Trends und Unsicherheiten	5
2.2	Herausforderungen der Klimaänderung	11
<b>3</b>	<b>Anpassung in den Sektoren</b>	<b>14</b>
3.1	Wasserwirtschaft	14
3.2	Naturgefahren	20
3.3	Landwirtschaft	24
3.4	Waldwirtschaft	27
3.5	Energie	29
3.6	Biodiversitätsmanagement	31
3.7	Gesundheit	33
3.8	Tourismus	35
3.9	Raumplanung	36
<b>4</b>	<b>Querschnittsbetrachtung und Priorisierung des Handlungsbedarfs</b>	<b>37</b>
4.1	Querschnittsbetrachtung	37
4.2	Bedeutung der Klimaänderung für die Sektoren und Priorisierung des Handlungsbedarfs	38
<b>5</b>	<b>Schlussfolgerungen</b>	<b>42</b>
<b>6</b>	<b>Literatur</b>	<b>46</b>

## **1 Einleitung**

### **1.1 Warum sich der Kanton Thurgau mit der Klimaänderung befasst**

Die Folgen der Klimaänderung sind heute bereits spürbar. Für die nähere Zukunft sagen Zeitreihen der Klimabeobachtung und Klimamodelle weitere Veränderungen voraus, unabhängig davon, ob global die Treibhausgasemissionen reduziert werden können. Zu erwarten sind insbesondere eine weitere Zunahme der Jahresmitteltemperatur, eine Änderung der heute vorherrschenden Niederschlagsregime und Veränderungen in Häufigkeit und Intensität von Extremereignissen wie beispielsweise Hitzeperioden. Betroffen sind insbesondere der Wasserkreislauf und der klimasensible Alpenraum, der alle grösseren Flüsse der Schweiz speist. Nachgelagert hat dies Auswirkungen auf verschiedene Sektoren wie beispielsweise die Wasserwirtschaft, die Landwirtschaft, die Infrastruktur oder den Tourismus. Aussagen, welche aus klimamodellgestützten Szenarien (CH2011) abgeleitet werden, sind mit erheblicher Unsicherheit behaftet, weil die Wirkungszusammenhänge komplex sind und in ihrem Zusammenwirken von der Wissenschaft nach wie vor erst teilweise verstanden werden.

Diese erwarteten Veränderungen fordern die Politik, sich nebst den zentralen Strategien zur Verminderung der Treibhausgasemissionen auch mit möglichen Auswirkungen der Klimaänderung auseinanderzusetzen. Der Bund hat im März 2012 seine Strategie zur Anpassung an die Klimaänderung veröffentlicht. Auch in anderen Kantonen sind bereits Grundlagenberichte und Strategien zum Umgang mit der Klimaänderung erarbeitet worden, so zum Beispiel in den Kantonen Basel Stadt, Bern, Graubünden und Schaffhausen.

Auch die Regierung des Kantons Thurgau ist sich dieser Veränderungen bewusst. Sie hat im Rahmen des Massnahmenplans Luftreinhaltung das Amt für Umwelt beauftragt, Grundlagen im Bereich Klimaanpassung im Kanton Thurgau zu erarbeiten.

### **1.2 Erarbeitung des Grundlagenberichts**

Der vorliegende Grundlagenbericht hat zum Ziel, eine Auslegeordnung zu relevanten Herausforderungen und zum Handlungsbedarf im Kanton Thurgau zu erarbeiten. Dieser basiert auf gesamtschweizerischen Grundlagen, einer qualitativen Einschätzung durch die relevanten Ämter und Fachstellen der kantonalen Verwaltung sowie den Resultaten eines Workshops, der am 22. November 2011 durchgeführt wurde. An diesem Workshop haben die betroffenen Ämter und Fachstellen die im Grundlagenbericht ausgeführten Herausforderungen diskutiert und Sektoren respektive Handlungsfelder mit Handlungsbedarf priorisiert.

Der Bericht dient als Grundlage für den weiteren Prozess, welcher die Klimaänderung vorausschauend in die Entwicklung des Kantons einbezieht und den entsprechenden Risiken und Chancen angemessen Rechnung trägt. Wo ein Handlungsbedarf identifiziert wird, soll der erreichte Stand der Anpassung periodisch einer Prüfung unterzogen werden.

## **2 Klimaänderung im Kanton Thurgau**

### **2.1 Fakten, Trends und Unsicherheiten**

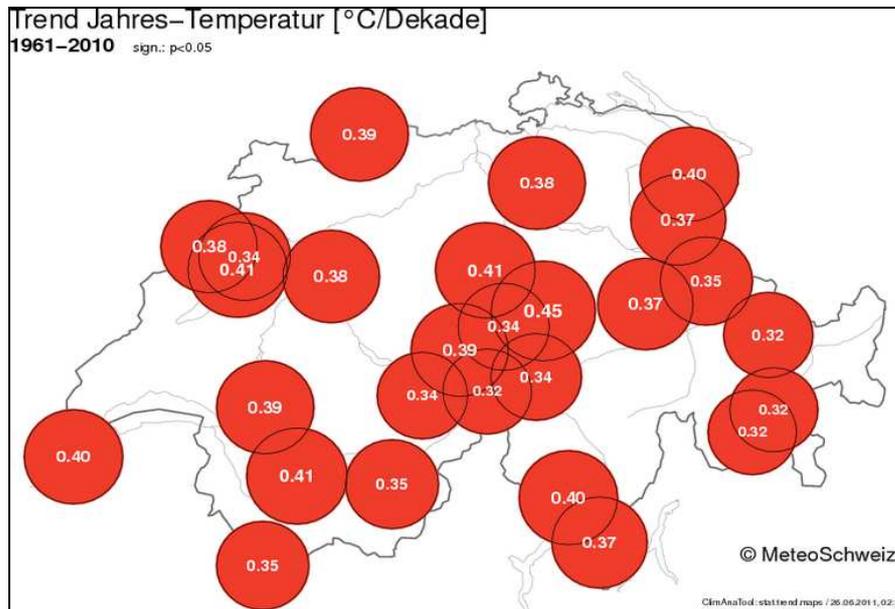
#### *Bisherige Klimabeobachtungen*

Klimabeobachtungen in der Schweiz zeigen seit dem ausgehenden 20. Jahrhundert einen deutlichen Trend zu steigenden Temperaturen. Die Temperaturerwärmung war in der Schweiz im letzten Jahrhundert stärker als im globalen Mittel. Diese betrug im 20. Jahrhundert je nach Region zwischen 1° und 1.6°C (OcCC 2007). Für den Kanton Thurgau sind nur wenig lange Zeitreihen verfügbar. Insgesamt bewegt sich die Erwärmung der Ostschweiz innerhalb des schweizweiten Mittels. Die am nächsten gelegenen Stationen Zürich und St. Gallen weisen über die Jahre 1961 bis 2010 eine Temperaturzunahme von 0.38° bzw. 0.4°C pro Dekade auf (siehe Figur 1)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Temperaturreihen gibt es für 30- und 50-Jahresperioden nur für die Stationen Zürich SMA und St Gallen. Eine 100-jährige Zeitreihe gibt es in der Ostschweiz nur für die Stationen Zürich (SMA) und Säntis. Im Rahmen des Berichts CH2011 wurde die Station Güttingen für die Auswertung herangezogen.

### Trends der mittleren Jahrestemperatur 1961 bis 2010



**Figur 1**

Trends der mittleren Jahrestemperatur zwischen 1961 und 2010 (Temperaturzunahme in °C pro Dekade).

Lesebeispiel: An der Station Zürich SMA hat die Temperatur in den letzten 50 Jahren pro Dekade um 0.38°C. zugenommen.

Quelle: MeteoSchweiz (Webseite).

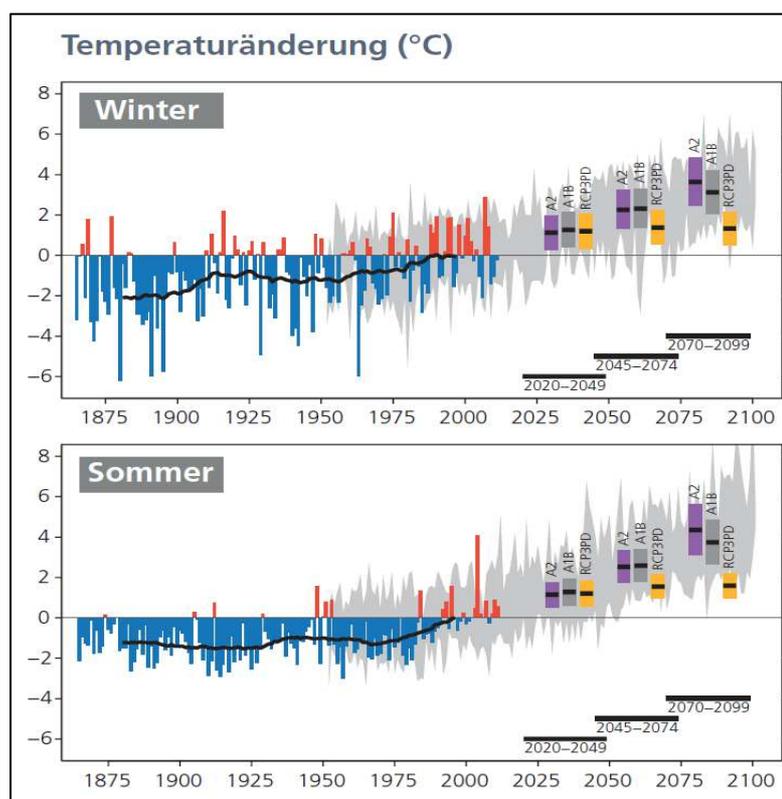
Ein uneinheitliches Bild zeigt sich in der Niederschlagsentwicklung<sup>2</sup>. Schweizweit sind bei den meisten Stationen und auch saisonal keine signifikanten Trends in die eine oder andere Richtung erkennbar. Zudem sind auch innerhalb von kleinen Räumen keine eindeutigen Trendrichtungen erkennbar (Figur 2).

<sup>2</sup> Stationen mit 50-jährigen und 30-jährigen Niederschlagsreihen in der Ostschweiz: Zürich (SMA), Tänikon, Steckborn, St Gallen; Tänikon weist als einzige dieser Stationen über 50 Jahre eine signifikante Zunahme der Niederschläge aus.



Die erwarteten Klimaänderungen fallen regional und saisonal sehr unterschiedlich aus und hängen insbesondere auch von den Entwicklungen künftiger Treibhausgasemissionen und den erwarteten Landnutzungsänderungen (Wälder und landwirtschaftliche Nutzflächen) ab. Erstmals wurden verschiedene Emissionsszenarien berücksichtigt, nämlich zwei Szenarien ohne Interventionen (A2 und A1B rechnen mit einer weiteren Zunahme der globalen Emissionen bis 2050) und ein Klimastabilisierungsszenario, welches besagt, dass die Emissionen global bis 2050 im Vergleich zu 1990/2005 um 50% reduziert werden. All diese Szenarien basieren auf Annahmen zur globalen Bevölkerung und Wirtschaftsentwicklung, die bereits bis 2050 mit erheblichen Unsicherheiten behaftet sind. Erstmals wurden auch die Szenarien für drei Datenpunkte berechnet, nämlich für die Nordostschweiz, die Nordwestschweiz und die Südschweiz. Bei den erwarteten Temperaturänderungen zeigt sich für die Nordostschweiz Folgendes:

### Änderungen der saisonalen Temperatur in der Nordostschweiz



**Figur 3**

Vergangene und künftige Änderungen der saisonalen Temperatur in der Nordostschweiz. Die dünnen farbigen Balken zeigen die jährlichen Abweichungen vom gemessenen Durchschnitt gegenüber dem Referenzzeitraum 1980-2009. Die dicken farbigen Balken zeigen die besten Schätzungen der drei Szenarien. Quelle: CH2011.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Die drei Emissionsszenarien können folgendermassen umschrieben werden:  
*Szenario A1B:* Mix aus fossilen und nicht-fossilen Energiequellen. Welt mit schnellem Wirtschaftswachstum und einer Weltbevölkerung, die Mitte Jahrhundert ihr Maximum erreicht hat und danach sinkt. Schnelle Einführung neuer effizienter Technologien.

Es ist davon auszugehen, dass das Klima in der Nordostschweiz wie in der ganzen Schweiz auf mittlere Frist signifikant vom heutigen Zustand abweichen wird. Es wird erwartet, dass die Mitteltemperaturen in allen Jahreszeiten ansteigen werden. Bis zum Ende des 21. Jahrhunderts ist bei den Szenarien ohne Intervention gegenüber den letzten 30 Jahren eine Zunahme der jahreszeitlichen Mitteltemperatur von 2.7 bis 4.8°C zu erwarten.

Mit dem optimistischen Szenario der Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre bei ca. 450 ppm CO<sub>2</sub> würde sich das Klima in der Schweiz immer noch ändern. Die Zunahme der Mitteltemperatur könnte aber bei 1.2° bis 1.8°C stabilisiert werden. Eine Änderung der Witterungsverhältnisse ist schon auf mittlere Sicht wahrscheinlich. Ob die Langfristszenarien im Bereich der angegebenen Bandbreite eintreffen werden, ist dagegen unsicherer<sup>4</sup>.

Bezüglich der erwarteten Niederschlagsänderungen zeigt sich ein heterogeneres Bild (Figur 4). Die mittleren Niederschlagsmengen bleiben im Winter auf gegenwärtigem Niveau (und fallen eher in Form von Regen), im Sommer dürften sie in der Nordostschweiz wie in der gesamten Schweiz abnehmen. Für den politikrelevanten Zeitraum bis 2035 sind allerdings kaum grössere Änderungen zu erwarten.

---

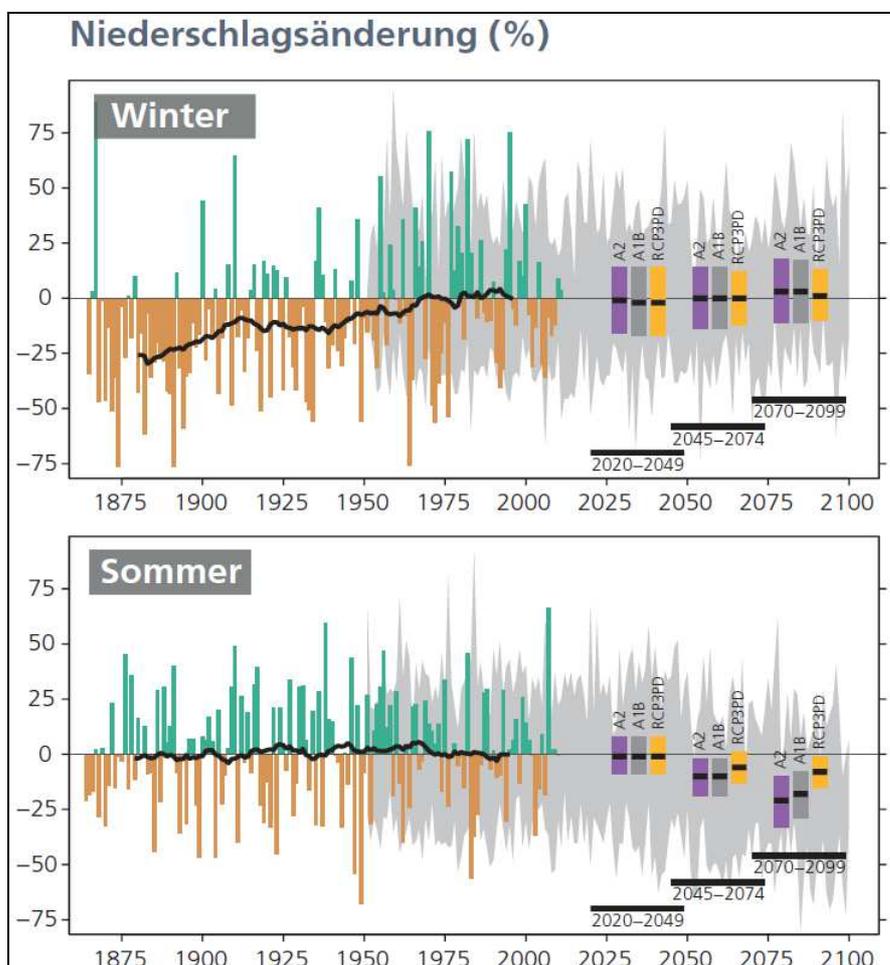
*Szenario A2 (violett):* Beschreibt eine heterogene Welt mit kontinuierlich wachsender Weltbevölkerung. Wirtschaftsentwicklung ist regional orientiert und Wirtschaftswachstum und Technologiewandel ist fragmentierter und langsamer als in anderen Szenarien.

*Szenario RCP3PD (gelb):* Szenario, das CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der Atmosphäre bei 450 ppm stabilisiert. Globale Mitteltemperaturerhöhung beträgt maximal 2°C gegenüber vorindustrieller Zeit. Szenario impliziert massive Reduktionen der Treibhausgasemissionen in den nächsten Dekaden (CH2011).

*Szenario A1B (grau):* Mittleres Szenario mit weniger Wachstum.

<sup>4</sup> Trends bezüglich Wirtschaftsentwicklung, Energieverbrauch und Bevölkerung weisen global nach oben. Es ist aber unsicher, ob diese noch ein halbes oder ein ganzes Jahrhundert anhalten werden.

### Änderungen des saisonalen Niederschlags in der Nordostschweiz



**Figur 4**

Vergangene und künftige Änderungen des saisonalen Niederschlags in der Nordostschweiz. Die dünnen farbigen Balken zeigen die jährlichen Abweichungen vom gemessenen Durchschnitt über den Referenzzeitraum 1980-2009. Die dicken farbigen Balken zeigen die besten Schätzungen der drei Szenarien.

Quelle: CH2011.<sup>5</sup>

Bis Ende des 21. Jahrhunderts dürften die Sommerniederschläge ohne erfolgte Emissionsreduktionen um 18 bis 28 % und im Fall einer Stabilisierung der Emissionen um 8 bis 10% abnehmen.

Relevant für den Umgang mit Klimaänderungen sind nicht nur veränderte, mittlere Temperatur- und Niederschlagswerte, sondern insbesondere auch Extremereignisse wie Starkniederschläge oder Hitzeperioden. Es ist von häufigeren, intensiveren und länger anhaltenden Wärmeperioden und Hitzewellen auszugehen, während die Zahl der kalten Wintertage und -nächte vermutlich

<sup>5</sup> Erläuterungen der drei Szenarien, siehe Fussnote 3.

abnehmen wird. Mit grösseren Unsicherheiten behaftet sind Änderungen in Häufigkeit und Intensität von Niederschlägen. Markante Änderungen können allerdings nicht ausgeschlossen werden. So wird zum Beispiel für die Schweiz und Europa eine leichte Tendenz in Richtung intensiverer Regenfälle im Herbst und einer potenziellen Zunahme von intensiven Regenfällen im Sommer und Winter erwartet. Zudem ist eine weitere Verschiebung von Schnee hin zu Regen zu erwarten, was das Überschwemmungsrisiko vergrössern wird.

### 2.2 Herausforderungen der Klimaänderung

Die Auswirkungen und Folgen der Klimaänderung für den Kanton Thurgau sind vielfältig. Die Anpassungsstrategie des Bundes nennt folgende Herausforderungen, die auch für den Kanton Thurgau von Bedeutung sind (Bundesrat 2012):

- **Zunehmende Sommertrockenheit**

Aufgrund der Abnahme der Sommerniederschläge und der Zunahme der Temperatur ist mit häufigeren Trockenperioden – auch wegen der stärkeren Verdunstung von Wasser durch Pflanzen und Böden – zu rechnen. Die Tendenz zur sinkenden Wasserführung der Gewässer im Sommer wirkt sich auf sämtliche Wassernutzer aus. Betroffen sind insbesondere die Landwirtschaft (erhöhter Bewässerungsbedarf), die Siedlungswasserwirtschaft, wasserintensive Industriebranchen, die Waldwirtschaft, die Biodiversität und die Energiegewinnung aus Wasserkraft. Neben diesen vorwiegend wirtschaftlichen Auswirkungen sind auch die Auswirkungen auf die Ökologie und die damit verbundenen Veränderungen des Lebensraums von Bedeutung (siehe unten). Der Druck auf die verfügbaren Wasserreserven nimmt zu, und es kann örtlich und zeitlich begrenzt zu Engpässen im Wasserangebot kommen. Zum Teil kann es zu Konkurrenzsituationen zwischen den verschiedenen Wassernutzern sowie zu Konflikten mit den Gewässerschutzzielen kommen.

- **Steigendes Hochwasserrisiko**

Winterhochwasser werden im Mittelland wahrscheinlich häufiger auftreten. In den anderen Jahreszeiten sind die Trends uneindeutig. Vermehrte Hochwasserereignisse würden zu einer veränderten Gefährdung von Siedlungen, Gebäuden, Verkehrswegen und Infrastrukturen führen, was Auswirkungen auf fast alle Sektoren gemäss Kapitel 3 hat.

- **Beeinträchtigung der Wasser-, Boden- und Luftqualität**

In den Oberflächengewässern werden die Wassertemperaturen ansteigen, was zu geringerem Sauerstoffgehalt in Gewässern und bei Niedrigwasser oder unmittelbar nach Starkniederschlägen zu erhöhten Schadstoffkonzentrationen führen kann. Erhöhte Schadstoffkonzentrationen beeinträchtigen die Qualität des Grundwassers und den Lebensraum der Was-

serorganismen – insbesondere der bereits gefährdeter Fischarten. Die Bodenerosion kann ohne Gegenmassnahmen in der Bodenbewirtschaftung wegen häufigerer und stärkerer Niederschläge zunehmen. Auch die Luftqualität kann bei häufigeren stabilen Hochdrucklagen beeinträchtigt werden, da diese die Akkumulation hoher Schadstoffkonzentrationen begünstigen. Dies hat Auswirkungen auf die Gesundheit, die Ressourcennutzung (v.a. Wasser, Landwirtschaft, Waldwirtschaft), aber auch auf die Gesundheit der Ökosysteme.

- **Veränderung von Lebensräumen, Artenzusammensetzung und Landschaft**

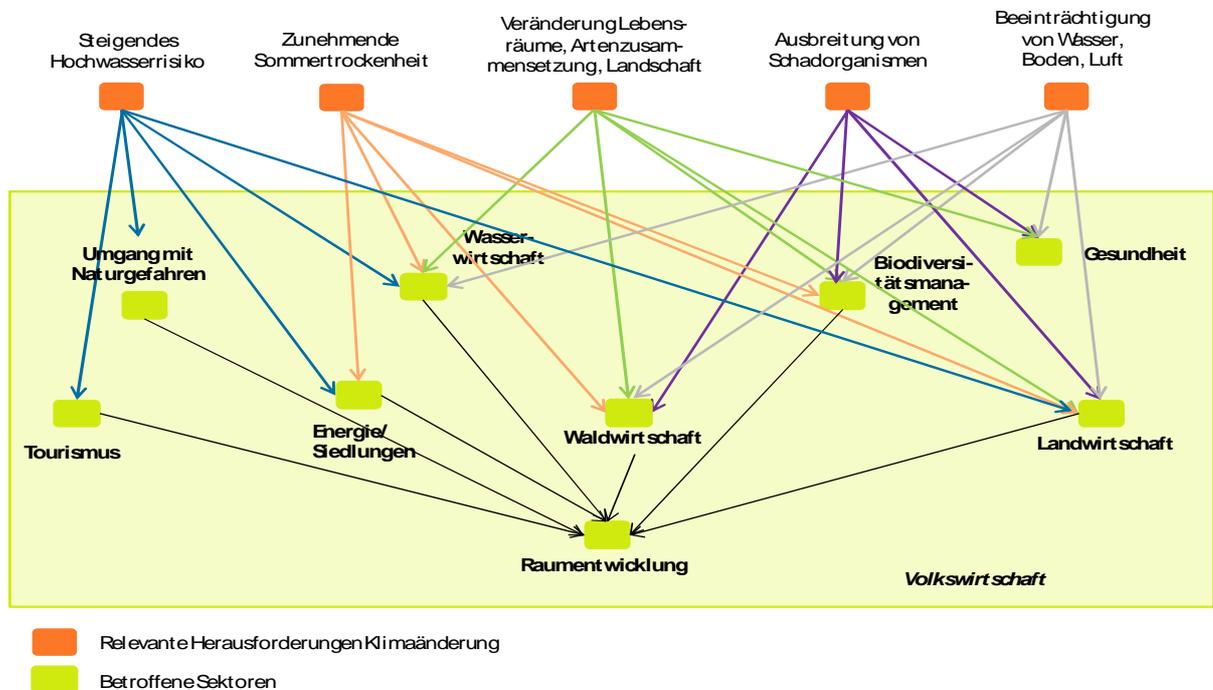
Die Veränderungen von Temperatur und Niederschlag wirken sich auf die Verbreitung von Tier- und Pflanzenarten und auf natürliche Lebensräume aus. Lokal wird es zu einer Veränderung der Artenzusammensetzung kommen, d.h. neue Arten wandern zu, andere werden häufiger, seltener oder drohen zu verschwinden. Veränderte Standortbedingungen können zu einem Verlust von Lebensräumen von gewissen Artengemeinschaften führen und das Landschaftsbild verändern. Davon betroffen sind insbesondere die Wasserwirtschaft, die Waldwirtschaft, das Biodiversitätsmanagement und die Gesundheit.

- **Ausbreitung von Schadorganismen, Krankheiten und gebietsfremden Arten**

Potenzielle Schadorganismen können durch mildere Winter eher überwintern und die Populationen können sich rascher ausbreiten als bisher. Zudem könnten sich wärmeliebende Arten vermehrt ausbreiten, worunter sich auch invasive Organismen befinden dürften, die sich auf Gesundheit und Ökosysteme negativ auswirken können. In der Land- und Forstwirtschaft könnte eine Ausbreitung und Vermehrung von Schadorganismen grosse Schäden verursachen.

Die zentralen Herausforderungen sowie die Bezüge zu den relevanten Sektoren sind in Figur 5 dargestellt. Es zeigt sich, dass alle Sektoren als Teile der Volkswirtschaft mit verschiedensten Herausforderungen konfrontiert sein werden.

### Relevante Herausforderungen und betroffene Sektoren



**Figur 5**

Illustrative Darstellung der wichtigsten Herausforderungen der Klimaänderung auf die verschiedenen Sektoren. Eigene Darstellung, basierend auf der Anpassungsstrategie des Bundes, angepasst für die für den Kanton Thurgau relevanten Herausforderungen und Sektoren.

Allgemein ist festzuhalten, dass die Änderung des Klimas Chancen mit sich bringt, jedoch auch ein zusätzliches Risiko darstellt, das andere relevante Prozesse überlagert und allenfalls verstärkt. So sind Klimaveränderungen beispielsweise stark mit dem hydrologischen Kreislauf und Ökosystemprozessen verwoben. Heutige Nutzungs- und Interessenkonflikte wie zum Beispiel Zielkonflikte zwischen Schutzfunktion, Nutzung und Ökologie der Gewässer könnten sich bei veränderten Niederschlagssituationen akzentuieren. Weiter ist zu beachten, dass die Auswirkungen der Klimaänderungen nicht nur lokaler oder regionaler Natur, sondern auch internationaler Natur sind. So ist die Schweiz über den Güteraustausch mit der übrigen Welt verflochten. Beispiel dafür sind globale Verschiebungen geeigneter Anbaugelände für wichtige landwirtschaftliche Güter, die zu Preisanstiegen der Nahrungsmittel führen können. Entsprechend ist zu beachten, dass allfällige Anpassungsmaßnahmen auf kantonaler Ebene nur auf die Änderungen antworten können, die sich innerhalb des kantonalen Gebiets manifestieren. Für verschiedene erwartete Herausforderungen stehen deshalb primär regionale und gesamtschweizerische Lösungsansätze im Vordergrund.

### **3 Anpassung in den Sektoren**

In diesem Kapitel werden Betroffenheit, Handlungsbedarf und Handlungsspielraum in relevanten Sektoren für den Kanton Thurgau abgeschätzt. In Anlehnung an die Anpassungsstrategie des Bundes werden dieselben Sektoren thematisiert, nämlich Wasserwirtschaft, Naturgefahren, Landwirtschaft, Waldwirtschaft, Energie, Biodiversität, Gesundheit und Raumplanung. Für jeden Sektor werden die folgenden drei Fragen beantwortet.

- Wie ist die Betroffenheit des Sektors gegenüber Klimaveränderungen bzw. welche Herausforderungen ergeben sich?
- Welche Handlungsansätze und Massnahmen verfolgt der Kanton Thurgau bereits, um der Herausforderung Klimaänderung zu begegnen?
- Wo besteht aufgrund der kantonalen Eigenheiten/Gegebenheiten zusätzlicher Handlungsbedarf, und wo verfügt der Kanton Thurgau über einen Handlungsspielraum?

#### **3.1 Wasserwirtschaft**

Der Sektor Wasserwirtschaft wird in diesem Kontext breit interpretiert. Er umfasst neben den Bereichen Wassernutzung und Wasserbau auch die Abwasserentsorgung und die Gewässerqualität.

##### **Betroffenheit**

Die Wasserwirtschaft ist in vielfältiger Weise durch die Klimaänderung betroffen. Die verschiedenen Teilaufgaben sind in hohem Mass miteinander vernetzt, was einen hohen Grad an Komplexität mit sich bringt. Gross ist die Betroffenheit des Kantons insbesondere in den folgenden Bereichen:

- **Steigender Wasserverbrauch** für Bewässerung und andere Anwendungen: Verminderte Sommerniederschläge und erhöhte Verdunstung führen zu einem erhöhten Bewässerungsbedarf in der Landwirtschaft. Während der häufiger auftretenden Trockenperioden ist mit verstärkter Nutzungskonkurrenz oder sogar Nutzungskonflikten zwischen verschiedenen wassernutzenden Sektoren der Wirtschaft (nebst der Landwirtschaft auch wasserintensive industrielle Betriebe sowie Siedlungswasserwirtschaft) und den Anliegen der Gewässerökologie (Restwasser) zu rechnen.
- **Hochwasser**  
Die Zunahme der Niederschläge im Winter und das Ansteigen der Schneegrenze lassen den sofort abflusswirksamen Regen ansteigen und erhöhen das Hochwasserrisiko. Deshalb

wird sich im Thurgau das potenzielle Hochwasser in den Zeitraum vom Frühsommer in das Winterhalbjahr verschieben und teilweise auch verlängern.

- **Siedlungsentwässerung**

Starkniederschläge können zu häufigeren und intensiveren Überlastungen von Abwasserentsorgungsanlagen (Kanäle, Rückhaltebecken, Versickerungsanlagen) führen. Dadurch können sich einerseits die Schmutzwasserentlastungen in die Gewässer häufen, und es kann andererseits zu Schmutzwasserrückstau im Siedlungsgebiet kommen. Perioden mit wenig Niederschlägen können zu einem erhöhten Unterhalt bei den Abwasserkanälen wegen zunehmenden Ablagerungen führen. Anhaltendes Siedlungswachstum belastet die Abwasserinfrastruktur zusätzlich.

- **Niedrigwasser**

„Trockentage“ (mit Niederschlag <1mm) nehmen in den für die Vegetation wichtigen Monaten April bis August zu. Bäche und Flüsse führen im Sommer häufig Niedrigwasser. Zudem nimmt der Bewässerungsbedarf in der Landwirtschaft zu.

- **Trinkwasser**

Es ist zu erwarten, dass die durch die Klimaänderung vermehrt auftretenden Trockenheiten ein Versiegen von Quellen, ein Absinken von Grundwasserständen sowie eine Verminderung der Rohwasserqualität durch Temperaturerhöhung bewirken. Ebenfalls können die häufigeren Starkniederschlags- sowie Hochwasserereignisse vermehrt das Grundwasser beeinträchtigen. Ein stark schwankendes Wasserangebot kann zur Beeinträchtigung der Trinkwasserversorgung mit Grund- und Quellwasser führen, wenn verschiedene Nutzer (Siedlungen, Industrie und Landwirtschaft) vom gleichen Netz versorgt werden. Nicht vernetzte und private Wasserversorgungen sind diesen Dargebotsschwankungen speziell ausgesetzt, denn sie haben keine weitere Wasserbezugsmöglichkeit.

- **Grundwasser** wird für Trinkwasser, als Brauchwasser für Industrie und Gewerbe und für Bewässerungszwecke verwendet. Diese Nutzungen können in Gebieten, in welchen sich der Grundwasserspiegel nach Trockenperioden nicht mehr genügend rasch erholt, betroffen sein. Die Förderung aus kleinen Grundwasservorkommen muss dann teilweise eingeschränkt werden. Bei intensiven Niederschlägen und einem schnellen Anstieg des Grundwasserspiegels im Anschluss an lange Trockenperioden kann es zu starken Anstiegen der Nitratkonzentrationen kommen.

- **Bodensee**

Höhere Verdunstungsraten und geringere Niederschläge im Einzugsgebiet des Sees tragen dazu bei, dass die mittleren jährlichen Pegelstände fallen und eher Niedrigwassersituationen auftreten können. Höhere Temperaturen tragen dazu bei, dass die vertikalen Tempera-

turgradienten im See zunehmen. Thermisch bedingte Schichtungen werden tendenziell stabiler. Dies führt häufiger zu einer unvollständigen Zirkulation des Wasserkörpers und somit zu einem kleineren Sauerstoffeintrag in die tiefen Wasserbereiche.

- **Gewässerqualität** (Grund- und Oberflächengewässer)

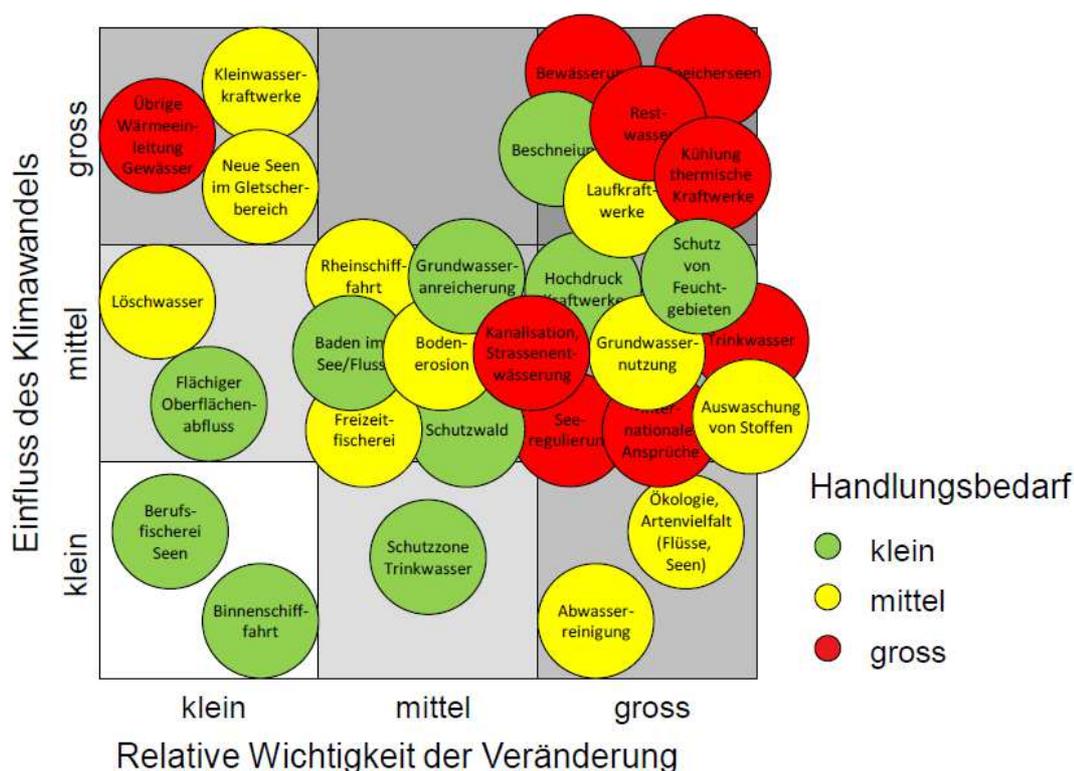
Das Zusammenwirken von Schadstoffbelastung und hoher Wassertemperatur kann sich auf die aquatischen Lebensräume negativ auswirken. Es besteht das Risiko stärkerer Auswaschung von reaktiven Stickstoffverbindungen (z.B. Nitrat) und Phosphor bei Starkniederschlag und somit einer Verstärkung bestehender Probleme.

- **Fischerei**

Es ist infolge erhöhter Wassertemperaturen von eingeschränkteren Lebensräumen für kaltwasserliebende Fischarten auszugehen. Die Berufsfischerei, die am See angesiedelt ist, ist davon weniger betroffen als die Pachtfischerei an Fließgewässern.

Die nachfolgende Figur 6 zeigt die für die Wasserwirtschaft relevanten Handlungsfelder der Anpassungsstrategie des Bundes auf, die zu einem grossen Teil auch für den Kanton Thurgau relevant sind. Die Darstellung identifiziert auch im Kanton Thurgau betroffene Bereiche mit hohem Handlungsbedarf.

### Handlungsfelder der Anpassung in der Wasserwirtschaft gemäss Anpassungsstrategie des Bundes



**Figur 6**  
 Der Bereich Wasserwirtschaft ist komplex und zeigt in der Einschätzung des Bundes Felder mit hohem Handlungsbedarf. Quelle: Bundesrat 2012.

### Bestehende Massnahmen

Im Grundsatz ist die Beeinträchtigung des natürlichen Wasserhaushalts durch Wasserverbrauch, Bodenversiegelung und Verbauungen der Gewässer zu vermindern. Viele bestehende Massnahmen des Kantons Thurgau wirken bereits in diese Richtung. Zu nennen ist zum Beispiel der **integrale Hochwasserschutz** mit Renaturierung und Sicherstellung des Gewässer- raumes (siehe dazu auch Kapitel 3.2).

- Alle Abflusspegel wurden in den vergangenen 3 Jahren modernisiert und auf online-Übermittlung umgestellt.
- Die Datenqualität und Datenverfügbarkeit bei neu erfassten Daten wurde verbessert.
- Der Hochwasserschutz wurde durch Nutzung der natürlichen Rückhalteräume, des baulichen Hochwasserschutzes und der Hochwasservorsorge schrittweise verbessert. Zur Stär-

kung der Prävention tragen die Gefahrenkarten und die konsequente Umsetzung der Prävention (etwa beim Objektschutz) bei.

Die Umsetzung dieser Grundsätze des integralen Hochwasserschutzes stösst teilweise auf Zielkonflikte (Raumplanung, Landnutzung und Kostenwirksamkeit). Im Bereich **Niedrigwasser** wurden die Vorbereitungsarbeiten für den Umbau von Abflussmessstellen zur Messung von Niedrigwasser vorangetrieben. Bei der Erarbeitung von Bewirtschaftungskonzepten für Bäche, Flüsse und das Grundwasser im Kanton wurde Wichtiges erreicht. Dazu gehört auch der Abschluss der Messnetz-Optimierung für das Grundwasser.

Im Bereich **Trinkwasserversorgung** werden die Verbundsysteme für die Trinkwasserversorgung stetig verbessert. Der Handlungsspielraum für Anpassungen ist für die einzelne Wasserversorgung oft klein, weshalb der Lösungsansatz in der verstärkten Zusammenarbeit mit anderen Wasserversorgungen liegt. Langfristig kann nur durch eine sinnvolle Vernetzung die Versorgung mit qualitativ einwandfreiem Wasser jederzeit, in genügender Mengen und zu wirtschaftlichen Kosten, sichergestellt werden. Um die Veränderungen des Wasserdargebots erkennen zu können, ist die Beobachtung der Wasserqualität und -quantität (Quellschüttung und Grundwasserspiegel) zu intensivieren.

Im Bereich des **Monitorings am Bodensee** ist das Interreg-Projekt „Klimawandel am Bodensee“ (KlimBo) zu erwähnen. Dieses hat zum Ziel, Veränderungen der natürlichen Prozesse zu erkennen und zu verstehen, deren Auswirkungen abzuschätzen und entsprechende Massnahmen zu erarbeiten. Das Projekt startete im Februar 2011 und dauert bis 1. Oktober 2014.

### **Zusätzlicher Handlungsbedarf und Handlungsspielraum**

Zusätzlicher Handlungsbedarf besteht hinsichtlich Hochwasser, der Wassernutzung bei Niedrigwasserständen sowie der Koordination und dem Management im Bereich Grund- und Trinkwasser:

#### *Datengrundlagen/Hydrometrie*

Zur Abschätzung von Hochwasserabflüssen wie auch für das Erkennen der Entwicklung von Niedrigwasserabflüssen sind belastbare regionale Daten zu gewinnen. Dazu sind die bestehenden Abflussmessstationen zu optimieren und gegebenenfalls zu ergänzen. Aufmerksamkeit soll auch der aufzugeleisteten Erhebung belastbarer regionaler Daten im Bereich Grund- und Trink-

wasser geschenkt werden. Zu verbessern sind die Datengrundlagen zu Bewässerungseinrichtungen. Kohärente Datenreihen bilden die Grundlage für die Bewertung der Auswirkungen veränderter hydrologischer Verhältnisse (auf Oberflächen- und Grundwasser). Aufgrund verbesserter Datengrundlagen kann zum Beispiel ein Klimaänderungszuschlag bei der Bemessung von Hochwasserschutzbauten geprüft werden.

### *Massnahmenbereich Hochwasser*

- Sicherung und Ausbau der natürlichen Hochwasser - Rückhaltemöglichkeiten,
- Ermitteln und Ausweisen von Überschwemmungsgebieten,
- Umsetzen Gefahrenkarten inkl. Objektschutzmassnahmen für bestehende Bauten in gefährdeten Gebieten.

### *Massnahmenbereich Niedrigwasser und Wassernutzung*

Zusätzlicher Handlungsbedarf besteht insbesondere im Handlungsfeld Trockenheit, Niedrigwasser und Wassernutzung, einem Schlüsselfeld eines integralen Wassermanagements. Dazu gehören:

- Erstellung von Wärmelastplänen und von Niedrigwasser-Managementplänen für Grundwasservorkommen, Oberflächengewässern und Seen unter Einbezug der Wasserkraftnutzung.
- Effizienzsteigerung der Bewässerungsanlagen, was Anreize zur Sanierung älterer Anlagen braucht. Schaffung von Speicherkapazitäten und Konzentration der Bewässerungsinfrastruktur auf grosse Gewässer (Thur, Rhein, Bodensee) sowie grosse Grundwasservorkommen.
- Prüfen und sichern von Standorten für Speicher zur Verbesserung der Niedrigwassersituationen (nutzungsorientiert).
- Nutzen von Potenzialen zum Wasserrückhalt (Bodenbedeckung) und zur Erhöhung der Grundwasserneubildung (durch Infiltration).
- Abmildern der Auswirkungen extremer sommerlicher Wassertemperaturen, z.B. durch Massnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur.
- Laufende Anpassung der für die Konzessionierung von Wasserentnahmen massgebenden Planungsgrundlagen.
- Berücksichtigen der zukünftigen klimatischen Entwicklung bei der Vergabe von Konzessionen zur Wassernutzung.

#### *Massnahmenbereich Grund- und Trinkwasser*

Für extreme Niedrigwasserereignisse sind angepasste Managementkonzepte zu entwickeln. Diese sollen durch Wissensvermittlung und Kommunikationsmassnahmen unterstützt werden.

#### *Massnahmenbereich institutionelle Zusammenarbeit*

Die integrale Gewässerbewirtschaftung erfordert institutionelle Voraussetzungen, die zum Teil noch nicht gegeben sind. Für die zukünftigen Herausforderungen fehlt eine übergeordnete Koordination der Wasserwirtschaft (siehe auch Bundesrat 2012). Handlungsbedarf in der Vertiefung der ämterübergreifenden Zusammenarbeit besteht insbesondere im Handlungsfeld Trockenheit, Niedrigwasser und Wassernutzung. Der Paradigmenwechsel von einem vorwiegend bedarfsorientierten zu einem mehr angebotsorientierten Wassermanagement kann nur schrittweise vollzogen werden. Das Dokument „Einzugsgebietsmanagement – Leitbild für die integrale Bewirtschaftung des Wassers in der Schweiz“ (BAFU 2011) kann dazu als Grundlage dienen.

#### **Zusammenfassung des Handlungsbedarfs in der Wasserwirtschaft**

- Datengrundlagen für besseres Verständnis des Handlungsfeldes Trockenheit, Niedrigwasser und Bewässerungsbedarf schaffen.
- Integrales, angebotsorientiertes Wassermanagement schrittweise aufbauen.
- Steigender Bewässerungsbedarf der Landwirtschaft: Speicherung, Effizienzsteigerung und Konzentration der Anlagen an grossen Gewässern.
- Handlungsbedarf bei der Abwasserentsorgung (Kanäle, Rückhaltebecken) für den Fall vermehrter Starkniederschläge prüfen.
- Umsetzen der Erkenntnisse aus den Gefahrenkarten.

### **3.2 Naturgefahren**

#### **Betroffenheit**

Umfang und Eintretenswahrscheinlichkeit von Extremereignissen dürften zunehmen. Damit verbunden ist ein Anstieg des Schadenpotenzials, das durch Zunahme von Infrastrukturwerten und Siedlungsausdehnungen zusätzlich wächst. Weite Gebiete des Kantons sind vom Hochwasserrisiko betroffen, etwas weniger bedeutend sind die Risiken Rutschungen und Steinschlag. Die Exposition gegenüber Trockenheit, Sturm und Hagel sind bedeutende Risiken für Land- und Forstwirtschaft. Das Risiko der Trockenheit ist für den Kanton Thurgau ein wichtiger und kritischer Aspekt, da Gemüse, Obst, Getreide und andere landwirtschaftliche Kulturen auf

guten Boden und genügend Wasser angewiesen sind. Hagel kann Kulturen zerstören und das Einkommen der Landwirte beeinträchtigen.

Naturgefahren bekommen im Gefährdungskatalog, der auch technische und gesellschaftliche Gefahren beinhaltet, ein höheres Gewicht. Gemäss Gebäudeversicherung sind die Aufwendungen bei Elementarschäden am Steigen, was auch auf das Bauen in gefährdeten Zonen und die veränderte Erwartungshaltung der Bevölkerung zurückzuführen ist.

### **Bestehende Massnahmen**

#### *Hochwasserschutz*

Der Bereich Hochwasserschutz fällt in die Zuständigkeit des Amtes für Umwelt. Er basiert auf dem integralen Risikomanagement und wird als Verbundaufgabe mit Bund, Nachbarkantonen und den Gemeinden wahrgenommen. In der Prävention sind das Amt für Raumplanung und das Amt für Bevölkerungsschutz und Armee sowie die Gebäudeversicherung mit einbezogen. Die Ausarbeitung und abschnittsweise Umsetzung des „Thurrichtprojektes“ im Thurtal ist eine wichtige und grosse Herausforderung im Hochwasserschutz. Massnahmen sind auch an verschiedenen Bächen in Umsetzung.

- Die Gefahrenkartierung in vier Grossregionen des Kantons (entsprechend den Einzugsgebieten des Kantons), ist im Gange. Die Gefahrenkarten liegen Ende 2013 vor.
- 2. Thurkorrektur: Kombination Hochwasserschutz und Ökologie. Stand 2011: Die öffentliche Auflage des Hochwasserschutzprojektes des Thur-Abschnitts Bürglen-Weinfeldern ist erfolgt.
- An kleinen Fliessgewässern werden laufend Verbesserungen hinsichtlich Hochwasserschutz und quantitativem Gewässerschutz vorgenommen (Bachprojekte).

#### *Bevölkerungsschutz*

Der Kanton Thurgau führt periodisch eine Risikoanalyse und Risikobewertung durch, auf deren Basis dann eine integrale Massnahmenplanung erfolgen kann. Zurzeit wird unter dem Titel „Risiken Thurgau“ eine umfassende Analyse und Bewertung durchgeführt, die Mitte 2013 abgeschlossen werden soll. Auf Basis eines Gefahrenkatalogs werden Szenarien (Basisszenario und Worst-case - Szenario) für einzelne Gefährdungen und eine Risikomatrix entwickelt (gibt Auskunft über Eintretenswahrscheinlichkeit und Schadensausmass).

Weiter werden betroffene Bereiche und Organisationen identifiziert und allfällige Lücken und Defizite beim Umgang mit diesen Risiken ermittelt. Klimaveränderungen spielen dabei insofern eine Rolle, als dass in den Worst-case - Szenarien von höheren Eintretenswahrscheinlichkeiten als bisher ausgegangen wird.

Was die Massnahmen im Ereignisfall angeht, bestehen vordefinierte Prozesse und klare Zuständigkeiten, z.B. im Bereich der Warnung und Alarmierung. Der Bevölkerungsschutz nimmt hierbei eine Koordinationsrolle ein und leistet Beiträge zur Sensibilisierung und Ausbildung. Seit 2011 wird seitens des Bundes gewarnt, wenn der Bodensee resp. der Untersee die festgelegten Schwellenwerte übersteigen wird<sup>6</sup>.

### *Gebäudeversicherung*

Grundlagen im Umgang mit Elementarschäden werden nicht vom Kanton Thurgau allein, sondern primär von der Vereinigung kantonaler Feuerversicherungen erarbeitet. Die Präventionsstiftung der Kantonalen Gebäudeversicherungen erarbeitet regelmässig Syntheseberichte zu spezifischen Fragen der Prävention gegen Elementarschäden, die dann als Grundlage für weitere Arbeiten dienen können.

Die Gebäudeversicherung entschädigt für Elementarschäden an Gebäuden und kann nach einem Schadenereignis verlangen, dass Massnahmen umgesetzt werden (z.B. Schwellen gegen Hochwasser). Diese Einschätzung geschieht fallweise und nicht basierend auf der Abschätzung künftiger Entwicklungen aufgrund von Klimaszenarien. Eine wichtige Grundlage insbesondere für Baubewilligungsverfahren in gefährdeten Zonen sollen künftig die Gefahrenkarten bieten. Es geht nun darum, diese fertigzustellen und bei der Umsetzung erste Erfahrungen zu sammeln.

## **Zusätzlicher Handlungsbedarf und Handlungsspielraum**

### *Hochwasserschutz*

Aus Sicht des Amtes für Umwelt wird das heutige Instrumentarium für den Bereich Prävention mit dem Abschluss des Projektes Gefahrenkarten um ein wichtiges Element ergänzt. Dank der klaren Prozesse in der Wahrnehmung von Querschnittsaufgaben wird dieses grundsätzlich auch unter veränderten Klimabedingungen ausreichend sein.

Die Verbesserung des Hochwasserschutzes verbunden mit Revitalisierungen von Fliessgewässerabschnitten ist eine Daueraufgabe. Deren Finanzierung bleibt eine Herausforderung. Zusätzlich ist die Alarmierung bei Hochwasserereignissen schrittweise zu verbessern.

---

<sup>6</sup> Warnung der kantonalen Fachstellen, Behörden und Bevölkerung aufgrund von Meteo-Prognosendaten.

### *Niedrig/Hochwasserbeobachtung*

Die Anpassungsstrategie des Bundes (Bundesrat 2012) zeigt u.a., dass dem Monitoring und der Früherkennung ein hoher Stellenwert zukommt. Um die Früherkennung der klimabedingten Veränderungen zu verbessern, müssen die bestehenden Monitoringsysteme weitergeführt und den Herausforderungen der Klimaänderung angepasst werden. Dazu zählt neben Hochwassern auch die Erfassung von Niedrigwasser-Ereignissen in ausreichender Qualität – auch an kantonseigenen Abfluss-Messstationen. Die Erfassung von Hochwasserereignissen ist in Verbindung mit einer möglichen Alarmierung bei Überschreitung von Grenzwerten zentral.

### *Bevölkerungsschutz*

Aus Sicht Bevölkerungsschutz ist das heutige Instrumentarium mit der periodischen Risikoanalyse und Bewertung und dank der klaren Prozesse und des Einbezugs aller involvierten Stellen grundsätzlich auch unter veränderten Klimabedingungen ausreichend. Allerdings war der Kanton Thurgau seit 1999 nicht mehr von einem grösseren Ereignis betroffen, weshalb sich bei plötzlich auftretenden Ereignissen oder Häufungen von Ereignissen zeigen muss, ob die Aufstellung stimmt. Dies hängt insbesondere auch von der Bereitschaft ab, genügend Ressourcen für den Umgang mit seltenen Ereignissen mit hohem Schadenspotenzial bereitzustellen.

### *Gebäudeversicherung*

Künftig geht es darum, gezielte Vorsorge vermehrt auch im Bereich der Elementargefahren (Hochwasser, Hagel etc.) anzuwenden anstatt primär auf Schadenereignisse zu reagieren. Wichtig ist künftig eine vermehrte Sensibilisierung und Beratung von Planern bereits vor der Baubewilligung. Diese sollen soweit informiert sein, dass sie die Beratungsleistungen von Gebäudeversicherung und anderen Stellen auch tatsächlich in Anspruch nehmen. Massnahmen können so präventiv geplant und dann meist auch kostengünstig umgesetzt werden, sodass Schäden vermieden werden können.

## **Zusammenfassung des Handlungsbedarfs im Umgang mit Naturgefahren**

- Hoch- und Niedrigwasserbeobachtung ausbauen.
- Hochwasserschutz durch integrale Planung und Revitalisierung von Fliessgewässern schrittweise verbessern.
- Bei Bauten in Gefahrenbereichen individuellen Schutz sicherstellen.
- Alarmierung bei Hochwasserereignissen (im Kanton, Koordination Bund - Kanton).
- Kontinuierliches Monitoring der Entwicklung: Gefahrenprozesse und -ereignisse.
- Raumplanerische Umsetzung der Gefahrenkarten.
- Finanzierung der Naturgefahrenprävention sicherstellen.

### **3.3 Landwirtschaft**

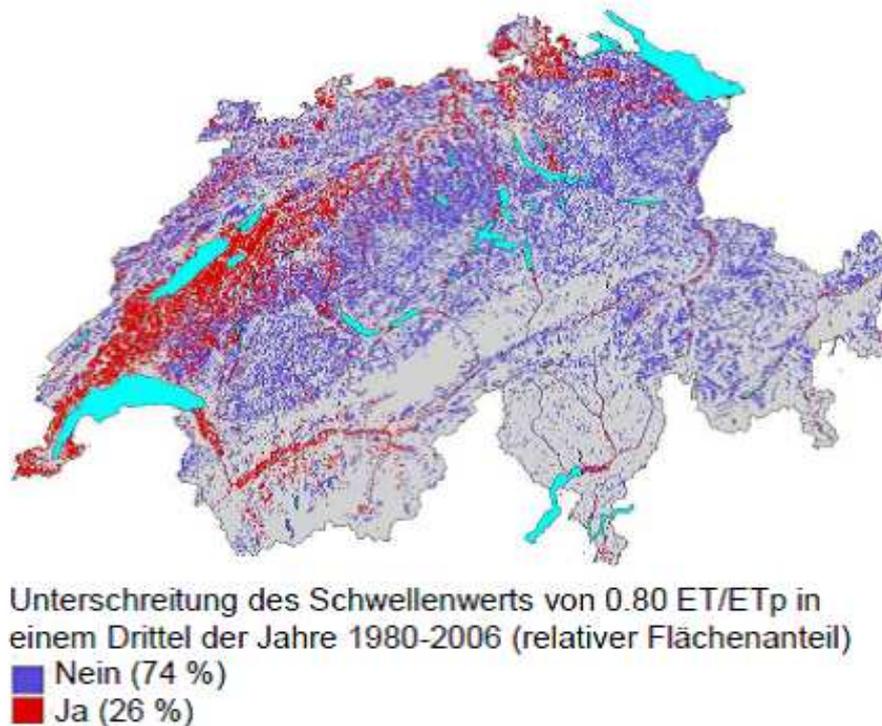
#### **Betroffenheit**

Die Klimastrategie Landwirtschaft des BLW (2011) fasst die Betroffenheit der Landwirtschaft wie folgt zusammen:

- Die Standorteignung bestimmter Sorten kann sich verändern,
- Trend zu Trockenheit im Sommer sowie die mit den höheren Temperaturen verbundene höhere Verdunstung erhöht den Bewässerungsbedarf der Acker-, Gemüse-, Obst- und Bienenkulturen sowie in trockenen Jahren auch jenen des Futterbaus,
- Hitzestress und die Zunahme von Witterungsextremen erhöhen das Risiko von Ertragsausfällen,
- Die Zunahme von Starkniederschlägen erhöht das Risiko für Schäden an Kulturen sowie in der vegetationsarmen Zeit das Risiko der Bodenerosion,
- Es ist mit einer stärkeren Verbreitung von Neobiota wie Neophyten, teilweise invasiv (z. B. Erdmandelgras, Ambrosia), oder Neozoen wie jene Insekten, welche Infektionskrankheiten übertragen (z. B. Blauzungenkrankheit Rindvieh) und von bekannten Schädlingen infolge wärmerer Winter (z. B. verkürzter Zyklus bei Engerlingen) zu rechnen.
- Hitzestress für Tiere erfordert Massnahmen im Stallbau sowie Witterungsschutz auf der Weide.

Das Amt für Landwirtschaft des Kantons Thurgau stützt sich auf diese Beurteilung der Klimastrategie Landwirtschaft ab. Innerhalb der Schweiz ist die Ostschweiz von der Klimaänderung etwas weniger stark betroffen als der Alpenraum und die Westschweiz. Diese Unterschiede werden aber überlagert von Bodeneignung und den mikroklimatischen Verhältnissen, welche die Betroffenheit wesentlich kleinräumiger differenzieren können.

### Ist-Zustand Bewässerungsbedürftigkeit von landwirtschaftlichen Kulturen



**Figur 7**

Bewässerungsbedürftigkeit der landwirtschaftlichen Nutzfläche der Schweiz. Die angewendete Schwellwertmethode bezieht sich auf die relative Evapotranspiration (ET/ET<sub>p</sub>). Wenn ET/ET<sub>p</sub> den Schwellwert von 0.8 unterschreitet ist dies ein Indikator für Wasserstress. Aufgrund dieser Analyse ist die Bewässerungsbedürftigkeit im Thurtal und an Obstkulturen im Bodenseeraum teilweise gegeben.

Quellen:BLW 2011 und J. Fuhrer und K. Jasper, 2009.

### Bestehende und eingeleitete Massnahmen

Mit der Umsetzung von mehr Nachhaltigkeit in der Landwirtschaftspolitik der Schweiz sind eine ganze Reihe von Massnahmen bereits eingeleitet worden. Die Klimastrategie Landwirtschaft des BLW hat 24 Handlungsfelder identifiziert, welche zu grossen Teilen bereits bearbeitet werden. Darunter sind für die Anpassung an die Klimaänderung die folgenden von besonderer Bedeutung:

- Unterstützung der Forschung (z.B. Massnahmen im Bereich Saatgut, trockenheitsresistentere Sorten, Optimierung der Bewässerung);
- Beispiele von guter Praxis von bäuerlicher Seite (geregelter Fruchtfolge, Düngermanagement und schonende Bodenbearbeitung welche die Bodenfruchtbarkeit stützt.

## **Anpassung an die Klimaänderung im Kanton Thurgau**

Grundlagenbericht vom 30. April 2012

Weiter laufen Bestrebungen zur Diversifizierung des Sortenspektrums, zur Anpassung an veränderte Standorteignung sowie zur Anpassung von Pflanzenschutzmassnahmen und des Bewässerungsregimes.

Hinsichtlich Betroffenheit und Handlungsfelder ergeben sich für das Landwirtschaftsamt bisher keine bedeutenden Unterschiede zwischen der Situation im Thurgau im Vergleich zur Gesamtschweiz. Es gibt deshalb auch keine für diese Fragestellung aktualisierte kantonsspezifische Dokumente zu Klimarisiken, Chancen und Anpassung der Landwirtschaft an den Klimawandel. In der Tendenz führte die Klimaänderung der letzten 30 Jahre zu einer Ausweitung der Gunstgebiete. In einem starken Landwirtschaftskanton wie dem Kanton Thurgau sieht das Landwirtschaftsamt und Gesundheitsamt ein erhöhtes Konfliktpotenzial zwischen den vom Klimawandel betroffenen Bereichen der Landnutzung. Die IBK Arbeitsgruppe Landwirtschaft und Umwelt hat im Einvernehmen mit der IBK-Leitung beschlossen, das Thema Anpassung an den Klimawandel in der Landwirtschaft im IBK- Rahmen zu bearbeiten. Ein vordringliches Thema aus dem Blickwinkel Klima und Ernährungssicherheit ist für das Landwirtschaftsamt der Kulturlandschutz (oder die Verstärkung des Kulturlandschutzes) in den für die landwirtschaftliche Produktion bestens geeigneten Gunstlagen.

### **Zusätzlicher Handlungsbedarf und Handlungsspielraum**

In der Einschätzung vom Amt für Umwelt, Gesundheitsamt und Landwirtschaftsamt gibt es insbesondere in den folgenden Handlungsfeldern zusätzlichen Handlungsbedarf und Handlungsspielraum:

- **Wasserangebotsbewirtschaftung:** Das vorhandene Wasser soll effizient und in Koordination mit allen potenziellen Nutzern (Haushalte/Gewerbe/Industrie, Energiewirtschaft und Landwirtschaft) unter Gewährleistung der ökologischen Funktion der Fliessgewässer genutzt werden. Die entsprechenden Koordinationsinstrumente und Grundlagen können verbessert werden. Dazu gehören insbesondere koordinierte Regelungen für Wasserentnahmen aus Oberflächen- oder Grundwasser für Bewässerungszwecke. Solche Regelungen sind für Wasserentnahme und die angebots- und verbrauchsabhängige Tarifierung angezeigt. Eine grosse Bedeutung kommt auch der Kommunikation zu, einerseits im akuten Fall von Knappheit im Angebot, andererseits auch ganz allgemein (Bewusstmachung des Problems).

- Verbesserungspotenzial gibt es auch im Management des Wasserbedarfs von Kulturen, in der effizienten und sparsamen Wasserverteilung und in der Wasserspeicherung. Die konsequente Umsetzung bestehender Wasserwirtschaftspläne bietet dazu eine Grundlage. Bewässerungsanlagen sind an grossen Gewässern zu konzentrieren.
- Das Gesundheitsamt schlägt vor, den kantonsärztlichen Dienst in die Entscheidungsfindung bei potentiell gesundheitsbeeinträchtigenden Massnahmen, wie grossflächige Schädlingsbekämpfung im Zusammenhang mit Klimawirkungen, mit einzubeziehen.
- Es besteht ein Bedarf nach einer Abstimmung von Bodeneignung und Raumplanung.

### Zusammenfassung des Handlungsbedarfs in der Landwirtschaft

- Standorteignung: angepasste Kulturen erhalten,
- Schutz der besten Böden in Gunstlagen für die landwirtschaftliche Nutzung,
- Erhalt der Speicherfähigkeit und des Wasserhaltevermögens der Böden,
- Wassermanagement und Wasserverteilung im Sinne von Sparsamkeit optimieren,
- Wasserangebotsbewirtschaftung und rechtzeitige Vorwarnung bei Verknappung, begleitet von Kommunikationsmassnahmen,
- Bodenschutz / Erosionsschutz (Starkniederschläge).

## 3.4 Waldwirtschaft

### Betroffenheit

Die Waldfläche des Kantons Thurgau umfasst rund 20 % der Landfläche des Kantons, womit der Kanton Thurgau zu den waldarmen Kantonen zählt (Forstamt Thurgau 2010). Die Betroffenheit der Wälder im Mittelland ist abhängig von deren Zusammensetzung. Je nach Baumart ist von veränderten Wuchsbedingungen aufgrund höherer Temperaturen und geringerer Sommerniederschläge auszugehen. Baumarten mit einer grossen Standortsamplitude können sich besser an die kommenden Veränderungen anpassen und Baumarten mit einer geringen Toleranz gegenüber der Sommertrockenheit können an gewissen Standorten ausfallen. Baumbestände mit hohen Nadelholzbestandteilen (insbesondere Fichte) sind durch Sommertrockenheit, Insekten und Windwurf besonders gefährdet (Forstamt Kanton Thurgau 2007). Weiter sind Waldbestände mit ungenügender Verjüngung von Stürmen stärker betroffen.

Die Nutzfunktion der Wälder wird durch erwartete Klimaveränderungen nicht grundsätzlich tangiert, eine Sortimentsumverteilung weg von der Fichte hin zu anderen Nadelhölzern sowie Laubbäumen ist aber langfristig zu erwarten.

### Bestehende Massnahmen

Wichtigste Grundlage für Massnahmen und Empfehlungen im Forstbereich ist die Waldstandortkarte, die es seit ca. zehn Jahren gibt. Diese Karte stellt eine Modellvorstellung zur Zusammensetzung der Waldgesellschaften dar, die primär aufgrund der naturräumlichen Gegebenheiten (insbesondere Bodeneigenschaften) zu erwarten wäre. Auf dieser Basis hat der Kanton Thurgau 2007 ein Strategiepapier „Waldbau und Klimaveränderung“ erarbeitet, das konkrete Empfehlungen zum Umgang mit möglichen Klimaänderungen in der Forstwirtschaft enthält. Diese Empfehlungen gehen noch stärker in Richtung mehr Mischwald und zielen darauf hin, Vielfalt, Naturnähe, Vitalität und Stabilität zu gewährleisten und so die Risiken von Klimaänderungen zu minimieren. Folgende konkrete Massnahmen werden empfohlen:

- **Baumartenvielfalt intensivieren:** Förderung schwach verteilter Baumarten. Einbringen fehlender, seltener Baumarten sowie Baumarten mit grösserer Standortamplitude. Einbringen einheimischer, den künftigen klimatischen Bedingungen besser angepasster Baumarten.
- **Naturnaher Waldbau** mit angepasster standortgemässer Bestockung und bodenschonender Nutzung.
- **Nutzung des Zuwachses** und leichtes Absenken des Vorrates zur Ausbildung eines optimalen Kronenausbaus.
- **Förderung des Wachstums** und somit der Widerstandskraft und Stabilität der Bestände durch zielführende, dosierte Jungwaldpflege und Durchforstung.

Massnahmen des Kantons Thurgau zur Förderung dieser Stossrichtungen sind zum einen Information und Beratung, zum anderen auch finanzielle Anreize in der Jungwaldpflege. Die Empfehlungen des Strategiepapiers Waldbau und Klimaveränderung werden noch nicht durchwegs umgesetzt, der Fichtenanteil ist insbesondere im Privatwald nach wie vor hoch. Insgesamt geht aber die Entwicklung in die vom Kanton gewünschte Richtung. In Anbetracht der langen Produktionszeiträume (durchschnittlich ca. 100 Jahre) braucht es für die Umsetzung entsprechend Zeit.

### Zusätzlicher Handlungsbedarf und Handlungsspielraum

Ein zusätzlicher Handlungsbedarf wird nicht identifiziert. Allfällige Klimaveränderungen liefern vielmehr ein Argument, mit der heutigen Stossrichtung zu mehr Vielfalt weiterzufahren. Die heute ergriffenen Strategien und Massnahmen tragen dazu bei, dass das Risiko breiter gestreut

wird und der Wald besser auf allfällige klimatische Veränderungen reagieren kann. Das bestehende Instrumentarium ist dafür aus Sicht des Kantons Thurgau ausreichend.

### **Zusammenfassung des Handlungsbedarfs in der Waldwirtschaft**

- Heutige Stossrichtung zu mehr Vielfalt und naturnahem Waldbau fortführen und konsequent umsetzen.

## **3.5 Energie**

### **Betroffenheit**

Die Betroffenheit von Energieversorgung und des Themenkreises Siedlungen/Energie/Klima ist hinsichtlich folgender Aspekte gegeben:

- Es ist mit einem steigenden Energiebedarf durch die Kühlung von Gebäuden im Sommer zu rechnen.
- Konflikte zwischen energiepolitischen Zielen (Förderung erneuerbarer Energien, Energieeffizienz) und Denkmal-/Landschafts-/Boden- sowie Gewässerschutz können sich verstärken.
- Das Risiko einer verstärkten Trockenheit im Sommer in Kombination mit den ökologischen Zielen für Fließgewässer beschränkt das Ausbaupotenzial für die Stromproduktion aus Wasserkraft. Die gewässerökologischen Kriterien bei Neubau oder Neukonzessionierung von Kleinwasserkraftanlagen werden **schwerer ins Gewicht fallen**.

### **Bestehende Massnahmen**

Das Energieleitbild des Kantons Thurgau trägt der Klimaänderung Rechnung. Darin ist auch eine Diversifizierungsstrategie in der Förderung erneuerbarer Energien verankert. Darüber hinaus gibt es keine spezifischen Konzepte, wie diese in den verschiedenen Massnahmenbereichen zu berücksichtigen ist. Eine Strategie bezüglich Potenzial von Wasserkraftwerken wird erarbeitet.

### **Zusätzlicher Handlungsbedarf und Handlungsspielraum**

- Eine **hochwärmedämmende Gebäudehülle**, der Einsatz von erneuerbaren Energien in der Haustechnik, der **sommerliche** Wärmeschutz sowie die Nutzung Solarer Energie werden bereits durch das Energiegesetz gefordert. Eine Optimierung dieser Aspekte wird durch die Erreichung des MINERGIE-Labels sichergestellt, welches schweizweit eine hohe Akzeptanz und Verbreitung geniesst und weiter zu fördern ist.

- Gebäude und Siedlungen sind einem permanenten Anpassungsdruck ausgesetzt. Energie und Klima sind dabei nur zwei von vielen Einflussfaktoren. In der optimalen Gestaltung künftiger Siedlungen und Quartiere spielen der Wärmeschutz der Bauten, der Einbezug der Energieversorgung aus erneuerbaren Quellen und das Label MINERGIE-P (wenig kühlen im Sommer, optimaler Energiegewinn im Winter) eine entscheidende Rollen.
- Die Ausrichtung auf eine klimaangepasste „Solararchitektur“ erfordert eine integrale Betrachtung von Energie, Siedlung und Raum. Die Koordination von Wärmeschutz, Nutzung erneuerbarer Energien, Ortsbildschutz und Denkmalpflege ist im Sinne erhöhter Rechtssicherheit für Gesuchsteller zu verbessern.
- Beim Bau und Betrieb von Anlagen für die Nutzung von Erdwärme müssen die Anliegen des Grundwasserschutzes berücksichtigt werden. Da die Verwendung als Trinkwasser Vorrang hat, ist die thermische Nutzung von Grundwasser restriktiv zu handhaben. Entsprechend ist ein Wärmeentzugsmanagement schrittweise aufzubauen.
- Der Bau und Betrieb von Anlagen für die Nutzung von Erdwärme soll unter Berücksichtigung des Grundwasserschutzes konsequent vorangetrieben werden.
- Zwischen Revitalisierung von Fliessgewässern und dem Ausbau der Wasserkraft besteht ein Zielkonflikt. Die übergeordneten Planungsgrundlagen sind mit Blick auf Rechtssicherheit für Anlagebetreiber und Gesuchsteller zu verbessern.
- Die energiepolitische Zielsetzung zum Ausbau erneuerbarer Energien erfordert eine integrale Ressourcen- und Standortplanung (siehe Raumplanung). Wie beim Wasser gibt es auch bei der energetischen resp. stofflichen Nutzung von Biomasse und den Zielen der Biodiversität und Bodenfruchtbarkeit Zielkonflikte.

### **Zusammenfassung des Handlungsbedarfs in der Energie:**

- Diversifikation der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien zur Minimierung des Risikos eines Versorgungsausfalls aufgrund spezieller Wetterlagen.
- Gesamtkonzept für die Nutzung der Biomasse.
- Wärmeentzugs- und Versorgungsmanagement.
- Förderung des MINERGIE bzw. MINERGIE-P-Standards und Integration in die Siedlungsplanung.
- Verstärktes Angebot in den Bereich Information, Beratung und Weiterbildung.

### **3.6 Biodiversität**

#### **Betroffenheit**

Vorwegzunehmen ist, dass nicht-klimatische Veränderungen die Biodiversität weit stärker beeinträchtigen als die Klimaänderung. Zu nennen sind insbesondere die Zerstörung von Lebensräumen durch Siedlungs- und Verkehrsinfrastrukturen, die Intensivierung der Landwirtschaft, Eingriffe in Wasserläufe, aber auch atmosphärische Stickstoff- und Säureeinträge in die Biosphäre sowie eine erhöhte Ozonkonzentration (SCNAT 2008).

Die Auswirkungen von Klimaveränderungen auf Arten und Lebensräume sind insgesamt heterogen einzuschätzen. Ganz generell wird langfristig ein Umbau der Vegetation stattfinden. Während gewisse Gebiete und Arten eher zu den Gewinnern gehören werden (z.B. trockenheitsliebende Arten), werden andere zunehmend unter Druck geraten (z.B. Feuchtlebensräume). Zudem sind insbesondere Auswirkungen auf aquatische Lebensgemeinschaften zu erwarten, wobei steigende Wassertemperaturen und vermehrte Winterhochwasser eine grosse Rolle spielen. So sind in den letzten 20 Jahren die Kaltwasser liebenden Fischarten Bachforelle und Äsche in der Thur bis auf Restbestände stark zurückgegangen. Es ist deshalb zu erwarten, dass sich neue Lebensräume und Lebensgemeinschaften bilden werden. Unter Druck geraten insbesondere Arten mit geringen Anpassungsfähigkeiten.

Weiter ist zu erwarten, dass insbesondere Flach- und Hochmoore empfindlich auf veränderte Niederschlagsverhältnisse reagieren. Schon heute gibt es Beispiele, wo die für ein Hochmoor notwendigen Niederschläge nicht bzw. kaum erreicht werden (Beispiel Hudelmoos). Mit zunehmender Sommertrockenheit könnte sich dieses Problem weiter akzentuieren.

Und schliesslich kann sich auch im Kanton Thurgau die Problematik einer zunehmenden Ausbreitung invasiver, gebietsfremder Arten verschärfen.

#### **Bestehende Massnahmen**

##### *Jagd- und Fischereiverwaltung*

Im Rahmen von Gewässerrevitalisierungsprojekten werden die Lebensräume für gefährdete Fischarten von Kanton und Gemeinden schrittweise verbessert. Bestehende Fischbarrieren sollen laufend aufgehoben werden (Zusammenarbeit zwischen Amt für Umwelt, Jagd und Fischereiverwaltung und dem Amt für Raumplanung).

Unbefriedigend ist die Situation entlang der Thur und der Sitter. Auf künstlichen Besatz von Bachforelle und Äsche wird hier aufgrund der hohen Wassertemperaturen zunehmend verzichtet. Im Bemühen, die Bestände der Kaltwasser liebenden Fischarten Bachforelle und Äsche zu

erhalten, wurden nach dem Hitzesommer 2003<sup>7</sup> mit einem Verlust von ca. 50'000 Äschen und einer Reduktion des Bestandes auf 3 % in Zusammenarbeit mit dem Kanton Schaffhausen, im Rhein diverse Massnahmen (4-jähriges Fangmoratorium, Ausweitung der Schonzeit, Ausbaggerung von Bacheinläufen, welche Wasser mit etwas tieferen Wassertemperaturen führen, sukzessiver Aufbau des Bestandes) getroffen. Der Bestand an Äschen hat sich im Rhein dank dieser Massnahmen seit 2003 wieder deutlich erholt.

### *Amt für Raumplanung, Abteilung Natur und Landschaft*

Verschiedene bereits ergriffene Massnahmen sind unter dem Aspekt von Klimaveränderungen von hoher Relevanz. Seit ca. 15 - 20 Jahren gibt es eine Beobachtung der Strandlingsgesellschaft im Bodensee, eine Pflanzengesellschaft, die auf natürliche Seespiegelschwankungen reagiert und so indirekt als Klimazeiger herangezogen werden kann. Diese Beobachtungsreihe erlaubt es, bei Bedarf auch Massnahmen zur Bestandessicherung zu ergreifen, was insbesondere hinsichtlich des Bodensee-Vergissmeinnichts, einer endemischen Art, relevant ist.

Im Bereich der Sicherstellung von Biotopverbunden besteht mit dem kantonalen Vernetzungsprojekt ein wichtiges und umfassendes Instrument. Dieses geht deutlich über die in den meisten Kantonen bestehenden Vernetzungsaktivitäten hinaus und setzt die Ziele des im Richtplan verankerten Landschaftsentwicklungskonzepts (LEK) um. Angesichts möglicher klimainduzierter Wanderungsbewegungen stellen diese Vernetzungsaktivitäten eine wichtige Massnahme dar. Im Moorschutz wird schon heute mit Massnahmen der Wasserknappheit entgegengewirkt, so z.B. im Hudelmoos mit der Verstopfung von Abzugsgräben und damit dem Rückbau des Entwässerungssystems zugunsten des Hochmoores.

Bezüglich des Umganges mit Neophyten gibt es ein Umsetzungskonzept Biosicherheit, das vom Amt für Umwelt in Zusammenarbeit mit dem Forstamt, dem Amt für Raumplanung, dem Bildungs- und Beratungszentrum Arenenberg, dem Tiefbauamt und der Jagd- und Fischereiverwaltung erarbeitet wurde.

### **Zusätzlicher Handlungsbedarf und Handlungsspielraum**

Aus Sicht des Natur- und Landschaftsschutzes besteht kein Bedarf, aufgrund erwarteter Klimaveränderungen neue oder andere Massnahmen zu ergreifen. Mit dem heutigen Instrumentarium, insbesondere mit dem Landschaftsentwicklungskonzept, sind die Voraussetzungen für die Umsetzung der Zielsetzungen in diesem Bereich auch unter veränderten Bedingungen ge-

---

<sup>7</sup> Kritische Zustände stellen sich ca. jedes dritte Jahr ein.

ben. Handlungsbedarf besteht beim Biodiversitätsmonitoring sowohl invasiver als auch gefährdeter Arten sowie in empfindlichen terrestrischen und aquatischen Ökosystemen.

### **Zusammenfassung des Handlungsbedarfs im Biodiversitätsmanagement**

- Monitoring der Massnahmen zum Erhalt der Bestände kaltwasserliebender Fischarten.
- Konsequente Umsetzung des bestehenden Vernetzungsprojekts, Biodiversitätsmonitoring.

## **3.7 Gesundheit**

### **Betroffenheit**

Gesundheit resp. Krankheit ist ein Resultat aus den gesundheitsförderlichen Lebensgrundlagen und deren Verfügbarkeit (saubere Luft, Trinkwasser, Lebensmittel, Transport, örtliche Nähe von Wohnen, Arbeit und Freizeit etc.). Die Klimaänderung kann sich auf vielfältige Weise auf diese Lebensgrundlagen auswirken. Veränderte Witterungscharakteristika, wie veränderte Durchschnitts- und Extremwerte von Temperatur und Niederschlag, können sich unterschiedlich auf die menschliche Gesundheit auswirken. Gemeinhin wird in folgenden Bereichen mit Auswirkungen der Klimaänderung gerechnet:

- Gesundheitliche Folgen durch häufigere und intensivere Hitzeperioden und damit verbunden einer höheren Ozonbelastung.
- Direkte gesundheitliche Risiken durch Extremereignisse wie z.B. Hochwasser.
- Unterschiedliche Verbreitung von vektor- und lebensmittel-/wasserübertragenen Infektionskrankheiten aufgrund veränderter Bedingungen für die Verbreitung von Krankheitserregern oder Infektionskeimen.
- Möglicher schädlicher Einfluss auf die Gesundheit durch vermehrten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und intensiver Schädlingsbekämpfung.
- Mögliche zunehmende Gesundheitsbelastung und vermehrt allergische Krankheiten durch Auftreten neuer Arten und evtl. intensiverer Pollenbelastung.

Bezüglich Hitze und Ozon wird die Betroffenheit des Kantons Thurgau nicht als überdurchschnittlich eingeschätzt, da Siedlungsstrukturen (keine grossen städtischen und dichten Räume) und naturräumliche Gegebenheiten (Temperaturausgleich durch Gewässer) die Auswirkungen von Hitzewellen nicht zusätzlich verstärken.

Unklar ist die Situation bezüglich der vektorübertragenen Infektionskrankheiten, insbesondere zeckenübertragene Krankheiten. Zwar ist schon heute der grösste Teil des ganzen Kantons Thurgau als FSME-Hochrisikogebiet eingestuft, und ein grosser Teil der Zecken sind mit Borre-

lien infiziert. Wie sich die Verbreitung aufgrund geänderter Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse entwickelt, ist allerdings uneindeutig.

Ebenfalls unklar ist, ob die Betroffenheit des Kantons Thurgau bezüglich der lebensmittel- bzw. wasserübertragenen Infektionskrankheiten und allergischen Krankheiten höher einzuschätzen ist als in anderen Kantonen.

### **Bestehende Massnahmen**

Der Kanton Thurgau hat sich bisher nicht umfassend und vorausschauend mit möglichen Gesundheitsfolgen durch Klimaänderungen befasst. Im Bereich Hitze und Ozon übernimmt der Kanton Thurgau die Empfehlungen und Informationsblätter des BAG und verbreitet diese über die eigenen Kanäle, wie beispielsweise über Pflegeinstitutionen, Schulen oder Beratungsstellen. Dasselbe gilt für vektorübertragene Krankheiten (Zecken), wo ein entsprechendes Merkblatt bei Beginn der Zeckensaison gestreut wird. Es werden keine über das allgemeine Merkblatt hinausgehenden Impfeempfehlungen abgegeben.

### **Zusätzlicher Handlungsbedarf und Handlungsspielraum**

Insgesamt wird der Gesundheitssektor nicht als einer der Bereiche eingestuft, wo aufgrund möglicher Klimaänderungen ein grosser zusätzlicher Handlungsbedarf besteht. Bestehende Informationsmassnahmen und Empfehlungen im Bereich Hitze/Ozon sowie vektorübertragenen Krankheiten sind auch unter veränderten klimatischen Bedingungen tauglich, und der Standard im Bereich der Lebensmittelsicherheit ist hoch. Vielmehr geht es darum, die Informationsmassnahmen bei Bedarf zu intensivieren. Mittelfristig gilt es gemäss Kantonsärztlichem Dienst aber zu überlegen, ob Klimaveränderungen, insbesondere Hitze und Ozon, es erforderlich machen, bestehende Empfehlungen im Bereich gesundes Körpergewicht und psychische Gesundheit allenfalls anzupassen. Heute gehen die Empfehlungen meist in Richtung mehr Bewegung auch in der Natur, was sich bei vermehrten längeren Hitzeperioden und höherer Ozonbelastung negativ auf die Gesundheit auswirken könnte.

Zudem ist den Interaktionen zwischen Gesundheit und anderen Sektoren Beachtung zu schenken. Mögliche sich verstärkende Zielkonflikte zwischen Landwirtschaft, Volkswirtschaft und Gesundheit sind zu orten und Entscheidungen sind aufgrund einer transparenten Güterabwägung zu treffen.

Generell ist aber festzuhalten, dass andere Herausforderungen für Gesundheit und Wohlbefinden von grösserer Bedeutung sind als Klimaveränderungen, zumal die Betroffenheit des Kantons Thurgau nicht als überdurchschnittlich eingeschätzt wird.

### **Zusammenfassung des Handlungsbedarfs in der Gesundheit**

- Weiterführung und bei Bedarf Intensivierung bestehender Informationsmassnahmen im Bereich Hitze/Ozon und vektorübertragene Krankheiten.
- Mittelfristig mögliche Auswirkungen von Hitze/Ozon in allgemeine Gesundheitsempfehlungen einbeziehen.
- Einbezug des Kantonsärztlichen Dienstes in die Güterabwägung und Koordination wesentlicher Massnahmen in der Landwirtschaft mit dem Kantonsärztlichen Dienst.
- Eine verstärkte ämterübergreifende Information bezüglich dem Vorkommen und neuen Erkenntnissen zu gesundheitsrelevanten Neobiota (gebietsfremde Tiere und Pflanzen).

## **3.8 Tourismus**

### **Betroffenheit**

Die Auswirkungen der Klimaänderung auf den Tourismus sind je nach naturräumlicher Gegebenheit äusserst heterogen. Im Mittelland und hier insbesondere in den Seengebieten wie der Bodenseeregion ist tendenziell eher von positiven Auswirkungen auf den Tourismus auszugehen. In Seenregionen könnte die Saison verlängert werden sowie der Ausflugstourismus dank wärmerer Bedingungen sowohl im Sommer als auch im Winter zunehmen. Insbesondere für den Badetourismus im Sommer bieten sich neue Chancen, sofern die Schönwetterperioden voraussehbar verlässlich länger andauern. Weiter könnten Städte und intakte Kulturlandschaften im Sommer an Attraktivität gewinnen (Stichwort Mediterranisierung) (Schweiz Tourismus 2008).

Hinsichtlich möglicher negativer Auswirkungen sind v.a. Hoch- und Niedrigwasser im Bereich Bodensee, Untersee und Rhein zu nennen. Überschwemmungen können touristische Infrastrukturen gefährden und zu einem Ausbleiben der Tagestouristen führen. Ferner können Niedrig- und Hochwasser die öffentliche Schifffahrt und allenfalls auch die sportlichen Aktivitäten auf dem Wasser beeinträchtigen und auch die Attraktivität der Uferzonen schmälern (z.B. stinkende Uferbereiche bei Niedrigwasser).

### **Bestehende Massnahmen**

Aus touristischer Perspektive werden bis jetzt keine Massnahmen zum Umgang mit Klimaveränderungen ergriffen. Schon heute steht in der Positionierung und Vermarktung die Seeregion im Zentrum, also ein Gebiet, das aufgrund von veränderten Klimabedingungen als Gunstregion

einzuschätzen ist (siehe Abschnitt oben zu „Betroffenheit“). Massnahmen im Bereich von Hoch- oder Niedrigwasser (z.B. Verlegung von Schiffsanlegestellen weiter in den See hinaus) werden im Sinn einer generellen Risikominimierung ergriffen und nicht primär aus touristischer Sicht.

### **Zusätzlicher Handlungsbedarf und Handlungsspielraum**

Wichtigstes Handlungsfeld aus touristischer Sicht ist die integrale Betrachtung der Herausforderungen und Chancen, die sich für die Seeregion ergeben. Dies betrifft den Tourismus ebenso wie auch die Raumplanung, die Gefahrenprävention wie auch das Wassermanagement. Weiter ist aus touristischer Sicht der Erhalt der Kulturlandschaft von zentraler Bedeutung. Bezüglich der Chancen für den Tourismus scheint primär eine gesamtschweizerische Perspektive angebracht und weniger eine auf die kantonale Ebene ausgerichtete Betrachtung.

### **Zusammenfassung des Handlungsbedarfs im Tourismus**

- Sektorübergreifende integrale Betrachtung von Chancen und Herausforderungen für die Seeregion.

## **3.9 Raumplanung**

### **Herausforderung**

Generell besteht die Herausforderung der Raumplanung darin, Raumstrukturen zu entwickeln, die gegenüber Klimaveränderungen robust sind. Es ist zu erwarten, dass durch Klimaveränderungen bestehende Nutzungskonflikte eher verstärkt werden, was raumplanerische Lösungen erfordert. Dazu gehören zum Beispiel die Zielkonflikte zwischen der verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien und dem Natur- und Landschaftsschutz oder zwischen mehr Schutz gegenüber Naturgefahren und der Nutzung potenziell gefährdeter Gebiete als Siedlungsflächen. Ein integrales Ressourcen- oder Wassermanagement, die Vermeidung von Wärmeinseln in Siedlungsgebieten sowie eine Ausrichtung auf einen MINERGIE-P Standard (siehe Kapitel Wasserwirtschaft und Energie) erfordern auch umfassende Regelungen auf raumplanerischer Ebene. Aus Sicht des Kantons Thurgau stellen sich die grössten Herausforderungen insbesondere im Bereich der Naturgefahren und Extremereignisse. Relevant sind dabei nicht nur Hochwasserschutz und dessen raumplanerische Implikationen, sondern auch die Seeuferplanung bei verändertem Seespiegel.

## **Bestehende Massnahmen**

Bisher wurden keine systematischen Überlegungen angestellt, wie die Raumplanung auf Klimaänderung reagieren könnte bzw. sollte. Die Planungen gehen von heutigen Rahmenbedingungen aus.

Die Schwierigkeit besteht aus Sicht des Amtes für Raumplanung des Kantons Thurgau vor allem darin, mit Unsicherheiten in der Planung umzugehen bzw. mögliche künftige Entwicklungen vorwegzunehmen. Für die Raumplanung sind die Herausforderungen eher nachgelagert (z.B. bei Umgang mit Extremereignissen). Die Instrumente zum Umgang mit Naturgefahren (z.B. Gefahrenkarten) oder auch zum Management von Wasserressourcen sind in der Zuständigkeit des Amtes für Umwelt. Allfällige veränderte Einschätzungen der Gefahrensituation werden nachgelagert in die Instrumente der Raumplanung (insbesondere Richtplanung) aufgenommen.

## **Zusätzlicher Handlungsbedarf und Handlungsspielraum**

Aus Sicht des Amtes für Raumplanung des Kantons Thurgau besteht aufgrund der geschilderten Unsicherheiten wenig Spielraum, raumplanerisch zu reagieren. Die Raumplanung ist zwar im Umgang mit Naturgefahren und in die Gefahrenprävention involviert, aber nicht federführend. Der Handlungsspielraum wird folglich als gering eingeschätzt.

## **4 Querschnittsbetrachtung und Priorisierung des Handlungsbedarfs**

### **4.1 Querschnittsbetrachtung**

Bei der Anpassung an die Klimaänderung bestehen zahlreiche Schnittstellen und Bezüge zwischen den einzelnen Sektoren. Der identifizierte Handlungsbedarf kann in den meisten Fällen nur integral und sektorübergreifend angegangen werden.

Die Klimaveränderung **verstärkt oder überlagert bestehende Herausforderungen** und Konflikte (z.B. Biodiversitätsmanagement, integrales Wassermanagement, Nutzungskonflikte zwischen Siedlungsentwicklung und Schutzzielen oder Landschaftsschutz und Hochwasserschutz). Anpassung an die Klimaänderung ist vielfach ein zusätzliches Argument für andere laufende Diskussionen und Stossrichtungen (z.B. nachhaltige Entwicklung). Einer **sektorübergreifenden Betrachtung** kommt deshalb eine hohe Bedeutung zu. Aufgaben mit Querschnittscharakter (wie z.B. die Raumplanung, Koordinationsfunktion in der Wasserwirtschaft) spielen darin eine wichtige Rolle.

Die Klimaänderung erfordert eine „**klimatolerante**“ **Planung**, ein ganzheitliches Risikomanagement und ein integrales Ressourcenmanagement.

Es besteht ein langfristiger Handlungsbedarf, der sich aus dem Grundsatz der schrittweisen **Minimierung des Risikos** ergibt. Deshalb ist der erreichte Stand der Anpassung periodisch einer Prüfung zu unterziehen.

**Information und Kommunikation** spielen in allen Sektoren eine wichtige Rolle. Klimaanpassung ist in vielen Bereichen ein Faktor, der neu bzw. zusätzlich berücksichtigt werden muss. Vielfach braucht es auch ein Umdenken der Bevölkerung und anderer Akteure. Dazu gehören beispielsweise die Einhaltung von Verhaltensempfehlungen bei Hitzewellen (z.B. Vermeiden körperlicher Anstrengungen), eine sorgfältige Nutzung von Trink-, Brauch- und Bewässerungswasser bei längerer Trockenheit oder auch eine verstärkte Berücksichtigung möglicher Extremereignisse bei der Planung von Siedlungen und Bauten. Entsprechend ist es zentral, über die Zusammenhänge zwischen Klimaänderung und ihren Auswirkungen auf die verschiedenen Lebensbereiche zu informieren, sowie die Bevölkerung auf die Möglichkeiten zum Umgang mit diesen Veränderungen zu sensibilisieren.

#### **4.2 Bedeutung der Klimaänderung für die Sektoren und Priorisierung des Handlungsbedarfs**

Die Klimaänderung stellt neue Herausforderungen und verschärft Konflikte um knappe Finanzmittel, die eine amtsübergreifende Priorisierung erfordern. Gemäss Einschätzung der Ämter und Fachstellen ist der Handlungsbedarf in den einzelnen Sektoren folgendermassen zu priorisieren:

<b>Einschätzung des Handlungsbedarfs nach Sektoren</b>	
<b>Sektor/Bereich</b>	<b>Einschätzung Handlungsbedarf</b>
Wasserwirtschaft	hoch
Naturgefahren	mittel
Landwirtschaft	hoch
Waldwirtschaft	gering
Energie	hoch
Biodiversität	mittel
Gesundheit	gering
Tourismus	gering
Raumplanung	hoch
Information und Kommunikation	mittel
Integrale, sektorübergreifende Betrachtung	hoch

**Tabelle 1**

Zusammenfassung der Priorisierung der Ämter und Fachstellen. Details, siehe Workshop-Bilder im Anhang. Die Einstufung des Sektors Biodiversität wurde aufgrund der Rückmeldungen der Ämter auf „mittel“ hochgestuft.

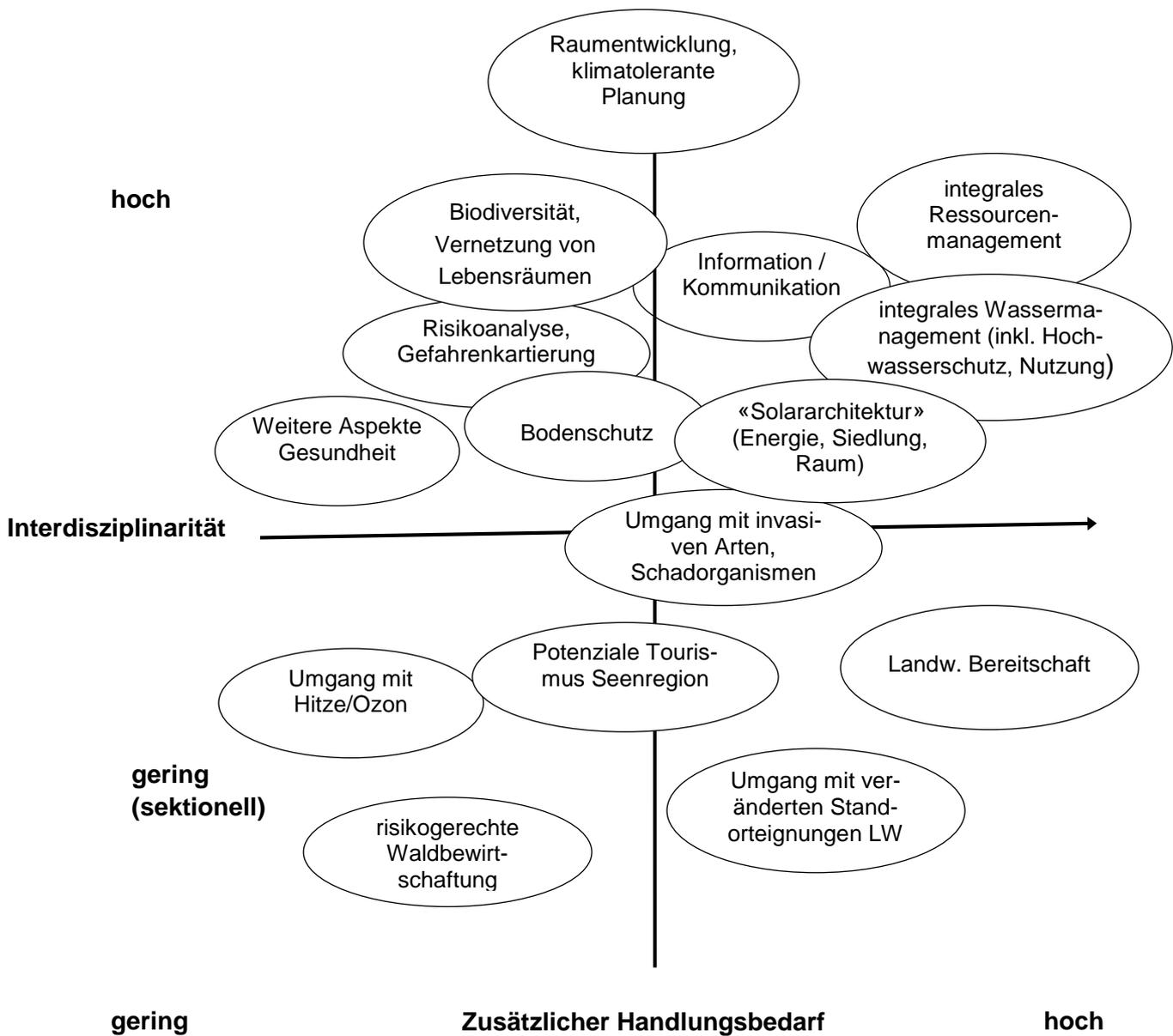
In der Einschätzung der Fachstellen stellt das Ergebnis dieser Bewertung eine Mischung dar zwischen der Bedeutung, die die Klimaänderung für den jeweiligen Sektor hat und dem noch bestehenden Handlungsbedarf in den Sektoren. In dieser Betrachtung werden die Sektoren Wasserwirtschaft, Landwirtschaft und Energie sowie die Sektoren und Bereiche mit Querschnittscharakter wie die Raumplanung als prioritär eingestuft. Wichtig ist auch die integrale, sektorübergreifende Betrachtung der Auswirkungen der Klimaänderung.

Die hohe Priorität der Energie ist nicht nur auf die Anpassung der Energienutzung an die Klimaänderung zurückzuführen. Der hohe Handlungsbedarf im Sektor Energie bezieht sich primär auf effiziente Ressourcennutzung, Klimaschutz und die Reduktion von Treibhausgasemissionen.

Eine Einschätzung wurde nicht nur auf der Ebene der Sektoren, sondern auch bezüglich wichtiger Herausforderungen vorgenommen.

Figur 8 priorisiert den Handlungsbedarf aus Sicht der Ämter und Fachstellen und nimmt eine Einschätzung hinsichtlich ihrer Interdisziplinarität vor. Verschiedene Herausforderungen sind von interdisziplinärem Charakter, was eine verstärkte Abstimmung zwischen den verschiedenen Amtsstellen erfordert.

### Handlungsbedarf und Charakter wichtiger Herausforderung



**Figur 8**

Einschätzung der Ämter und Fachstellen zum zusätzlichen Handlungsbedarf bei wichtigen Herausforderungen sowie deren Charakter (disziplinär - interdisziplinär). Begriffe wurden nach dem Workshop zum Teil zusammengefasst und aufgrund weiterer Rückmeldungen leicht anders positioniert.

Die Figur bildet zum Einen den zusätzlichen Handlungsbedarf ab, der sich aus den Auswirkungen der Klimaänderung ergibt (x-Achse), zum Anderen wird aufgezeigt, welche der Handlungsfelder primär innerhalb der Aufgabenbereiche einer Amtsstelle bearbeitet werden können (sektionell) und welche einen starken interdisziplinären, und damit bereichsübergreifenden, Charakter haben (y-Achse). Je interdisziplinärer der Charakter desto komplexer ist auch der Umgang mit diesen Herausforderungen und desto eher braucht es entsprechende Verfahrensregeln sowie eine Koordination zwischen den Amtsstellen.

Die Übersicht zeigt, dass Komplexität und Handlungsbedarf im Bereich eines integralen Wassermanagements als hoch eingeschätzt werden. Dies gilt ebenso für die Querschnittsaufgabe Information und Kommunikation sowie für die Abstimmung zwischen Energie, Raum und Siedlung. Die Herausforderungen in der Landwirtschaft sind in verschiedenen Bereichen zu finden und umfassen sowohl disziplinäre Aspekte (Umgang mit veränderten Standorteignungen) als auch interdisziplinäre (Bodenschutz) und die Frage der Bewässerung, die als Teil eines integralen Wassermanagements verstanden wird.

Als sehr interdisziplinär werden weiter Raumplanung, die Risikoanalysen / Gefahrenkartierungen, die Vernetzung von Lebensräumen und die Aufgaben des Biodiversitätsmanagement eingestuft. Der zusätzliche Handlungsbedarf aufgrund der Klimaänderung wird dabei als eher gering bis mittel eingestuft, wobei hierzu unterschiedliche Positionen geäussert wurden (siehe auch Kapitel 5).

Ein geringer Handlungsbedarf wird in den verschiedenen gesundheitlichen Herausforderungen wie Hitze/Ozon, aber auch bei anderen Aspekten wie einer möglichen stärkeren Verbreitung von Infektionskrankheiten oder allergischen Krankheiten erkannt. Als gering werden Handlungsbedarf wie auch Komplexität der Herausforderungen auch in der Waldwirtschaft und im Tourismus eingestuft.

## **5 Schlussfolgerungen**

Die Analyse der einzelnen Sektoren und die Betrachtung über alle Sektoren hinweg zeigen, dass der Handlungsbedarf je nach Sektor und Themenfeld sehr unterschiedlich ist:

### **Sektoren und Themenfelder mit zusätzlichem Handlungsbedarf in der Anpassung**

Zentrale Handlungsfelder der Anpassung bestehen in den **Sektoren Wasserwirtschaft und Landwirtschaft** sowie an den **Schnittstellen** zwischen verschiedenen Sektoren, welche **Raumplanung** und Siedlung mit einbeziehen.

Die Klimaänderung kann sowohl die zeitliche und räumliche Verfügbarkeit von Wasser als auch die Wasserqualität beeinflussen. Entsprechend kommt der Ressource Wasser und den davon tangierten Sektoren wie der Wasserwirtschaft und der Landwirtschaft eine wichtige Bedeutung zu. Ein integrales Wassermanagement wird als zentrales Handlungsfeld der Anpassung eingestuft. Es gilt, Wasserbezug, -nutzung und -verteilung so zu regeln, dass die unterschiedlichen Bedürfnisse der Wassernutzer (Gesellschaft, Wirtschaft, Umwelt) erfüllt werden können. Zu nennen sind insbesondere die Wasser- und Gewässernutzung durch Private, Industrie und Gewerbe, die Siedlungswasserwirtschaft, die Landwirtschaft, die energetische Wassernutzung und die Fischerei.

Der Begriff der **integralen Wasserwirtschaft** wird von Bundesseite als Handlungsorientierung vorgeschlagen<sup>8</sup>. Mit einem integralen Wassermanagement wird geklärt, wer in welcher Priorität und wo Wasser nutzen darf und wo Wasserressourcen prioritär zu schützen sind. Zu diesen Fragen gibt es unterschiedliche Positionen, die auf Kantonsebene zu diskutieren und zu vertiefen sind. Zudem bestehen in gewissen Bereichen auch Informationslücken, die es möglichst zu schliessen gilt. Es ist notwendig, die Daten- und Planungsgrundlagen zum Themenkomplex „Trockenheit - Niedrigwasser - Bewässerungsbedarf der Landwirtschaft“ zu verbessern. Diese können zum besseren Verständnis wichtiger Aspekte eines integralen Wassermanagements beitragen.

Handlungsbedarf wird weiter in der **Landwirtschaft** identifiziert. Dieser betrifft zum Einen die bereits geschilderten Fragen der Wasserverfügbarkeit, Wassernutzung und Bewässerung sowie die Abstimmung der verschiedenen Nutzerbedürfnisse, zum Anderen stellen sich auch Fragen rund um die Sicherung der landwirtschaftlichen Nutzfläche (Fruchtfolgeflächen in Gunstlagen) und der Bodenfruchtbarkeit. Die Fragen um den Erhalt der landwirtschaftlichen Nutzflächen und den Bodenschutz stellen sich zwar auch unabhängig von der Klimaänderung.

---

<sup>8</sup> Mit der „Wasseragenda 21“ wurde eine entsprechende Plattform für den Politikdialog geschaffen.

Aufgrund der globalen Herausforderung der Klimaänderung ist aber zu erwarten, dass diese tendenziell an Bedeutung zunehmen. Durch die Klimaänderung geraten weltweit die landwirtschaftlichen Erträge unter Druck und gleichzeitig steigt die Nachfrage nach Nahrungsmitteln. Dies dürfte dazu führen, dass sich die Frage, wie die Ressource Boden genutzt werden und wie hoch der Eigenversorgungsgrad sein soll, akzentuiert.

Es ist davon auszugehen, dass sich bereits bestehende **Konflikte zwischen Nutzung, Schutz- und ökologischen Zielen verstärken** und in verschiedenen Sektoren, etwa in der Raum- und Siedlungsentwicklung, im Hochwasserschutz oder im Biodiversitätsmanagement, verstärkt manifestieren. Dabei kommt der Erhaltung der Landschaft auch unter dem Aspekt der Klimaanpassung eine zentrale Bedeutung zu. Eine intakte Landschaft wird als wichtiges Element einer langfristigen Zukunftssicherung eingestuft. Sie kann eine Pufferfunktion beim Schutz vor Naturgefahren einnehmen, ist Grundvoraussetzung dafür, dass auch unter geänderten klimatischen Bedingungen die Biodiversität erhalten und das touristische Potenzial weiter genutzt werden kann, und sie spielt auch unter gesundheitlichen Gesichtspunkten (Erholungsfunktion) eine wichtige Rolle.

### **Sektoren und Themenfelder ohne oder mit nur geringem zusätzlichem Handlungsbedarf in der Anpassung**

Kein oder nur ein geringer zusätzlicher Handlungsbedarf wurde in den Sektoren Waldwirtschaft, Umgang mit Naturgefahren, Energie, Gesundheit und im Tourismus identifiziert.

Der **Wald** ist von der Klimaänderung zwar betroffen. Die bereits heute ergriffenen Strategien und Massnahmen zur Diversifizierung und naturnahem Waldbau sind aber auch unter veränderten Bedingungen tauglich, weil das Risiko breiter gestreut werden kann. Ein zusätzlicher Handlungsbedarf wurde nicht identifiziert.

Ähnlich ist der Sachverhalt im **Umgang mit Naturgefahren**. Auch hier ist die Betroffenheit potenziell hoch, weil sich die Klimaänderung durch verstärkte und intensivere Extremereignisse manifestieren kann. Mit der (bevorstehenden) Umsetzung der Gefahrenkarten und dem bereits bestehenden Instrumentarium im Hochwasserschutz und im Bevölkerungsschutz ist der Kanton Thurgau aber auch für häufigere und grössere Ereignisse weitgehend gerüstet. Wie erwähnt könnten sich aber bereits bestehende Konflikte zwischen Schutz-, Nutzungs- und ökologischen Zielen verstärken. Dies ist im Hochwasserschutz weitgehend erkannt, weshalb kein zusätzlicher Handlungsbedarf ausgewiesen wurde.

Der **Energiesektor** wird als zentraler Sektor für den Klimaschutz, weniger aber für die Klimaanpassung eingeschätzt. Wichtige Handlungsfelder im Klimaschutz sind die Gebäudesanierung und die Koordination zwischen den erneuerbaren Energien.

Weitere Handlungsfelder ergeben sich an der Schnittstelle zwischen Energie, Raum und Siedlung, namentlich bei der Koordination von **sommerlichem** Wärmeschutz, **Energieeffizienz**, Funktionalität der Siedlungen, Ortsbild- und Landschaftsschutz (siehe Raumplanung). Aufgrund der Klimaänderung wird aber kein direkter Handlungsbedarf in der Anpassung identifiziert.

Im **Gesundheitsbereich** wird die Problemlage aufgrund der Klimaänderung verglichen mit anderen Herausforderungen als gering eingestuft. Die bereits ergriffenen Massnahmen sind zudem weitgehend ausreichend. Ein zusätzlicher Handlungsbedarf ergibt sich nicht.

Der Einbezug des Gesundheitsbereichs bei der Planung von Massnahmen in andern Bereichen (bspw. Landwirtschaft) ist notwendig, wenn diese einen direkten oder indirekten Einfluss auf die Gesundheit haben oder entwickeln können.

Schliesslich wird auch der **Tourismus** als Sektor mit nur geringem Handlungsbedarf eingestuft. Es wird eher von positiven Auswirkungen ausgegangen und die ergriffenen Massnahmen zur Positionierung und Vermarktung sind auch unter geänderten Bedingungen tauglich.

### **Sektoren und Themenfelder, die weiter zu klären sind**

Weiter zu klären bzw. weiter zu verfolgen sind die Sektoren Raumplanung und Biodiversität sowie als Querschnittsaufgabe die Information und Kommunikation.

Die Rolle der **Raumplanung** bei der Anpassung an die Klimaänderung wie auch der Handlungsbedarf in diesem Sektor wird sehr unterschiedlich eingeschätzt. Verschiedene Fachstellen beurteilen die Raumplanung als sehr relevant. Sie sehen eine aktive und starke Rolle insbesondere darin, die Siedlungsentwicklung so zu steuern, dass das Risiko nicht zunimmt (z.B. die Umsetzung der Gefahrenkarten) oder auch in der Abstimmung zwischen einer verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien, dem Landschaftsschutz und einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung. Das Amt für Raumplanung sieht die Rolle der Raumplanung eher nachgelagert, da die Federführung etwa beim Umgang mit Naturgefahren und beim Management von Wasserressourcen beim Amt für Umwelt liegt. Es gilt hier deshalb, die Rolle und Bedeutung der Raumplanung in der Anpassung an die Klimaänderung sowie die Abstimmung mit anderen Ämtern weiter zu klären.

Weiterzuverfolgen ist zudem das Themenfeld **Biodiversität** unter dem Aspekt einer Klimaänderung. Zwar werden mit dem Landschaftsentwicklungskonzept, den entsprechenden Vernetzungskorridoren und der Schaffung grösserer Habitate schon heute Voraussetzungen geschaffen, damit sich Populationen an veränderte Klimabedingungen anpassen können.

## Anpassung an die Klimaänderung im Kanton Thurgau

Grundlagenbericht vom 30. April 2012

Angesichts der verschiedenen Schnittstellen mit anderen Sektoren und der Tatsache, dass die Biodiversität in unterschiedlichsten Lebensräumen tangiert werden könnte (Wälder, landwirtschaftlich genutzte Gebiete, Siedlungsgebiete, aquatische Lebensräume), ist es aber wichtig, das Thema weiter zu vertiefen und das Biodiversitätsmonitoring einschliesslich gesundheitsrelevanter Neobiota als wichtige Querschnittsaufgabe wahrzunehmen.

Grosse Bedeutung kommt schliesslich der **Information und Kommunikation** zu. Da die Klimaänderung die verschiedensten Sektoren, Lebensbereiche und Akteure betrifft und die Unsicherheiten gross sind, ist eine verständliche und transparente Kommunikation äusserst wichtig. Wer kommunizieren soll und in welcher Form Kommunikation und Information erfolgen sollen (interdisziplinär oder disziplinär, integral oder als Einzelmassnahmen), ist weiter zu klären.

## **6 Literatur**

Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT) 2008: Biodiversität und Klima – Konflikte und Synergien im Massnahmenbereich, Bern.

BAFU 2011 Einzugsgebietmanagement: Leitbild für die integrale Bewirtschaftung des Wassers in der Schweiz. Bern 2011.

BLW 2011: Klimastrategie Landwirtschaft: Klimaschutz und Anpassung für eine nachhaltige Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft, Mai 2011 Bern.

Bundesrat 2012: Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz – Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder: Erster Teil der Strategie des Bundesrates, Bern.

CH2011 2011: Swiss Climate Change Scenarios CH2011, published by C2SM, MeteoSwiss, ETH, NCCR Climate, and OcCC, Zurich.

Forstamt Thurgau 2010: Jahrbuch Thurgauer Wald 2009, Frauenfeld.

Forstamt Thurgau 2007: Waldbau und Klimaveränderung: Strategiepapier. Empfehlungen des Forstdienstes Kanton Thurgau, Frauenfeld.

Fuhrer J. und Jasper K., 2009: Bewässerungsbedürftigkeit von Acker- und Grasland im heutigen Klima. Agrarforschung 16.

Hsü K.J. 2000: Klima macht Geschichte; Menschheitsentwicklung als Abbild der Klimaentwicklung, Orell Füssli, ISBN 3-280-02406-4, Zürich

IBK 2008: Broschüre „Feuer, Eis und Wasser – Streifzüge durch Landschafts- und Entstehungsgeschichte der Bodenseeregion“. Konstanz.

OcCC 2007: Klimaänderung und die Schweiz 2050: Erwartete Auswirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft, Bern.

Schweiz Tourismus 2008: 2030: Der Schweizer Tourismus im Klimawandel, Bern.