

# Klimastrategie Kanton Thurgau

## Grundlagen

Erstellt durch das Amt für Umwelt in  
Zusammenarbeit mit kantonalen Fachstellen



## Impressum

Herausgeber: Departement für Bau und Umwelt, Departement für Inneres und Volkswirtschaft

Lenkungsausschuss: Chefin DBU, Carmen Haag (bis 31. Mai 2022)/  
Chef DBU, Dominik Diezi (seit 1. Juni 2022)  
Amtschef Amt für Umwelt, Martin Eugster  
Leiter Abteilung Energie, Andrea Paoli  
Amtschef Landwirtschaftsamt, Ueli Bleiker

Projektleitung: Amt für Umwelt, Abteilung Luftreinhaltung und Klima, Martin Zeltner  
Amt für Umwelt, Abteilung Luftreinhaltung und Klima, Sharon Joanna Satz

Projektteam: Amt für Umwelt, Abteilung Luftreinhaltung und Klima, Martin Zeltner  
Amt für Umwelt, Abteilung Luftreinhaltung und Klima, Sharon Joanna Satz  
Abteilung Energie, Fabienne Eppisser  
Landwirtschaftsamt, Rainer Messmer

Projektmitwirkende: Abteilung Energie  
Landwirtschaftsamt  
BLDZ  
Forstamt  
Hochbauamt  
Kantonales Laboratorium  
Amt für Umwelt  
Strassenverkehrsamt  
Amt für Raumentwicklung  
Amt für Bevölkerungsschutz und Armee  
Kantonspolizei  
Veterinäramt  
Tiefbauamt  
Gesundheitsamt  
Amt für Volksschule  
Jagd- und Fischereiverwaltung  
Finanzverwaltung  
Amt für Wirtschaft und Arbeit  
Amt für Berufsbildung und Berufsberatung  
Abteilung ÖV  
Amt für Mittel- und Hochschulen  
KVA Thurgau  
Thurgauer Kantonalbank  
Thurgau Tourismus  
Gebäudeversicherung des Kantons Thurgau  
Pensionskasse Thurgau

Externe Projektbegleitung: Myriam Steinemann (INFRAS)

Datum: 30.11.2022

## Inhalt

1.	Einleitung .....	7
1.1.	Ausgangslage und Auftrag .....	7
1.2.	Vorgehen .....	8
1.3.	Strategie als dynamischer Prozess .....	9
2.	Grundlagen der Klimapolitik .....	10
2.1.	Die internationale Klimapolitik.....	10
2.2.	Die nationale Klimapolitik.....	10
2.3.	Die bisherige Klimapolitik im Kanton Thurgau .....	11
3.	Der Klimawandel in der Schweiz und im Thurgau .....	13
3.1.	Bisherige Klimaentwicklung .....	13
3.1.1.	Temperaturentwicklung.....	13
3.1.2.	Niederschlagsentwicklung .....	15
3.2.	Künftiger Klimawandel in der Schweiz und im Thurgau.....	16
3.2.1.	Emissionsszenarien und Klimamodelle.....	16
3.2.2.	Entwicklung der Mitteltemperatur .....	17
3.2.3.	Zukünftig erwartete Folgen des Klimawandels.....	19
4.	Treibhausgasemissionen im Thurgau .....	24
4.1.	Direkte Treibhausgasemissionen .....	24
4.2.	Indirekte Treibhausgasemissionen .....	25
5.	Ziele und Grundsätze der Klimastrategie Thurgau.....	27
5.1.	Strategische Ziele.....	27
5.2.	Strategische Grundsätze .....	27
6.	Klimaschutz .....	30

6.1.	Netto-Null-Ziel .....	30
6.2.	Absenkpfad .....	30
6.3.	Sektoren und Handlungsfelder im Klimaschutz: Direkte Emissionen.....	32
6.3.1.	Energieproduktion/-versorgung .....	32
6.3.2.	Gebäude .....	37
6.3.3.	Industrie und synthetische Gase.....	44
6.3.4.	Verkehr und Raum.....	48
6.3.5.	Landwirtschaft und Ernährung .....	59
6.3.6.	Wald .....	68
6.3.7.	Abfall, Abfallbewirtschaftung und Abwasser .....	71
6.4.	Sektoren und Handlungsfelder im Klimaschutz: Indirekte Emissionen.....	78
6.4.1.	Konsum/Kreislaufwirtschaft.....	78
6.4.2.	Finanzflüsse.....	82
6.5.	Negativemissionstechnologien .....	85
7.	Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels .....	86
7.1.	Ziel der Anpassung an den Klimawandel .....	86
7.2.	Sektorübergreifende Herausforderungen der Anpassung an den Klimawandel .....	87
7.3.	Sektoren und Handlungsfelder der Anpassung an den Klimawandel.....	88
7.3.1.	Wasserwirtschaft und Hydrologie .....	88
7.3.2.	Umgang mit Naturgefahren .....	102
7.3.3.	Landwirtschaft und Ernährung .....	112
7.3.4.	Wald .....	124
7.3.5.	Biodiversität.....	131
7.3.6.	Gesundheit.....	142

7.3.7.	Tourismus .....	148
7.3.8.	Energieproduktion/-versorgung .....	155
7.3.9.	Gebäude .....	159
7.3.10.	Raumentwicklung.....	163
8.	Querschnittsfelder .....	171
8.1.	Forschung, Bildung und Sensibilisierung.....	171
8.2.	Öffentliches Beschaffungswesen.....	172
8.3.	Umgang mit Schnittstellen, Synergien und Zielkonflikten.....	173
9.	Umsetzung der Klimastrategie und weiteres Vorgehen.....	174
9.1.	Akteure, Verantwortlichkeiten und Zusammenarbeit.....	174
9.1.1.	Zusammenarbeit innerhalb der kantonalen Verwaltung .....	174
9.1.2.	Zusammenarbeit mit Bund, anderen Kantonen, Gemeinden und weiteren Akteuren 174	
9.2.	Monitoring und Controlling (Erfolgskontrolle).....	175
9.3.	Finanzierung .....	178
9.4.	Kommunikation der Strategie .....	178
9.5.	Weiteres Vorgehen.....	178
	Literaturverzeichnis .....	179
	Glossar .....	187
	Anhang .....	197



## 1. Einleitung

### 1.1. Ausgangslage und Auftrag

Der Klimawandel stellt eine der grössten globalen Herausforderungen für Politik und Gesellschaft unserer Zeit dar. Die Veränderungen im Klimasystem sind allgegenwärtig und haben sich im Sommer 2022 mit Wasserknappheit im Thurgau und im Sommer 2021 mit Hochwasser in West- und Mitteleuropa, wovon auch die Schweiz stark betroffen war, einmal mehr deutlich gezeigt. Die Menschen verursachen durch die Nutzung fossiler Energieträger, industrielle Prozesse, landwirtschaftliche Aktivitäten, weitere Landnutzungen und die Abfallbewirtschaftung Treibhausgas-(THG) Emissionen, die hauptverantwortlich für den Klimawandel sind. Ohne Gegenmassnahmen und mit der wachsenden Weltbevölkerung sowie dem steigenden Energiebedarf steigen die THG-Emissionen weiter. Da THG-Emissionen teilweise Jahrzehnte bis Jahrhunderte in der Atmosphäre verbleiben, steigt die Temperatur weiter.

Die Schweiz hat am 6. Oktober 2017 das Pariser Klimaabkommen ratifiziert und sich damit verpflichtet, die THG-Emissionen bis 2030 gegenüber dem Referenzjahr 1990 zu halbieren und bis 2050 das Netto-Null-Ziel zu erreichen: Quellen und Senken von THGs müssen sich ausgleichen und noch emittierte Emissionen mit Senken der Atmosphäre dauerhaft entzogen werden. Mit dem Pariser Klimaabkommen sollen die globale Erwärmung auf deutlich unter 2 °C gegenüber der vorindustriellen Zeit begrenzt werden – wobei ein maximaler Temperaturanstieg von 1.5 °C angestrebt wird –, die Anpassungsfähigkeit an ein verändertes Klima gesteigert sowie die Finanzflüsse auf eine treibhausgasarme Entwicklung ausgerichtet werden (United Nations 2015).

Damit die Schweiz ihre Klimaziele erreichen kann, müssen auch die Kantone als Akteure ihren Beitrag leisten. Der Regierungsrat des Kantons Thurgau nimmt seine Verantwortung in der Klimapolitik wahr und hat in den Richtlinien des Regierungsrates für die Legislaturperiode 2020–2024 die Erstellung eines Aktionsplans Klima aufgenommen (Thurgau 2020). Mit dem Regierungsratsbeschluss (RRB) Nr. 763 vom 22. Dezember 2020 hat der Regierungsrat dem Amt für Umwelt (AfU) als ersten Schritt den Auftrag zur Erarbeitung einer Klimastrategie erteilt. Diese soll:

1. die Bereiche Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel im Kanton Thurgau umfassen,
2. als Leitfaden zur Bewältigung kommender Herausforderungen im Kanton Thurgau dienen,
3. Handlungsmöglichkeiten aufzeigen, um nach Bundesvorgabe bis 2050 die Klimaneutralität, das Netto-Null-Ziel, zu erreichen,
4. Lücken im Bereich der Anpassung an den Klimawandel identifizieren und Handlungsmöglichkeiten aufzeigen, um diese zu schliessen,
5. langfristige Aspekte enthalten sowie auch kurzfristige (Sofort-)Massnahmen aufzeigen,
6. laufende Anstrengungen im Kanton Thurgau aufzeigen und diese optimaler darstellen,

7. die Koordination zwischen verschiedenen Staatsebenen und kantonalen Behörden gewährleisten,
8. die Vorbildfunktion der kantonalen Verwaltung stärken,
9. den Klimawandel in den Entscheidungsfindungsprozessen einbetten.

Die Klimastrategie zeigt in verschiedenen Sektoren auf, wie sich die THG-Emissionen bis 2050 entwickeln müssen, wie die Anpassung an den Klimawandel erfolgen und woran sich das politische Handeln in den nächsten Jahren orientieren soll. Konkrete Massnahmen folgen im Aktionsplan Klima, der im Anschluss an die Klimastrategie erarbeitet wird.

Um die ehrgeizigen Ziele zu erreichen, braucht es die Mitarbeit aller im Thurgau: Wirtschaft, Politik und Private. Der Kanton<sup>1</sup> hat gegenüber der nächsten Generation eine Verantwortung. Denn der Klimawandel führt zu vermehrten Schäden an Infrastrukturen, höheren Gesundheitskosten, tieferer Produktivität in der Land- und Ernährungswirtschaft und geringeren Erträgen in der Energiewirtschaft und in weiteren Wirtschaftssektoren, die besonders vom Klimawandel betroffen sind. Nach Abschätzungen der OECD betragen die globalen Kosten einer ungebremsten Erwärmung der Atmosphäre für 2060 rund 3.3 BIP-Prozente, gegen Ende des Jahrhunderts sogar rund 10 BIP-Prozente pro Jahr (OECD 2015). Ein schnelles Handeln lohnt sich und zahlt sich auch wirtschaftlich aus, da beispielsweise die Abhängigkeit vom Ausland und von fossilen Energieträgern reduziert wird. Zudem ist die Unabhängigkeit von fossilen Energien nicht nur zur Eindämmung des Klimawandels wichtig, sondern trägt auch zur Energieversorgungssicherheit bei. Laut OECD könnte die Wirtschaftsleistung mit einer integrierten Strategie für Wachstum und Klimaschutz in den G20-Ländern bis 2050 um 2.8 % höher liegen, als wenn keine Massnahmen ergriffen werden. Mit einberechneter Vermeidung von Wirtschaftsschäden durch Klimaschutz könnte die Wirtschaftsleistung bis 2050 sogar um fast 5 % gesteigert werden (Bundesrat 2021, OECD 2017).

## 1.2. Vorgehen

Die Erarbeitung der Klimastrategie Thurgau basiert auf einem mehrstufigen Prozess. In einem ersten Schritt wurde ein methodisches Vorgehenskonzept erstellt, in dem alle Arbeitsschritte und die verwendeten Datenquellen erläutert sind. Dieses Konzept hat der Regierungsrat am 6. Juli mit dem RRB Nr. 442 genehmigt.

Basierend auf diesem Vorgehenskonzept wurde das vorliegende verwaltungsinterne Dokument "Klimastrategie Thurgau: Grundlagen" unter Federführung der Klimakoordinationsstelle des AfU mit verschiedenen Fachexpertinnen und Fachexperten aus allen Departementen der kantonalen Verwaltung und kantonalen Institutionen (Thurgauer Kantonalbank (TKB), Pensionskasse Thurgau (PKTG)) erarbeitet. Basierend auf dem vorliegenden Grundlagenbericht wurde schliesslich die eigentliche "Klimastrategie Thurgau" erstellt. Durch den Einbezug der für die einzelnen Themenbereiche zuständigen

---

<sup>1</sup> Der Kanton ist ein eigenständiger Akteur und steht im weiteren Dokument gleichbedeutend zur Bezeichnung kantonale Verwaltung.



Fachbereiche im Rahmen von Gesprächen, eines Konsolidierungsworkshops und mehreren Überarbeitungsrunden konnte auf ein grosses und breites Fachwissen zurückgegriffen werden. Unterstützt wurde die Projektleitung durch das private Forschungs- und Beratungsbüro INFRAS.

Sowohl der vorliegende Grundlagenbericht als auch die eigentliche «Klimastrategie Thurgau» durchliefen eine interne, die "Klimastrategie Thurgau" zusätzlich auch eine externe Vernehmlassung. Basierend auf den Ergebnissen der Vernehmlassungen wurden die Entwurfsdokumente finalisiert. Der Regierung wird die "Klimastrategie Thurgau" zur Genehmigung und dem Grossen Rat zur Diskussion ohne Beschlussfassung vorgelegt, die "Klimastrategie Thurgau: Grundlagen" wird vom Regierungsrat zur Kenntnis genommen.

Im Anschluss an die Klimastrategie Thurgau wird ein Aktionsplan Klima mit konkreten Massnahmen zu Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel erarbeitet. Öffentliche Interessensvertretende, (Branchen-)Verbände, etc. werden zur Erarbeitung und Umsetzung der Massnahmen einbezogen. Der vorliegende Grundlagenbericht dient als zentrale Grundlage für die Erarbeitung des Aktionsplans und namentlich für die Entwicklung und Konkretisierung der entsprechenden Massnahmen.

### **1.3. Strategie als dynamischer Prozess**

Die Klimastrategie Thurgau und die Grundlagen sind nach dem aktuellen Wissensstand verfasst. Sie unterliegen einem iterativen dynamischen Prozess. Nach der Verabschiedung durch die Regierung wird die Strategie regelmässig auf Aktualität überprüft. Es müssen stets auch die Weiterentwicklungen der nationalen und internationalen Vorgaben berücksichtigt werden. Auch sollen technologische Innovationen und Entwicklungen, neueste wissenschaftliche Erkenntnisse aus der Forschung oder auch neue Ideen und Anregungen von Mitarbeitenden der kantonalen Verwaltung, der Bevölkerung oder anderen Kantonen Eingang in die Strategie finden können. Ergeben sich daraus neue prioritäre Sektoren, Handlungsfelder (HF) und/oder Stossrichtungen, können diese in die bestehenden Grundlagen aufgenommen werden und per RRB auch Eingang in die Klimastrategie finden. Somit bilden die Grundlagen ein robustes Gerüst, das jederzeit aktualisiert und optimiert werden kann. Bestehende oder geplante Arbeiten und Instrumente des Kantons werden aufgegriffen. Gegen Ende einer Legislaturperiode sowie nach wichtigen Meilensteinen (2030, 2050) soll auch die Klimastrategie jeweils ausgewertet und aktualisiert werden. Die Handlungsfelder und Stossrichtungen sollen sich wie geschildert im Aktionsplan Klima in den konkreten Massnahmen wiederfinden. Zentrale Elemente der Strategie sollen in die jährlichen Regierungsprogramme einfließen.

## **2. Grundlagen der Klimapolitik**

### **2.1. Die internationale Klimapolitik**

Am 12. Dezember 2015 haben sich 196 Staaten mit der Verabschiedung des Pariser Klimaabkommens auf eine ambitionierte Klimapolitik geeinigt mit dem Ziel, die globale Erwärmung auf deutlich unter 2 °C (idealerweise unter 1.5 °C) gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen. Neben dem Temperaturziel werden folgende Ziele angestrebt (United Nations 2015):

- Die Fähigkeiten der Länder stärken, damit sie sich an die nachteiligen Auswirkungen des Klimawandels anpassen und einen emissionsarmen Entwicklungspfad gehen können.
- Die Finanzflüsse so ausrichten, dass diese mit den erwähnten Zielen vereinbar sind.
- Die weltweiten Emissionen sollen bald ihren Höhepunkt erreichen und danach rasch sinken, sodass in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts ein Gleichgewicht zwischen THG-Emissionen und -senken – die Klimaneutralität – zu finden ist (United Nations 2015 Art. 4, Abs. 1).
- Globale Zielvorgaben festlegen, Prinzipien für nationale Klimastrategien formulieren und Transparenz und Monitoring verlangen. Das Engagement der Länder beim Klimaschutz wird erstmals 2018, nachher alle fünf Jahre überprüft und gegebenenfalls verstärkt. Die Länder berichten periodisch über ihre ergriffenen Massnahmen.

Die Schweiz hat das Pariser Klimaabkommen im Jahr 2017 ratifiziert (BAFU 2018).

### **2.2. Die nationale Klimapolitik**

Mit der Ratifizierung des Übereinkommens von Paris hat sich die Schweiz verpflichtet, ihre THG-Emissionen bis 2030 gegenüber dem Stand von 1990 zu halbieren. Das CO<sub>2</sub>-Gesetz bildet die rechtliche Grundlage der Schweizer Klimapolitik. Nach der Ablehnung der totalrevidierten Version vom 13. Juni 2021 soll dieses mit einer Übergangslösung so geändert werden, dass das Reduktionsziel für THG-Emissionen im Inland bis Ende 2024 fortgeschrieben werden kann. Ende 2021 sind zentrale Klimaschutzmassnahmen im geltenden CO<sub>2</sub>-Gesetz ausgelaufen. Um die Ziele bis 2030 zu erreichen, sollen befristete Massnahmen verlängert und andere Massnahmen anderweitig umgesetzt werden (Bundesversammlung 2021, myclimate 2021).

Der Bundesrat hat eine langfristige Klimastrategie für die Schweiz erarbeitet, die aufzeigt, wie die Schweiz die Pariser Klimaziele für 2050 konkretisieren und erreichen will (Bundesrat 2021). Ab dem Jahr 2050 soll die Schweiz netto keine THG-Emissionen mehr ausstossen, d.h. es sollen nicht mehr THGs ausgestossen werden als durch natürliche und technische Senken wiederaufgenommen werden. Die Strategie zeigt für die folgenden Sektoren Klimaziele und Emissionsentwicklungen (sog. Emissionspfade) auf: Gebäude, Industrie, Verkehr, internationale Luftfahrt, Landwirtschaft und Ernährung, Abfall, synthetische Gase und Finanzmarkt.

Die Schweiz ist auch verpflichtet, Massnahmen zur Eindämmung und zur Anpassung an den Klimawandel zu ergreifen (Bundesrat 2017). Der Bund hat mit seiner Strategie zur Anpassung an den Klimawandel (BAFU 2012) und den Aktionsplänen 2014–2019 (BAFU 2014), 2020–2025 (BAFU 2020) einen Rahmen für ein koordiniertes Vorgehen bei der Anpassung an den Klimawandel geschaffen. Mit dieser Strategie soll die Schweiz mit gezielten Massnahmen die Chancen durch ein verändertes Klima nutzen, Risiken minimieren, die Bevölkerung, Sachwerte und natürliche Lebensgrundlagen schützen und gleichzeitig die Gesellschaft, Wirtschaft und Natur anpassungsfähiger machen (BAFU 2012).

Der erste Teil der nationalen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel des Bundes beinhaltet Ziele, sektorübergreifende Herausforderungen und sektorspezifische Handlungsfelder (BAFU 2012). Im zweiten Teil, dem Aktionsplan 2014–2019 bzw. 2020–2025 werden Massnahmen in folgenden Sektoren definiert (BAFU 2014, BAFU 2020): Wasserwirtschaft, Umgang mit Naturgefahren, Landwirtschaft, Waldwirtschaft, Energie, Tourismus, Biodiversitätsmanagement, Gesundheit, Raumentwicklung, seit 2020 zusätzlich in den Sektoren Bodenschutz und Wohnungswesen.

### **2.3. Die bisherige Klimapolitik im Kanton Thurgau**

Der am 6. März 2007 dem Grossen Rat unterbreitete Bericht "Konzept zur verstärkten Förderung erneuerbarer Energien und der Energieeffizienz" bildete die Strategiegrundlage der kantonalen Energiepolitik. Auf dieser Basis wurden die Bestimmungen der Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE) 2008 in das kantonale Energiegesetz über die Energienutzung überführt. Weitere Ergänzungen des Gesetzes sind per 1. Januar 2017 bzw. 1. Januar 2018 in Kraft getreten. 2007 wurde auch auf Basis des Konzepts das Energieförderprogramm ausgebaut. Um bei den Gebäudevorschriften dem aktuellen Stand der Technik zu folgen und die hohen energie- und klimapolitischen Ziele des Kantons umzusetzen, wurde das Energierecht revidiert, das seit dem 1. Juli 2020 in Kraft ist. Dabei wurden die MuKE 2014 in die kantonale Gesetzgebung überführt (EnDK 2014).

Der Grosse Rat hat im Juni 2008 den Gegenvorschlag zur Thurgauer Volksinitiative "Nationalbankgold für Thurgauer Energiefonds" angenommen. Basierend auf dem neuen Art. 6a ENG wurde per Anfang 2009 ein kantonaler Fonds zur Förderung erneuerbarer Energie und der Energieeffizienz geschaffen. Die kantonale Fördersumme für erneuerbare Energie und Energieeffizienz beträgt 10–12 Mio. CHF/Jahr. Der Fond erhielt zusätzliche Startmittel aus nicht abgerufenen Förderbeitragssummen aus dem Vorjahr und höhere Globalbeiträge des Bundes, deren Finanzierung ab 2010 über die CO<sub>2</sub>-Abgabe erfolgt. Mit der Initiative "Ja zu effizienter und erneuerbarer Energie – natürlich Thurgau" ist ab 2011 die Förderung erneuerbarer Energien und der Energieeffizienz neu ausdrücklich als Staatsaufgabe in die Kantonsverfassung enthalten. Der Kanton unterstützt mit dem kantonalen und breitgefächerten Energieförderprogramm Massnahmen zur Reduktion fossiler Brenn- und Treibstoffe, Stromeffizienz und zum Umstieg auf erneuerbare, lokal vorhandene Energieressourcen und fördert die Elektromobilität. Auf das "Konzept zur verstärkten Förderung erneuerbarer Energien und der Energieeffizienz" folgt 2020 das Anschlusskonzept "Energiekonzept Kanton Thurgau 2020 bis 2030".

Im 2016 revidierten kantonalen Richtplan sind unter "Energie" verschiedene Planungsgrundsätze zur Energieversorgung und -entsorgung enthalten. Demnach soll die Vision einer 2000-Watt-Gesellschaft im Zeitraum 2050 bis 2080 angestrebt werden. Die kantonale Energiepolitik geht eng mit der Klimapolitik einher. Am 22. Dezember 2020 erteilt der Regierungsrat mit RRB Nr. 763 den Auftrag zur Erarbeitung der Thurgauer Klimastrategie, welche sich an den Klimazielen des Bundes orientiert. Im Bereich der Anpassung an den Klimawandel wurde 2012 der Grundlagenbericht "Anpassung an den Klimawandel im Kanton Thurgau" verfasst, der nun mit der Klimastrategie Thurgau aktualisiert wurde.

### 3. Der Klimawandel in der Schweiz und im Thurgau

#### 3.1. Bisherige Klimaentwicklung

##### 3.1.1. Temperaturentwicklung

Im Gegensatz zum natürlich auftretenden Klimawandel ist der Klimawandel seit Beginn der Industrialisierung hauptsächlich durch anthropogene Aktivitäten (Verbrennung fossiler Energieträger, Landnutzungsänderungen, etc.) und den damit verbundenen Anstieg der atmosphärischen THG-Emissionen verursacht. Seit 1864 ist die bodennahe Lufttemperatur in der Schweiz um 2 °C angestiegen. Der Trend des Temperaturmittels liegt bei etwa +0.14 °C pro Jahrzehnt und ist doppelt so gross wie im weltweiten Durchschnitt. Werden nur Messungen ab 1961 betrachtet, verzeichnet die Schweiz eine Temperaturzunahme von +0.39 °C pro Jahrzehnt und somit einen dreimal schnelleren Anstieg als der lineare Trend über die gesamte Messperiode seit 1864. Den stärksten Anstieg gibt es seit den 1980er-Jahren (BAFU 2018a, BAFU et al. 2020). Im Thurgau hat die mittlere Jahrestemperatur verglichen mit der Normperiode 1981–2010<sup>2</sup> pro Jahrzehnt um +0.34 bis +0.55 °C zugenommen (CH2018 Project Team 2018).

Wegen der stärkeren Erwärmung nehmen in der Schweiz überdurchschnittlich warme Jahre zu: Seit 1986 liegen die Jahresmitteltemperaturen über der Referenzperiode 1961–1990, und die fünf wärmsten Jahre der Messreihe 1864–2019 wurden nach 2010 gemessen (BAFU et al. 2020).

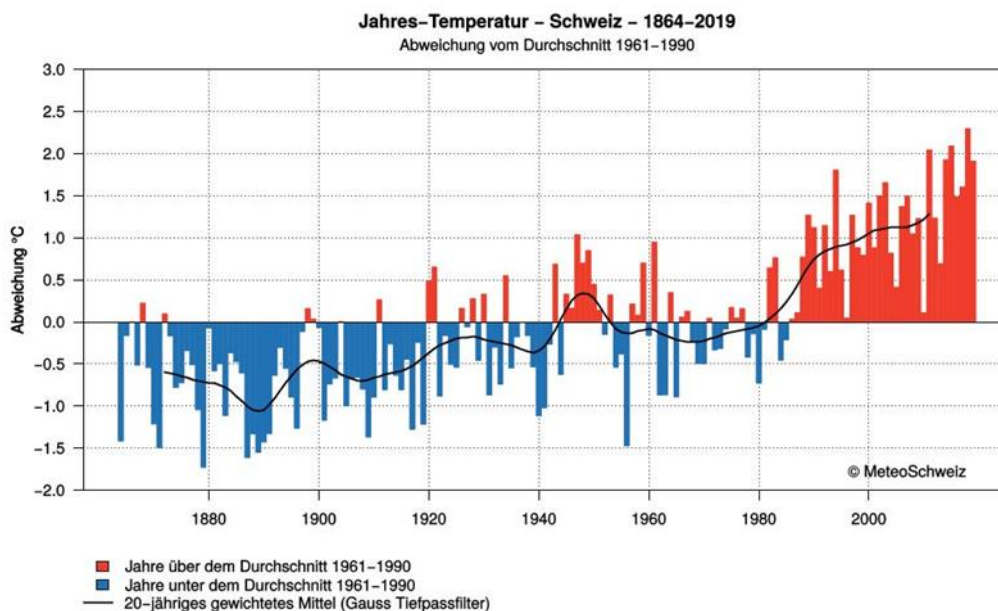


Abbildung 1: Abweichung der Jahrestemperatur vom Durchschnitt 1961–1990. Quelle: BAFU et al. 2020.

<sup>2</sup> Die Normperiode 1981-2010 ist um 0.8 °C wärmer als die Standardperiode 1961-1990 und wird von der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) zur Einordnung des aktuellen Klimas empfohlen (Begert et al., 2013).

Die mittlere Jahrestemperatur der Schweiz lag in den letzten 30 Jahren rund 1 °C über der Normperiode 1961–1990. Vor 1990 war ein Jahresüberschuss von 1 °C äusserst aussergewöhnlich. Heute sind frühere Extremwerte zum Durchschnitt geworden (BAFU et al. 2020).

Saisonal ist die Erwärmung seit den 1980er Jahren messbar: Die stärkste Temperaturzunahme ab 1961 zeigt sich in den Sommermonaten mit einem schweizweiten Trend von +0.54 °C pro Jahrzehnt, gefolgt vom Frühling mit +0.46 °C pro Jahrzehnt. Deutlich geringer ist die Erwärmung in den Wintermonaten mit +0.31 °C und in den Herbstmonaten mit +0.26 °C pro Jahrzehnt (BAFU et al. 2020). Im Thurgau sind die Erwärmungsraten, mit Bezug zur Normperiode 1981-2010 teils höher als im schweizweiten Durchschnitt: Sommer +0.44 bis +0.67 °C, Frühling +0.37 bis +0.6 °C, Winter +0.36 bis +0.46 °C und Herbst +0.19 bis +0.45 °C pro Jahrzehnt.

Einhergehend mit der Zunahme der Mitteltemperatur nehmen auch die Höchstwerte zu. Des Weiteren häufen sich die Extrema: Die Anzahl der jährlichen Hitzetage – Tage mit Höchsttemperaturen von 30 °C und mehr – haben in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen: In der Nordostschweiz misst man heute etwa 10 Hitzetage pro Jahr. Im Thurgau haben sich die Hitzetage seit Anfang der 70-er gehäuft, besonders nach der Jahrtausendwende (Abbildung 2). Seit Messbeginn haben die Hitzetage ca. um +2 bis +2.5 Hitzetage pro Jahrzehnt zugenommen, in höheren Lagen um +0.8 Tage pro Jahrzehnt. Dies jeweils im Vergleich zur Normperiode 1981-2010.

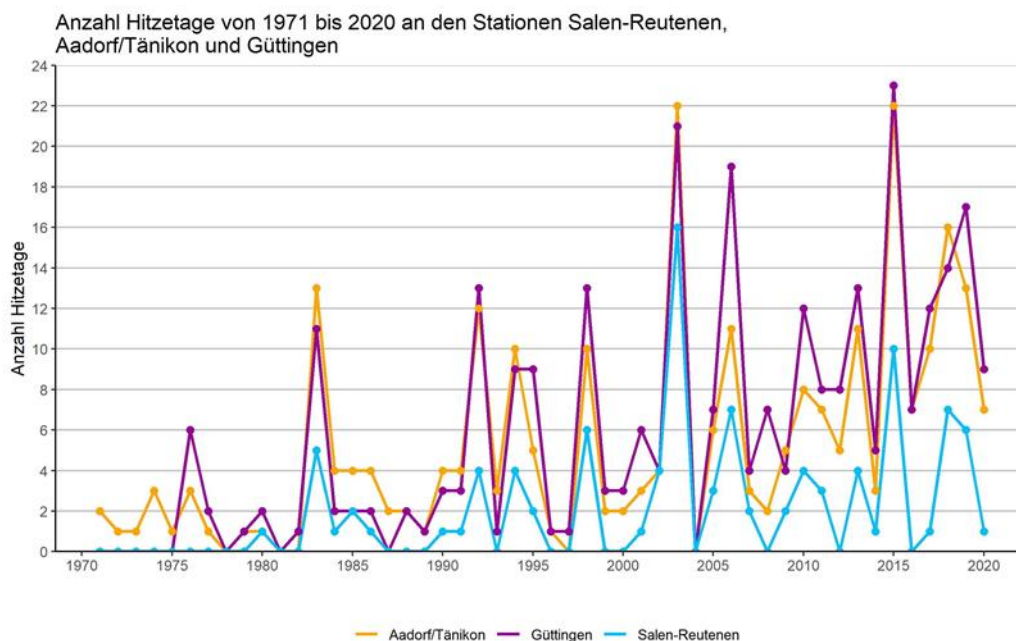


Abbildung 2: Entwicklung der Anzahl Hitzetage von 1971 bis 2020 an den Stationen Aadorf/Tänikon, Güttingen und Salen-Reutenen.

Neben Hitzetagen belasten auch Tropennächte die Gesundheit von Mensch und Tier, da die Erholung ungenügend ist. Während Tropennächten sinkt die Tiefsttemperatur nicht unter 20 °C. An Messstandorten, an denen heute bereits öfter Tropennächte registriert werden, wird seit 1961 eine starke Zunahme verzeichnet, besonders seit Anfang der 1980-er Jahre (BAFU et al. 2020). Im Thurgau hat seit 1971 die Anzahl Tropennächte besonders in Höhenlagen wie der Station Salen-Reutenen und besonders ab

2010 zugenommen. Diese räumliche Ausprägung liegt daran, dass in der Nacht die Luft abkühlt, die kalte Luft in tiefere Lagen sinkt und sich dort ansammelt. Die wärmere Luft bleibt in den höheren Lagen zurück.

Das veränderte Klima zeigt sich auch bei kalten Tagen, Kälteperioden und kalten Jahren, welche in den vergangenen Jahrzehnten abgenommen haben (vgl. Abbildung 1). Die Nullgradgrenze ist seit 1961 in allen Jahreszeiten angestiegen. Seit den 1960-er Jahren hat die Zahl der Frosttage – Tage, an denen die Tiefsttemperatur unter 0 °C liegt – schweizweit stark abgenommen. Im Thurgau hat sich die Zahl der Frosttage seit Messbeginn 1971 ungefähr um -3.7 (Güttingen) bis -6.1 (Salen-Reutenen) Tage pro Jahrzehnt, gegenüber der Normperiode 1981-2010, reduziert. Den stärksten Rückgang verzeichnen die Stationen seit 2010. Dies deckt sich mit der Feststellung, dass die Herbste, Winter und Frühlinge seit dann ebenfalls gehäuft überdurchschnittlich warm ausfallen. Zum Vergleich: 1971 gab es in Salen-Reutenen 134 Frosttage, 2020 noch 89 und im Extremjahr 2014 noch 48.

### 3.1.2. Niederschlagsentwicklung

Die jährliche Niederschlagssumme zeigt über die gesamte Schweiz betrachtet keinen signifikanten Trend. Die jahreszeitliche mittlere Niederschlagsverteilung verzeichnet nur im Winter eine Zunahme von +18 % pro 100 Jahre. Trends sind hingegen regional feststellbar: Auf der Alpennordseite ist von 1864 bis 2019 eine signifikante Zunahme von +6 % pro 100 Jahre messbar, dies bedeutet etwa 100 mm im zentralen Mittelland. Speziell in der Nordostschweiz zeigt sich seit Messbeginn 1901 eine leichte, aber statistisch signifikante Zunahme der Jahresniederschläge um +1.3 bis +1.6 % pro Dekade (Abbildung 3) (BAFU et al. 2020). Der Winterniederschlag nimmt in der Nordostschweiz ebenfalls statistisch signifikant leicht zu. Im Sommerhalbjahr nimmt die Trockenheit leicht zu.

Trend Jahres-Niederschlag [%/Dekade]  
1901–2020 sign. p<0.05



Abbildung 3: Trend des Jahresniederschlags [% pro Dekade] von 1901–2020  
Grüne Kreise: Zunahme des Jahresniederschlags. Braune Kreise: Abnahme des Jahresniederschlags. Gefüllte Kreise: statistisch signifikante Veränderung des Jahresniederschlags.

Der Klimawandel verändert auch die Intensität und Häufigkeit von Starkniederschlagsereignissen. Der stärkste Trend der Zunahme der Intensität von Starkniederschlagsereignissen verzeichnet die Schweiz im Mittelland und an den Voralpen der Nord- und Südschweiz. Auch bei der Starkniederschlagshäufigkeit (+26.5 % pro 100 Jahre) ist der Trend entlang der Voralpen am stärksten ausgeprägt, v.a. im Sommer. Die Häufigkeit der Starkniederschläge nahm seit 1901 an den meisten Messstationen der Schweiz zu: Durchschnittlich sind Starkniederschlagsereignisse heute 30 % häufiger als Anfang des 20. Jahrhunderts und die Niederschlagsmengen einzelner Ereignisse haben um +12 % zugenommen (NCCS 2018). Im Thurgau sind Starkniederschlagsereignisse lokal um  $\geq 20$  % intensiver und örtlich um +25 bis +50 % pro 100 Jahre häufiger geworden (Scherrer et al. 2016).

Auch in anderen Bereichen sind Veränderungen durch den Klimawandel spürbar. Abbildung 4 gibt dabei einen Überblick über weitere wichtige Klimaindikatoren:

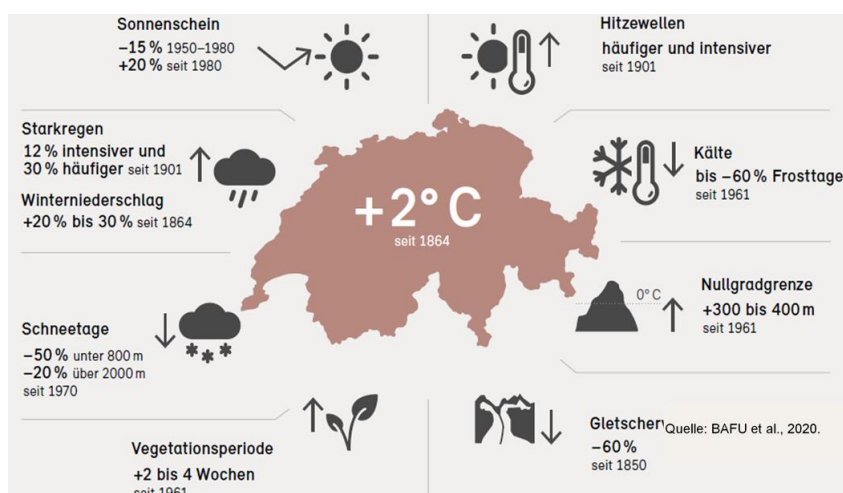


Abbildung 4: Bisher beobachtete Veränderung des Schweizer Klimas (Stand 2019). Quelle: BAFU et al. 2020.

### 3.2. Künftiger Klimawandel in der Schweiz und im Thurgau

Die Schweiz ist vom Klimawandel und den damit verbundenen Risiken besonders betroffen. Im Folgenden werden die Entwicklungen bis Ende des Jahrhunderts (2085) und für den Fall ohne Klimaschutz erläutert. Die Entwicklungen bis Mitte des Jahrhunderts (2060) und der Effekt der wirksamen Umsetzung von Klimaschutzmassnahmen sind in den jeweiligen Tabellen und Grafiken ergänzt.

#### 3.2.1. Emissionsszenarien und Klimamodelle

Klimamodelle zeigen anhand unterschiedlicher Emissionsszenarien auf, wie sich das Klima in der Zukunft entwickeln könnte. Basierend auf den Arbeiten des Weltklimarates (IPCC) verwenden die Klimaszenarien CH2018 diese zwei möglichen Entwicklungen künftiger THG-Emissionen (NCCS 2018):



- **Konsequenter Klimaschutz (RCP2.6<sup>3</sup>):** Wird die Reduktion der globalen THG-Emissionen auf praktisch Null schnell eingeleitet, stoppt der Anstieg der THG-Konzentration in etwa 20 Jahren. So können die Ziele des Pariser Klimaabkommens voraussichtlich erreicht werden und die weltweite Erwärmung auf 2 °C gegenüber der vorindustriellen Zeit begrenzt werden (Abbildung 5).
- **Kein Klimaschutz (RCP8.5<sup>3</sup>):** Es werden keine Klimaschutzmassnahmen ergriffen, wodurch die klimawirksamen Emissionen, trotz technischem Fortschritt, ungebremst weiter zunehmen und mit ihnen auch die Erwärmung (Abbildung 5).

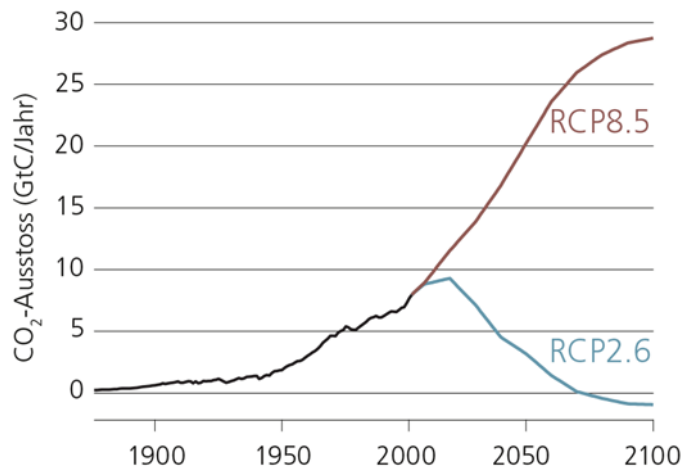


Abbildung 5: Globaler CO<sub>2</sub>-Ausstoss aus fossilen und industriellen Quellen in Gigatonnen Kohlenstoff pro Jahr (NCCS 2021). Das Szenario RCP2.6 prognostiziert die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen mit konsequentem Klimaschutz, das Szenario RCP8.5 jene ohne Klimaschutz.

### 3.2.2. Entwicklung der Mitteltemperatur

Mit dem weltweiten Klimawandel steigen die Temperaturen weiter an. Nehmen die THG-Emissionen ungebremst zu (RCP8.5), prognostizieren die neuen Klimaszenarien CH2018 einen weiteren Anstieg der Jahresmitteltemperatur in der Schweiz bis 2085 von durchschnittlich 3.5 bis 5.5 °C, im Mittelland (Kanton Thurgau) von 3.1 bis 5.0 °C (Abbildung 6).

<sup>3</sup> RCP: Representative Concentration Pathway.

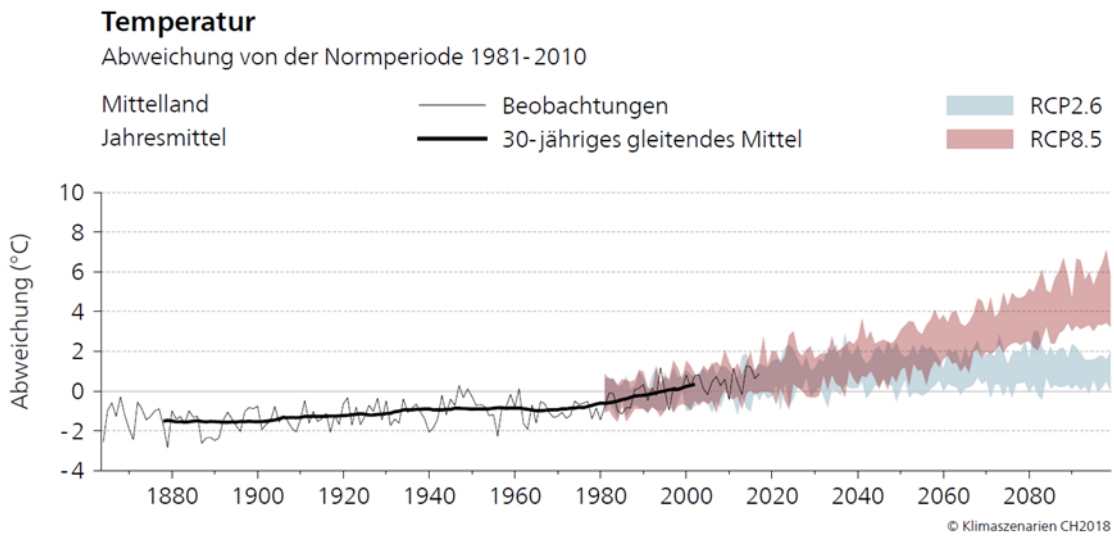


Abbildung 6: Beobachteter und projizierter Verlauf der Jahresmitteltemperatur im Mittelland von 1864 bis 2100 als Abweichung gegenüber der Referenzperiode 1981–2010. Berücksichtigung der Klimaszenarien mit (RCP2.6) und ohne Klimaschutz (RCP8.5) (NCCS 2018).

Die Erwärmung betrifft alle Regionen in der Schweiz und alle Jahreszeiten. Der Sommer weist die stärkste Erwärmung auf (BAFU et al., 2020). Abbildung 7 zeigt die projizierten saisonalen Temperaturabweichungen im Thurgau ohne Klimaschutz an der Klimastation Güttingen.

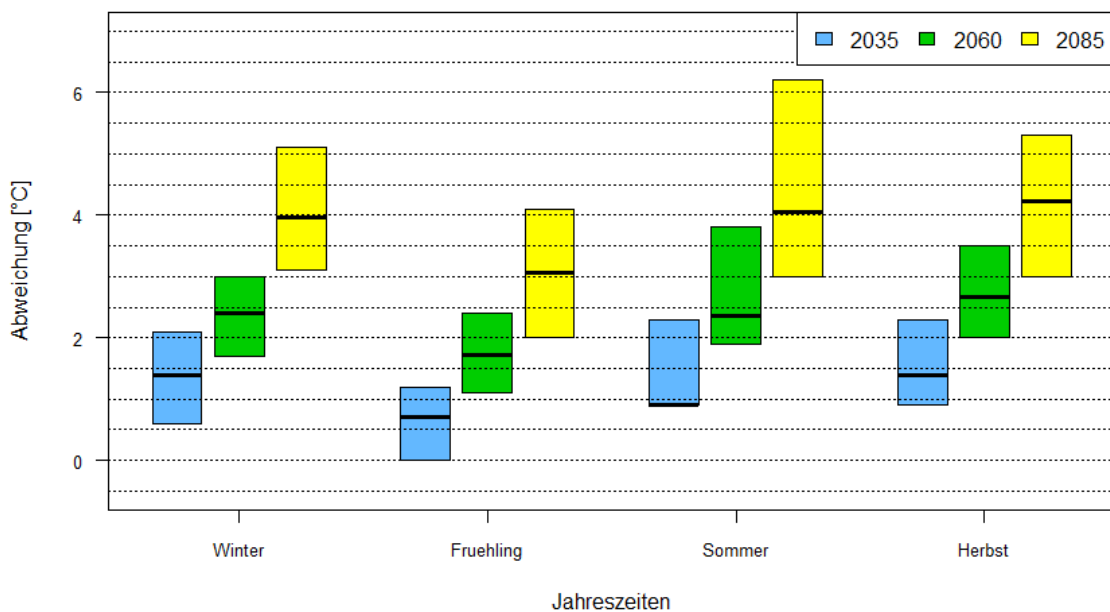


Abbildung 7: Abweichung der mittleren, saisonalen Temperatur von der Normperiode 1981–2010 ohne Klimaschutz an der Station Güttingen. Die Temperaturentwicklung umfasst die Jahre 2035, 2060 und 2085. Lesebeispiel: 2085 ist die mittlere Temperatur im Sommer um 3 bis 6.2 °C höher als heute. (Datenquelle: CH2018 Project Team, 2018).

### 3.2.3. Zukünftig erwartete Folgen des Klimawandels

#### 4.2.3.1. Trockene Sommer

Die Sommer erwärmen sich schweizweit am stärksten. In der Nordostschweiz ist ohne Klimaschutz mit einer Zunahme der mittleren Temperatur bis 2085 von weiteren 2.9 bis 5.8 °C zu rechnen. Langfristig nimmt mit den höheren Temperaturen der mittlere Gesamtniederschlag im Sommer ab (RCP8.5: bis 2085 um 39 bis 5 %) und die Verdunstung zu. Dadurch werden die Böden trockener, die Anzahl Regentage nehmen ab (RCP8.5: bis 2085 um 37.9 bis 8.4 Tage) und die längste niederschlagsfreie Periode im Sommer verlängert sich bis 2085 um bis zu 9.9 Tage. Eine Trockenperiode, die bisher alle 10 Jahre 1- bis 2-mal aufgetreten ist, könnte künftig jedes zweite Jahr vorkommen (NCCS 2018).

Tabelle 1: Entwicklung des mittleren Niederschlags, der mittleren Tagestemperatur und der längsten Trockenperiode im Sommer mit und ohne Klimaschutz (KS) für Mitte und gegen Ende des 21. Jahrhunderts. (Datenquelle: NCCS 2018)

	Mittlere Gesamtniederschlag im Sommer		Längste Sommer-Trockenperiode		Mittlere Sommer-temperatur	
	Mit KS	Ohne KS	Mit KS	Ohne KS	Mit KS	Ohne KS
Möglich um Mitte 21. Jhd. (2060)	-15.8 bis +6.5 %	-24.9 bis +9.2 %	-1.4 bis +4.1 Tage	-0.4 bis +8.6 Tage	+0.7 bis +2.3 °C	+2.1 bis +4.1 °C
Möglich gegen Ende 21. Jhd. (2085)	-15 bis +8.6 %	-39 bis -5 %	-0.5 bis +4.4 Tage	+0.7 bis +9.9 Tage	+0.5 bis +2.3 °C	+2.9 bis +5.8 °C

Dies wirkt sich auf den Wasserhaushalt aus: Wasserstände von Grund- und Oberflächengewässern nehmen im Sommer und Herbst generell ab. Mit vermehrten sommerlichen Hitzewellen und Trockenperioden nehmen Niedrigwasserabflüsse in Gebieten unter 1500 m. ü. M. während Trockenperioden im Schnitt um 30 % ab. Abbildung 8 zeigt diese Entwicklung für die Station Thur-Halden bis 2085 ohne Klimaschutz.

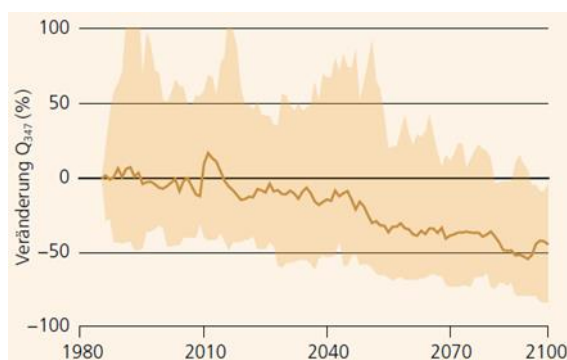


Abbildung 8: Entwicklung des Niedrigwasserabflusses an der Station Thur-Halden ohne Klimaschutz bis 2100 (NCCS 2021b).

Während regenarmer Perioden können Feuchtgebiete, kleine Flüsse und Bäche sowie Quellen trockenfallen. Auch beeinträchtigen mangelnde Wasserstände und hohe Temperaturen das Leben in und an Gewässern. Vereinzelt können auch mittlere und kleinere Fließgewässer während sommerlicher Trockenphasen austrocknen. Wird gleichzeitig Fluss- und Grundwasser für die Bewässerung oder zu Kühlzwecken verwendet, kann es regional und zeitlich begrenzt zu Wasserknappheit kommen. Bis 2085 herrscht im Thurgau voraussichtlich im Sommer während niederschlagsarmen Jahren verbreitet Wasserknappheit (Abbildung 9).

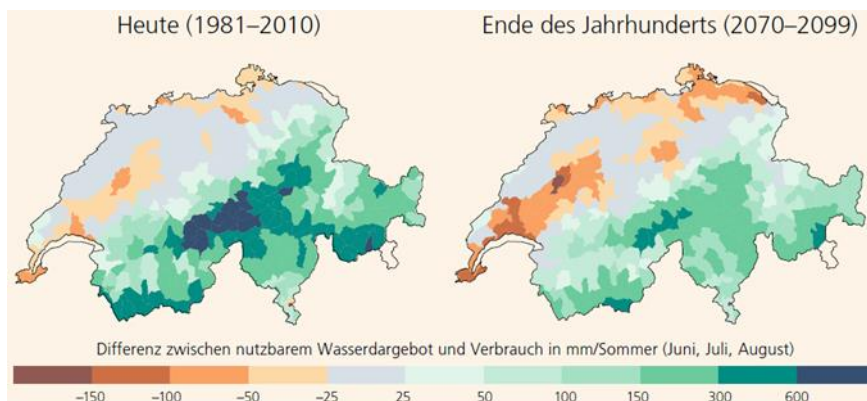


Abbildung 9: Bilanz zwischen Wasserdargebot und Verbrauch im Sommer heute und bis Ende des Jahrhunderts ohne Klimaschutz. Differenz zwischen nutzbarem Wasserdargebot und Verbrauch im Sommer eines niederschlagsarmen Jahres heute und bis Ende des Jahrhunderts. Orange/bräunliche Einzugsgebiete weisen Wasserknappheit auf: Der sommerliche Wasserbedarf ist grösser als das -dargebot von Flüssen, Bächen und Seen. Quelle: NCCS, 2021b.

#### 4.2.3.2. Heftigere und häufigere Starkniederschläge

Wärmere Luft kann pro 1 °C Erwärmung 6–7 % mehr Wasser aufnehmen. Eine wärmere und feuchtere Atmosphäre enthält dadurch mehr Energie, wodurch das Potenzial für kräftigere Gewitter und Starkniederschläge steigt. Nach aktuellem Stand hält dieser Trend schweizweit an: Mit ungebremstem Klimawandel fallen die stärksten Niederschläge im Winter in der Nordostschweiz bis 2085 um 40 %, im Sommer bis rund 23 % kräftiger aus (NCCS 2018). Überschwemmungen, Hochwasser und Oberflächenabflüsse werden häufiger. Auch seltene Ereignisse wie sie z.B. nur alle 100 Jahre vorkommen, treten in der Nordostschweiz im Jahresmittel bis 2085 bis 44 % öfter auf. Die Niederschlagssummen nehmen im Mittelland im Sommer zwar ab, Einzelereignisse fallen aber kräftiger aus (Tabelle 2). Die Schweiz und somit auch der Thurgau werden diesbezüglich von der Zunahme der Stark- und Extremniederschlagsentwicklung Nordeuropas beeinflusst. Zeitlich und räumlich kann die Entwicklung von Starkniederschlagsereignissen schwanken und über längere Zeiträume vom langfristigen Trend abweichen (NCCS 2018).

Tabelle 2: Entwicklung des stärksten Eintagesniederschlags und der Wiederkehr von 100-jährigen Eintages-Niederschlagsereignissen mit und ohne Klimaschutz für Mitte und gegen Ende des 21. Jahrhunderts. (Datenquelle: NCCS 2018)

	Stärkster jährlicher Eintagesniederschlag				Wiederkehr von 100-jährlichem Eintages-Niederschlagsereignis			
	Winter		Sommer		Winter		Sommer	
	Mit KS	Ohne KS	Mit KS	Ohne KS	Mit KS	Ohne KS	Mit KS	Ohne KS
Möglich um Mitte 21. Jhd.	-9.1 bis +15.4 %	+0.2 bis +17.3 %	-10.3 bis +14 %	-1.4 bis +26.1 %	-10.7 bis +21.2 %	-4.3 bis +27.5 %	-5.6 bis +24.2 %	-3.6 bis +43.3 %
Möglich gegen Ende 21. Jhd.	-5.8 bis +16 %	-1 bis +39.6 %	-9.4 bis +16.7 %	-16 bis +23.3 %	-13 bis +39 %	+7.2 bis +30.1 %	-10.7 bis +24.9 %	-5.9 bis +42.3 %

#### 4.2.3.3. Mehr Hitzetage

In den nächsten Jahrzehnten werden die Mitteltemperaturen in der Schweiz und im Thurgau in allen Jahreszeiten weiter ansteigen, mit Schwerpunkt im Sommer. Mit ungebremst steigenden THG-Emissionen kann es im Sommer im Thurgau im Schnitt bis 2085 bis zu 5 °C (Schweiz bis 4.8 °C) wärmer sein. Die Erwärmung der Höchsttemperaturen ist noch stärker: Die heissesten Sommertage (oder Hitzetage (Tageshöchsttemperatur  $\geq 30$  °C)) können bis 2085 bis zu 7.6 °C wärmer sein. Dies unter anderem, weil die Bodenfeuchte abnimmt, dadurch weniger Wasser verdunstet und den Boden weniger kühlt. Die Schweiz ist mit der Nähe zum Mittelmeer u.a. von einer der stärksten Zunahme von Hitzeextremen weltweit betroffen (NCCS 2018). Bis 2085 können in der Nordostschweiz bis zu 30 % mehr Hitzetage auftreten, wodurch sich Hitzewellen häufen. Mit jedem zusätzlichen 1 Grad, mit der die mittlere Temperatur ansteigt, verdoppelt sich die Anzahl Hitzetage in der Schweiz. Besonders in tiefen Lagen und in Städten nimmt die Hitzebelastung für Mensch und Tier zu (NCCS 2018). Im Thurgau gibt es bis 2085 durchschnittlich zusätzlich 18.6 bis 51.9 Hitzetage (Gesamtanzahl der Hitzetage in Tabelle 3). Hitzesommer wie im Jahr 2003 werden zur Norm. Auch in der Nacht nimmt die Hitzebelastung künftig weiter zu. Im Thurgau, mit Lagen von meist 400 bis 500 m. ü. M., sind ohne Klimaschutz bis 2085 bis zu 29.8 Tropennächte (Tagestiefsttemperatur  $\geq 20$  °C) jährlich zu erwarten.

Tabelle 3: Entwicklung der sommerlichen Tageshöchstwerte und der Anzahl Hitzetage im Thurgau mit und ohne Klimaschutz für Mitte und gegen Ende des 21. Jahrhunderts. Daten von den Klimastationen Aadorf/Tänikon und Güttingen (Datenquelle: NCCS 2018).

	Sommerliche Höchsttemperatur		Anzahl Hitzetage pro Jahr	
	Mit KS	Ohne KS	Mit KS	Ohne KS
Möglich um Mitte 21. Jhd.	+0.4 bis +2.5 °C	+1.8 bis +4.6 °C	7.3 bis 17.3 Tage	12.9 bis 31.7 Tage
Möglich gegen Ende 21. Jhd.	+0.4 bis +2.5 °C	+3.3 bis +7.6 °C	6.6 bis 16.6 Tage	24.2 bis 57.5 Tage

#### 4.2.3.4. Schneearme Winter

Künftig nehmen die Mitteltemperaturen zu, die Nullgradgrenze steigt von heute 850 auf rund 1500 m. ü. M. an. Die mittlere Temperatur im Winter nimmt in der Nordostschweiz ohne Klimaschutz bis 2085 um 3.1 bis 5.4 °C zu. Der winterliche Niederschlag fällt daher eher in Form von Regen, die Gesamtmengen nehmen zu (NCCS 2018). Es treten weniger Frost- und Eistage auf: Die Anzahl Frosttage nimmt im Thurgau bis 2085 durchschnittlich um 61.1 bis 43.9 Tage ab.

Die Schweiz wird eine merkliche Abnahme beim totalen Schneefall und bei der Schneebedeckung erleben. Dies wird besonders in tiefen Lagen wie im Thurgau und im Frühling spürbar sein. Bis 2085 nimmt die Schneebedeckung unterhalb von 1000 m. ü. M. um ~80 % ab (NCCS 2018). Im Thurgau nimmt die Anzahl Neuschneetage ohne Klimaschutz bis 2085 um 13.3 bis 5.4 Tage ab.

Tabelle 4: Entwicklung der mittleren Temperatur im Winter, der Anzahl Neuschnee- und Frosttage mit und ohne Klimaschutz für Mitte und gegen Ende des 21. Jahrhunderts. Daten von den Klimastationen Aadorf/Tänikon und Güttingen bezogen (Datenquelle: NCCS 2018).

	Mittlere Temperatur im Winter		Anzahl Neuschneetage		Anzahl Frosttage	
	Mit KS	Ohne KS	Mit KS	Ohne KS	Mit KS	Ohne KS
Möglich um Mitte 21. Jhd.	+0.5 bis +2.1 °C	+1.8 bis +2.9 °C	11.8 bis 20.5 Tage	6 bis 18.9 Tage	54.9 bis 92.8 Tage	43 bis 75 Tage
Möglich gegen Ende 21. Jhd.	+0.6 °C bis +2.1 °C	+3.1 bis +5.4 °C	5.2 bis 19 Tage	3.5 bis 11.5 Tage	67.1 bis 92.9 Tage	26.6 bis 56.9 Tage

#### 4.2.3.5 Abflüsse im Wandel

Der Klimawandel verändert zum einen die jahreszeitliche Niederschlagsverteilung, zum anderen steigt die durchschnittliche Lufttemperatur. Im Winter nehmen die Niederschläge mit der höheren Lufttemperatur zu, fallen vermehrt als Regen und fließen schneller ab. Da der Schnee im Einzugsgebiet der Thurgauer Gewässer später fällt und früher schmilzt, nehmen die Abflüsse und die Grundwasserneubildung im Winter zu. Schmelzwasser fehlt dann im Frühling und Sommer. Die Verdunstung nimmt in allen Jahreszeiten zu. Diese Entwicklungen bewirken, dass die Fliessgewässer im Winter mehr Wasser führen: Ohne Klimaschutz nehmen die Abflüsse im Winter der Thurgauer Fliessgewässer bis 2085 um 5 bis 20 % zu, jene ihres Einzugsgebietes um 20 bis > 60 %. Im Sommer und Herbst verringern sich die Abflüsse um 40 bis 20 % (z.B. Station Thur-Halden in Abbildung 10), in den Einzugsgebieten um 60 bis 40 %. Die gesamte Jahresabflussmenge vermindert sich voraussichtlich nur um 10 % (NCCS 2021b).

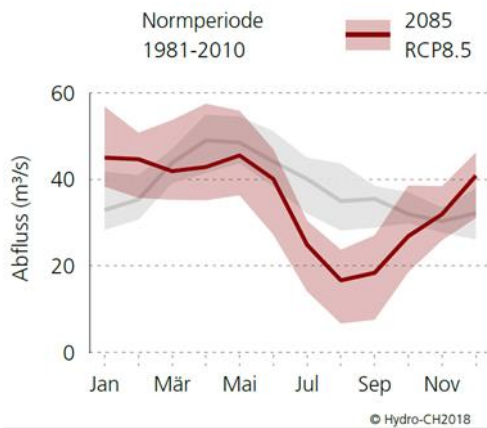


Abbildung 10: Monatliche Abflussänderung ohne Klimaschutz bis 2085 an der Station Thur-Halden (NCCS 2021c).

## 4. Treibhausgasemissionen im Thurgau

Durch den Ausstoss von THGs verstärkt der Mensch den natürlichen Treibhauseffekt. Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) ist mit einem Anteil von knapp 69 % das weitaus wichtigste THG im Kanton Thurgau. CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen hauptsächlich durch die Verbrennung fossiler Brenn- und Treibstoffe, aber auch bei industriellen Prozessen. Weitere THGs sind Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O), welche überwiegend aus landwirtschaftlichen Aktivitäten und aus der Abfallbewirtschaftung stammen, sowie die synthetischen Gase (HFC, PFC, SF<sub>6</sub> und NF<sub>3</sub>), welche u.a. als Kältemittel verwendet werden.

### 4.1. Direkte Treibhausgasemissionen

Direkte Emissionen sind diejenigen, welche innerhalb des Kantonsgebiets ausgestossen werden (territoriale THG-Emissionen). Im Jahr 2018 lagen diese bei total 1.5 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. Abbildung 11 zeigt für das Jahr 2018 die Beiträge der einzelnen Sektoren auf.

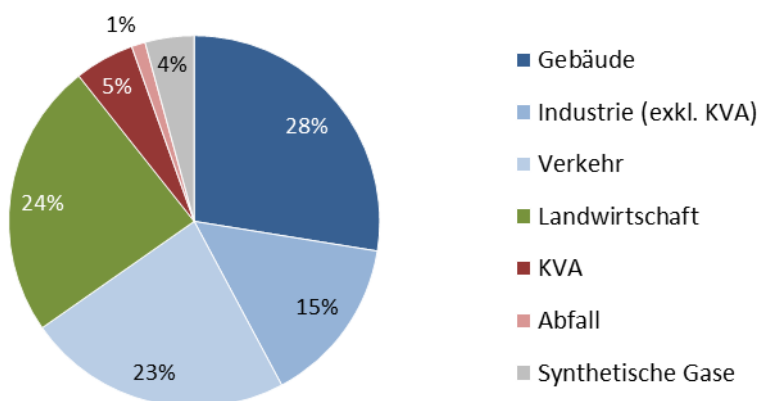


Abbildung 11: Anteile der einzelnen Sektoren an den gesamten THG-Emissionen des Kantons Thurgau 2018. Quellen: Energiestatistik Kanton Thurgau und Emissionskataster Ostluft.

Die Aufteilung nach Sektoren entspricht derjenigen des Treibhausgasinventars der Schweiz. Nicht enthalten sind in dieser Betrachtung die Emissionen, die durch den Konsum im Kanton verursacht, aber anderswo ausgestossen werden (siehe Kapitel 4.2). Ebenso ausgeklammert sind hier, wie auch in anderen kantonalen Emissionskatastern, die Emissionen und Senken aufgrund von Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Waldbewirtschaftung.

Am meisten ins Gewicht fallen die energiebedingten Emissionen durch die Verbrennung von fossilen Brenn- und Treibstoffen in den Bereichen Gebäude, Verkehr und Industrie mit insgesamt 66 % aller kantonalen Emissionen. Knapp ein Viertel der Emissionen stammen aus landwirtschaftlichen Aktivitäten, namentlich aus der Tierhaltung und aus der Düngung landwirtschaftlicher Böden und der Hofdüngerbewirtschaftung und zu einem geringen Anteil von landwirtschaftlichen Fahrzeugen. Als landwirtschaftlich geprägter Kanton liegen die kantonalen Emissionen aus der Landwirtschaft mit 24 % verglichen mit denjenigen der Schweiz mit 14 % deutlich höher.



5 % der kantonalen Emissionen stammen aus der Abfallverbrennung der Kehrichtverbrennungsanlage (KVA) Weinfelden, rund 1 % aus der Abfallbehandlung in Deponien und Abwasserreinigungsanlagen sowie der Kompostierung und Vergärung von Abfällen in Biogasanlagen.

Die synthetischen Gase (4 % der THG-Emissionen) machen fast gleich viel aus wie die KVA. Sie werden als Kältemittel, als elektrische Isolatoren und als Lösungsmittel sowie bei der Herstellung von Schaumstoffen verwendet.

Zwischen 1990 und 2018 sind die direkten THG-Emissionen im Kanton Thurgau um 10 % zurückgegangen (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

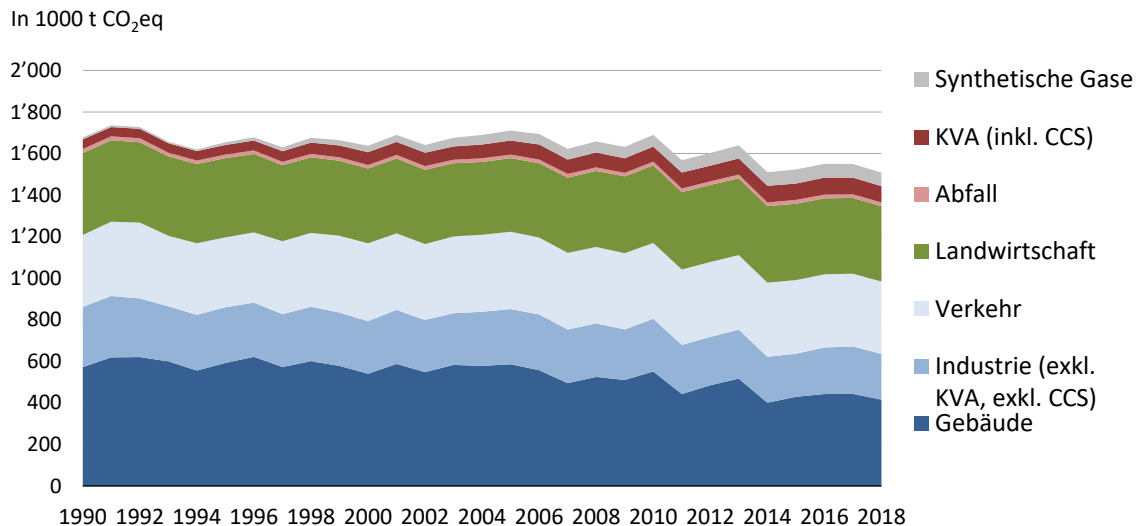


Abbildung 12: Bisherige THG-Emissionsentwicklung im Kanton Thurgau (1990 bis 2018). Für die meisten Jahre und Sektoren liegen keine kantonalen Daten vor. Diese Daten werden gemäss der Entwicklung des jeweiligen Sektors auf nationaler Ebene (Treibhausgasinventar der Schweiz) rückgerechnet. Quellen: Energiestatistik Kanton Thurgau, THG-Emissionskataster Ostluft und THG-Emissionskataster Schweiz.

Der Rückgang ist primär auf substantielle Emissionsminderungen im Gebäudebereich (-27 %) durch den Ersatz fossiler Heizsysteme und einen effizienteren Gebäudepark sowie auf Prozessoptimierungen in der Industrie (-24 %) zurückzuführen. Ebenfalls abnehmende THG-Emissionen verzeichnet die Landwirtschaft (-8 %). Dank Effizienzgewinnen blieb der Verkehr fast unverändert (+1 %), obwohl der Verkehr in dieser Periode insgesamt zugenommen hat. Gestiegen sind dagegen die Emissionen der KVA (+70 %) sowie die Verwendung synthetischer Gase (+593 %).

#### 4.2. Indirekte Treibhausgasemissionen

Indirekte THG-Emissionen sind diejenigen Emissionen, die durch den Konsum im Kanton verursacht, aber anderswo und vor allem im Ausland, ausgestossen werden. Diese Emissionen fallen bei der Rohstoffgewinnung sowie bei Herstellung und Transport von Produkten und Nahrungsmitteln an.

Der Konsum von aus dem Ausland importierten Gütern verursacht im Vergleich mit den Emissionen im Inland pro Kopf der Wohnbevölkerung deutlich mehr Emissionen. Betrachtet man den gesamten THG-Fussabdruck der Schweiz, d.h. die Gesamtmenge der

Emissionen, die durch die Endnachfrage verursacht werden, sind diese indirekten Emissionen rund 1,5-mal so hoch wie diejenigen, die innerhalb der Landesgrenzen ausgestossen werden (BAFU et al. 2020). Es wird davon ausgegangen, dass die Situation für den Kanton Thurgau ähnlich ist (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

In 1000 t CO<sub>2</sub>eq

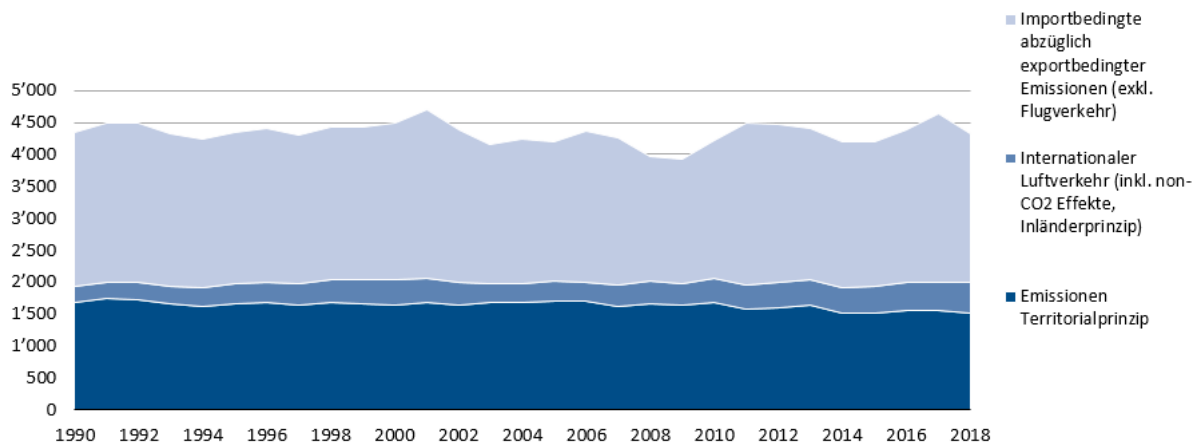


Abbildung 13: Entwicklung des Treibhausgasfussabdrucks aufgrund der Thurgauer Endnachfrage von 1990 bis 2018 in ktCO<sub>2</sub>eq. Der Treibhausgasfussabdruck ist aufgeteilt nach indirekten Emissionen mit importierten abzüglich exportierter Emissionen (exkl. Flugverkehr) und internationalem Luftverkehr (Inländerprinzip, inkl. non-CO<sub>2</sub> Effekte) und den direkten Emissionen gemäss Territorialprinzip. Der Anteil des Kantons Thurgau an den Emissionen durch den internationalen Luftverkehr werden aufgrund der Bevölkerungszahl des Kantons TG ermittelt, mit einem Abschlag von 25 %, weil Bewohnerinnen und Bewohner ländlicher Gebiete gemäss BFS, ARE - Mikrozensus Mobilität und Verkehr weniger fliegen. Quellen: Energiestatistik Kanton Thurgau, THG-Emissionskataster Ostluft, THG-Emissionskataster Schweiz, BAFU et al. 2020.

Die Emissionen gemäss Territorialprinzip entsprechen den direkten THG-Emissionen gemäss Kapitel 4.14.1, die importbedingten Emissionen des Kantons Thurgau werden auf Basis der Schweizer Zahlen abgeschätzt. Zusätzlich wird hier der Thurgauer Anteil am internationalen Luftverkehr in der Betrachtung der indirekten Emissionen mitberücksichtigt, da diese Emissionen ebenfalls ausserhalb der Kantonsgrenze (Flughafen Zürich) anfallen.

Der THG-Fussabdruck des Kantons Thurgau zeigt, dass ein grosser Teil der verursachten Emissionen ausserhalb der Kantonsgrenzen anfallen. Deshalb ist es zentral, auch diese Emissionen zu reduzieren, um das globale Klimaziel zu erreichen (siehe dazu Kapitel 6.3.5 und 6.4).

## 5. Ziele und Grundsätze der Klimastrategie Thurgau

### 5.1. Strategische Ziele

Die Klimastrategie Thurgau strebt in Übereinstimmung mit den Zielen des Bundes die folgenden übergeordneten Ziele an:

Tabelle 5: Übergeordnete Klimaziele im Kanton Thurgau.

Klimaschutz	Anpassung an den Klimawandel
Bis 2030 sind die direkten THG-Emissionen um 50 % gegenüber 1990 zu reduzieren. Innerhalb des Kantons sind die direkten THG-Emissionen um mindestens 30 % zu reduzieren. 20 % können im Ausland ausgeglichen werden. <sup>4</sup>	Der Kanton Thurgau minimiert die Risiken und nutzt die Chancen, die sich durch die Auswirkungen des Klimawandels ergeben, und steigert die Anpassungsfähigkeit von Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt.
Bis <b>2050</b> sind die direkten THG-Emissionen des Kantons Thurgau auf Netto-Null zu senken.	

Dabei orientiert sich der Kanton Thurgau an den Bundesratszielen, die sich auf das Pariser Klimaabkommen stützen sowie mit den grösstmöglichen Ambitionen (highest possible ambition (United Nations 2015 Art. 4, Abs. 3)) konform sind. Das Pariser Klimaabkommen sieht auch vor, dass die Staatengemeinschaft ihre Anpassungsfähigkeit an den Klimawandel erhöht, die Verwundbarkeit verringert und die Widerstandsfähigkeit steigert.

Die strategischen Ziele werden im Bereich Klimaschutz in Kapitel 5, im Bereich Anpassung an den Klimawandel im Kapitel 7 konkretisiert.

### 5.2. Strategische Grundsätze

Der globale Zielzustand ist wissenschaftlich definiert und mit dem Pariser Klimaabkommen verpflichtend festgelegt. Vorhersagen über technische Entwicklungen und die Auswirkungen verschiedener Instrumente der Wirtschaft und Gesellschaft können längerfristig vorerst nur in ihren Grundzügen prognostiziert werden (Bundesrat 2021). Die Weichen zu einem treibhausgasarmen System müssen aber bereits heute gelegt werden. Strategische Grundsätze zum Erreichen der oben gesetzten Ziele Richtung Klimaneutralität im Jahr 2050 und zur Anpassung an den Klimawandel stellen Eckpfeiler auf dem Weg zu Netto-Null dar, lassen aber Handlungs- und Gestaltungsfreiraum offen. Diese wurden von den Grundsätzen der langfristigen Klimastrategie der Schweiz abgeleitet (Bundesrat 2021, BAFU 2012):

---

<sup>4</sup> Der Ausstoss einer bestimmten Menge an THG, der im Kanton Thurgau nicht vermieden werden kann, wird an einem anderen Ort im gleichen Umfang reduziert.

### **1) Der Kanton Thurgau übernimmt Verantwortung in der Klimapolitik:**

Der Kanton leistet seinen Beitrag zur Umsetzung des Pariser Klimaabkommens. Er schafft damit wichtige Voraussetzungen dafür, dass auch künftige Generationen einen intakten und attraktiven Lebens- und Wirtschaftsraum vorfinden (s. Regierungsratsrichtlinien 2020–2024). Dabei geht er mit gutem Beispiel voran. In der eigenen Organisation nutzt er die Potenziale zu Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel, praktiziert klimafreundliches Handeln und nimmt so seine Vorbildfunktion wahr.

### **2) Der Kanton Thurgau nutzt die Chancen einer konsequenten Transformation zu Netto-Null:**

In der konsequenten Ausrichtung auf das Netto-Null-Ziel liegt eine grosse Chance für den Wirtschaftsstandort Thurgau, die es zu nutzen gilt. Grosse Chancen liegen in der Innovationskraft und Forschung, der Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit durch die Förderung fossilfreier, emissionsarmer und neuer Technologien und Lösungen, der Reduktion der Abhängigkeit vom Import fossiler Energien und der Schaffung lokale Arbeitsplätze und Wertschöpfung.

### **3) Der Umgang mit Energie und natürlichen Ressourcen erfolgt haushälterisch**

Der Kanton sorgt im Rahmen seiner Zuständigkeiten und Möglichkeiten für eine schonende Nutzung der natürlichen Ressourcen. Er fördert Ansätze für einen geringeren Ressourcenverbrauch (Suffizienz), für den Umstieg auf erneuerbare Energien (Konsistenz), für eine effizientere Nutzung der Energien (Effizienz) und zur Kreislaufwirtschaft.

### **4) Die Anpassung an den Klimawandel erfolgt komplementär zum Klimaschutz, Synergien werden genutzt:**

Konsequenter Klimaschutz ist Voraussetzung dafür, dass die Auswirkungen des Klimawandels handhabbar bleiben. Ohne wirksame Eindämmung des fortschreitenden Klimawandels stösst die Anpassung an den Klimawandel an Grenzen. Gleichzeitig ist die Anpassung an den Klimawandel bereits heute und auch bei konsequentem Klimaschutz erforderlich. Werden Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel gemeinsam behandelt, können Synergien und Chancen genutzt werden.

### **5) Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel sind mit einer nachhaltigen Entwicklung zu vereinen:**

Der Kanton Thurgau stellt sicher, dass der Übergang zu Netto-Null umwelt-, sozial- und wirtschaftsverträglich erfolgt. Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel sollen mit anderen Umweltbereichen vereinbar sein, Massnahmen mit negativen Effekten auf Umwelt und Ökosysteme sind zu vermeiden. Die Thurgauer Bevölkerung soll den Übergang zu Netto-Null mittragen können, Benachteiligungen einkommensschwacher Bevölkerungsgruppen sind zu vermeiden oder sollen durch Abfederungsmassnahmen gemildert werden. Es sind Massnahmen zu bevorzugen, die sich positiv auf die Gesundheit und den gesellschaftlichen Zusammenhalt auswirken. Der Übergang zur Klimaneutralität ist wirtschaftsverträglich, kosteneffizient und trägt dem Verursacherprinzip möglichst Rechnung.

### **6) Der Kanton Thurgau pflegt Kooperationen und einen aktiven Dialog mit verschiedenen Akteuren:**

Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel sind eine gemeinsame Aufgabe von Kanton, Bund, Gemeinden, Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft. Der Kanton Thurgau bezieht Wirtschaft und Bevölkerung aktiv in die Klimapolitik mit ein. Er pflegt und fördert den Dialog, den Erfahrungsaustausch und die Zusammenarbeit auf verschiedenen Ebenen und mit verschiedenen Akteuren.

**7) Die Fortschritte im Klimaschutz und in der Anpassung an den Klimawandel werden regelmässig überprüft:**

Der Kanton entwickelt ein Monitoringsystem mit geeigneten Umsetzungs- und Wirkungsindikatoren, damit der Fortschritt im Klimaschutz und in der Anpassung an den Klimawandel periodisch überprüft werden kann. Weicht der Entwicklungsfortschritt von den Zielen ab, sind die Anstrengungen zu intensivieren und weitere Aktivitäten vorzusehen.

## **6. Klimaschutz**

### **6.1. Netto-Null-Ziel**

Das Verringern der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen auf Netto-Null bis Mitte des Jahrhunderts sowie die weitgehende Reduktion der übrigen THGs ist gemäss wissenschaftlicher Evidenz die einzige Möglichkeit, die globale Erwärmung entsprechend den Zielen des Pariser Klimaabkommens unter 2 Grad Celsius zu halten (Bundesrat 2021).

Die Schweiz hat sich dementsprechend das Ziel gesetzt, die THG bis 2050 innerhalb der Landesgrenzen auf Netto-Null zu senken (Bundesrat 2021). Dies bedeutet, dass die direkten THG-Emissionen spätestens dann ein Gleichgewicht zwischen Quellen und Senken erreichen müssen, d.h. dass die noch ausgestossenen Emissionen der Atmosphäre vollständig und dauerhaft mittels Senken (negative Emissionen) entzogen werden müssen.

Der Kanton Thurgau übernimmt das Netto-Null-Ziel des Bundes und lehnt sich an die Sektoren und Handlungsfelder der langfristigen Klimastrategie des Bundes an. Das Netto-Null-Ziel umfasst betrifft die territorialen, direkten Emissionen des Kantons Thurgau aus den Sektoren Gebäude, Industrie, synthetische Gase, Verkehr, Landwirtschaft, Abfall (s. Kapitel 4.1). Für diese Sektoren werden quantitative THG-Emissionsziele in den jeweiligen Kapiteln formuliert (s. Kapitel 6.3.1 bis 6.3.6).

Bis 2050 wird die Schweiz und damit auch der Kanton Thurgau die Emissionen gemäss Territorialprinzip nicht in allen Bereichen vollständig auf null reduzieren können. Insbesondere bei der Nahrungsmittelproduktion und gewissen industriellen Prozessen werden diese aus heutiger Sicht unvermeidbar sein. Diese verbleibenden direkten Emissionen müssen deshalb durch den Einsatz technischer sowie natürlicher Senken ausgeglichen werden (Bundesrat 2021) (s. Kapitel 6.5).

Die indirekten Emissionen, d.h. die importbedingten Emissionen sowie diejenigen, die mit Finanzflüssen verbunden sind, sind nicht Teil des Netto-Null-Ziels. Aufgrund des grossen Anteils dieser indirekten THG-Emissionen am gesamten THG-Fussabdruck des Kantons Thurgau ist es dennoch zentral, auch in diesem Bereich aktiv zu werden und so einen Beitrag zur Erreichung des globalen Klimaziels zu leisten. Für diese indirekten Emissionen werden deshalb qualitative Sektorziele formuliert (s. Kapitel 6.4).

### **6.2. Absenkpfad**

Um das Netto-Null-Ziel zu erreichen, braucht es eine umfassende, weitgehende und schnelle Reduktion der kantonalen THG-Emissionen. Abbildung 14 zeigt auf, wie sich die direkten THG-Emissionen im Kanton Thurgau entwickeln sollten, um dieses Ziel 2050 zu erreichen. Dabei wurden die sektoriellen Ziele des Bundes auf den Thurgau heruntergebrochen.

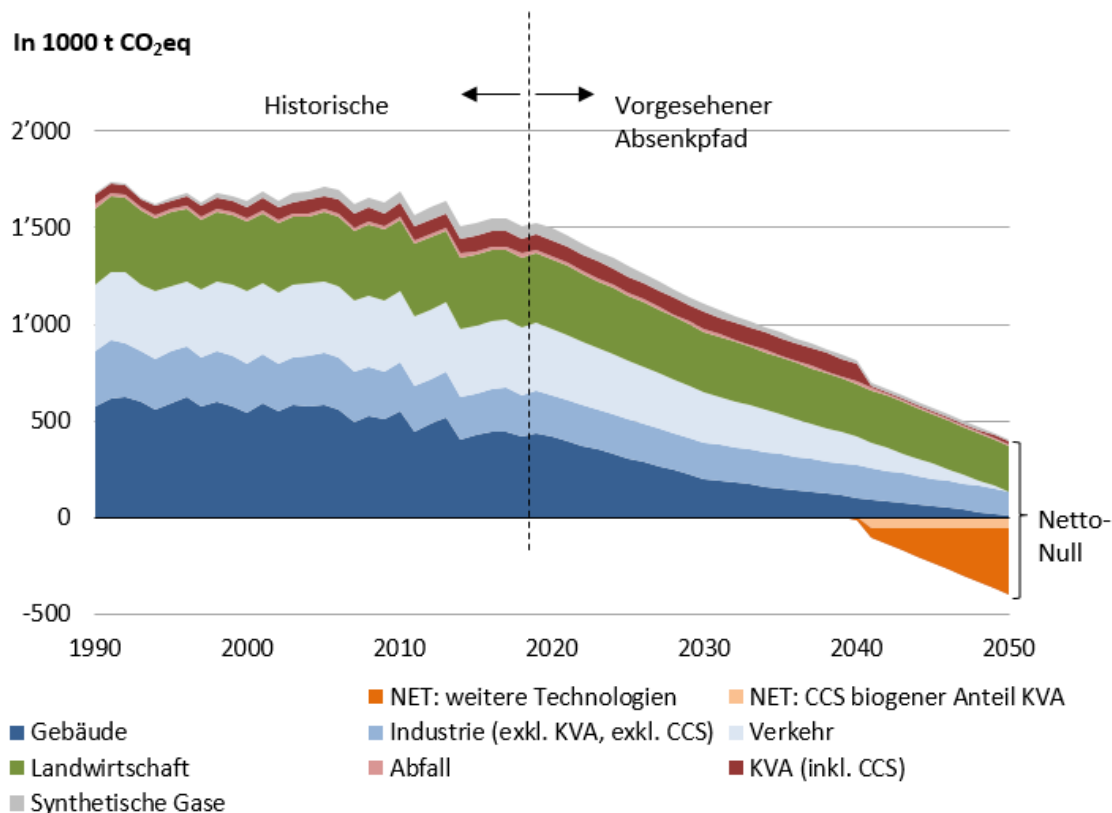


Abbildung 14: Historische THG-Emissionen 1990 bis 2018 und Absenkpfad bis 2050 für den Kanton Thurgau. Quellen: Energiestatistik Kanton Thurgau, THG-Emissionskataster Ostluft, THG-Emissionskataster Schweiz, Bundesrat 2021. NET: Negativemissionstechnologien; KVA: Kehrichtverbrennungsanlage, CCS: Carbon Capture and Storage.

Aufgrund der unterschiedlichen Reduktionspotenziale der Sektoren werden zum Erreichen des Netto-Null-Ziels unterschiedliche sektorielle Ziele verfolgt. Analog zu den Sektorzielen der langfristigen Klimastrategie der Schweiz müssen die Sektoren Gebäude und Strassenverkehr 2050 praktisch vollständig dekarbonisiert, d.h. frei von fossilen Emissionen sein. Die Technologien dafür sind vorhanden. Auch in der Industrie und im Abfallsektor sind die direkten THG-Emissionen – soweit technisch möglich – zu reduzieren, der Ausstoss synthetischer THG ist auf ein Minimum zu beschränken. In der Industrie unterscheiden sich die Möglichkeiten und Ansätze zur THG-Emissionsreduktion zwischen den Branchen stark. Während sich die verbrennungsbedingten Emissionen bis 2050 fast komplett vermeiden lassen, verbleiben Restemissionen vor allem aus Prozessemissionen einzelner Branchen, etwa aus der (Bio-) Chemie-, Klebstoffindustrie und aus Lackierereien. Die THG-Emissionen aus der Abfallverbrennung (KVA) sollen bis 2050 durch eine flächendeckende Anwendung von Technologien zur Abscheidung und Einlagerung von CO<sub>2</sub> vollständig vermieden werden (Annahme, dass dies bereits ab 2040 geschieht). Die landwirtschaftliche Produktion soll die Emissionen gegenüber 1990 um 40 % reduzieren. Dies lässt sich mit strukturellen Anpassungen, optimierten Produktionsmethoden und technischen Massnahmen bewerkstelligen. Es verbleiben aber Restemissionen aus der landwirtschaftlichen Produktion, die sich nach heutigem Wissen nicht vermeiden lassen (Bundesrat 2021).

Die direkten THG-Emissionen all dieser Sektoren müssen insgesamt so stark reduziert werden können, dass die noch verbleibenden, technisch schwer vermeidbaren Emissionen durch negative Emissionen ausgeglichen werden können (siehe Kapitel 6.5).

### 6.3. Sektoren und Handlungsfelder im Klimaschutz: Direkte Emissionen

#### 6.3.1. Energieproduktion/-versorgung

##### 6.3.1.1. Energieproduktion/-versorgung im Kanton Thurgau

Die Elektrizitätsversorgung ist im Kanton Thurgau kleinräumig strukturiert. Rund 90 Stromversorgungsunternehmen beliefern Endkunden im Kanton Thurgau. Die meisten sind im Verband Thurgauischer Elektrizitätsversorgungen (VTE) zusammengeschlossen. In den letzten Jahren ist der Anteil der erneuerbaren Elektrizitätsproduktion auf rund 250 GWh pro Jahr angestiegen. Photovoltaik hat gemäss den neusten Zahlen (2019) einen Anteil von 52 % an der Stromproduktion aus erneuerbaren Energiequellen im Kantonsgebiet, 22 % stammen aus dem erneuerbaren Stromanteil der Kehrichtverbrennungsanlage in Weinfelden, 19 % aus Wasserkraft und 8 % aus verschiedenen Biogasanlagen. Auch bei der Wärmenutzung hat der erneuerbare Anteil in den letzten Jahren zugenommen und liegt bei 24 % (860 GWh pro Jahr), 76 % der Wärme wird noch immer fossil erzeugt. Der Erdgasanteil beträgt 46 %, der Anteil Erdölbrennstoffe 30 %. Zwischen 2015 und 2019 ist der Anteil der Erdölbrennstoffe um 4 % gesunken, der Erdgasanteil hat hingegen leicht zugenommen.

Der Gesamtenergieverbrauch liegt im Kanton Thurgau bei 7'676 GWh pro Jahr, wobei am meisten für Wärme (3'660 GWh), gefolgt von Treibstoffen (2'320 GWh) und Elektrizität (1'697 GWh) verbraucht wird. Beim Wärmeverbrauch macht der Gebäudebereich mit Wohn- und Dienstleistungsgebäuden (2'441 GWh pro Jahr) den grössten Anteil aus, gefolgt von der Industrie (Daten aus der Energiestatistik). Dabei fallen jährlich 416 kt CO<sub>2</sub>eq-Emissionen im Gebäudebereich an und 220 kt CO<sub>2</sub>eq in der Industrie (Stand 2018, s. Kapitel Gebäude und Industrie).

##### 6.3.1.2. Sektorziele

Der Kanton Thurgau setzt sich im Sektor Energieproduktion/-versorgung die folgenden Sektorziele:

Tabelle 6: Sektorziele "Energieproduktion/-versorgung"

<b>Sektorziele "Energieproduktion/-versorgung" 2050</b>
Energieproduktion und Energieübertragung sind Netto-Null kompatibel, Potenziale für eine nachhaltige, erneuerbare Energieproduktion sind konsequent genutzt.
Gasnetze sind strategisch konzentriert und so ausgelegt, dass sie für eine Energieversorgung mit Netto-Null Treibhausgasemissionen tauglich sind.



#### 6.3.1.4. Bestehende Aktivitäten zum Klimaschutz

Verschiedene bestehende Aktivitäten und Massnahmen des Kantons Thurgau in Bereich Energieproduktion/-versorgung tragen bereits zum Klimaschutz bei. Relevant sind insbesondere die folgenden Instrumente und Massnahmen:

- **Energiekonzept Kanton Thurgau 2020 bis 2030:** Das Nachfolgekonzept für das "Konzept zur verstärkten Förderung erneuerbarer Energien und der Energieeffizienz" von 2007 nimmt eine Vorbildfunktion in der Schweiz ein. Es strebt das Ziel der Förderung einer nachhaltigen und sicheren Energieversorgung an, wozu Teilziele zum Verbrauch fossiler Energien für Wärmeverwendung und Mobilität sowie zur Produktionszunahme erneuerbarer Wärme und Elektrizität formuliert sind. Dazu werden konkrete Massnahmen zur Zielerreichung aufgeführt und der Zielerreichungsgrad wird periodisch überprüft. 2025 wird eine erste Zwischenbilanz gezogen.
- **Förderprogramm Energie 2021:** Es besteht ein vorbildliches Förderprogramm u.a. zu Holzfeuerungen, Wärmepumpenanlagen, Anschlüsse an Wärmenetze, Wärmenetzprojekte, Solaranlagen und Energieeffizienz.
- **Kantonale Windpotenzialstudie:** Die Studie wurde 2014 publiziert und zeigt, dass der Kanton Thurgau 10 bis 15 % seines Stromverbrauchs mit Windenergie decken könnte. Die Potenzialstudie schafft die Voraussetzung für Investoren, Windenergieanlagen konkret zu planen und will der neuen, sauberen Stromproduktion zum Durchbruch verhelfen.
- **Geothermie:** Eine zusammen mit dem Kanton Schaffhausen erstellte Geothermie-Potenzialstudie aus dem Jahr 2009 untersuchte das Potential der Tiefengeothermie. Bis 2021 konnte erst ein Geothermieprojekt realisiert werden, und zwar bei einem grossen Gemüseproduktionsbetrieb in Schlattigen.
- **Potenzialstudie zur energetischen Nutzung biogener Abfälle:** Die Studie aus dem Jahr 2008 zeigt auf, welchen Beitrag die energetische Nutzung biogener Abfälle in Zukunft zur Energieversorgung leisten kann. Sie zeigt auf, wie gross das Aufkommen an biogenen Abfällen im Thurgau ist, wie diese verwertet und entsorgt werden, welche Abfallmengen für die Vergärung geeignet sind und für die energetische Nutzung zur Verfügung stehen sowie welche technischen Verfahren für die Vergärung im Vordergrund stehen. Schliesslich wird abgeschätzt, wie viele zusätzliche Vergärungsanlagen sinnvoll sind und welches die günstigen Standorte für diese wären.
- **Wasserkraft:** Der Kanton fördert Machbarkeitsstudien für weitere Kleinwasserkraftwerke, damit die Wasserkraft im Kanton ausgebaut werden kann. Derzeit bestehen 50 Kleinwasserkraftwerke.

Die nachfolgend beschriebenen Handlungsfelder und Stossrichtungen bauen auf den bestehenden Aktivitäten des Kantons Thurgau auf.

### 6.3.1.5. Handlungsfelder und Stossrichtungen

Tabelle 7: Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Energieproduktion/-versorgung".

<b>Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Energieproduktion/-versorgung"</b>
<b>Handlungsfeld: Energieerzeugung und -nutzung</b>
<p>Dekarbonisierung geht auch mit einer Elektrifizierung einher, da z.B. Wärmepumpen als Ersatz fossiler Heizungen, oder Elektrofahrzeuge den Strombedarf steigen lassen. Der im Kanton Thurgau konsumierte Strom wird zu einem sehr grossen Teil aus der übrigen Schweiz und dem Ausland importiert. Die kantonale Stromproduktion basiert bereits weitgehend auf erneuerbaren Energiequellen. Das Potenzial zur Nutzung lokaler Energiequellen ist aber noch lange nicht ausgeschöpft. Vor allem bei der Nutzung von Umweltwärme und der Stromproduktion aus Photovoltaik- und Windenergieanlagen besteht noch Potenzial. Diese Entwicklung kann der Kanton massgeblich mitbeeinflussen.</p>
<p><b>Stossrichtungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Förderung der erneuerbaren Stromproduktion:</i> Zur Deckung des Strombedarfs durch die Dekarbonisierung des Energiesystems ist ein massiver Ausbau der Stromproduktion durch erneuerbare Energien notwendig, insbesondere von Photovoltaik und Windenergie. Dabei ist bei der Gestaltung von Anreizen auch auf eine optimale Netzintegration und Systemdienlichkeit zu achten. Ein enger Abgleich mit Partnern im Förderbereich (Bund, Gemeinden) und den Energieversorgern ist sehr wichtig. In Ergänzung zur Förderung durch den Bund kann die Förderung von Photovoltaik-Anlagen durch kantonale Zusatzbeiträge ausgebaut und stärker differenziert werden. Diese soll insbesondere auch auf die Erhöhung der Produktion im Winter (z.B. Orientierung oder Fassaden-PV) und der Speicherkapazitäten zur Erzielung hoher Eigenverbrauchsquoten und auf verstärkte Systemdienlichkeit abzielen (vgl. auch Hinweise bei der Stossrichtung zur bestehenden Förderung von Batteriespeichern). Auch landwirtschaftliche Biogasanlagen sind im bestehenden Förderprogramm enthalten, hier besteht das Potenzial vor allem in einer besseren Umsetzung (u.a. schnellere Bewilligungsprozesse). Im landwirtschaftlichen Bereich (primär für Gewächshäuser) kann künftig auch die Agrophotovoltaik (gleichzeitige Nutzung von Flächen für Pflanzenproduktion und PV-Stromproduktion) eine Rolle spielen. Windenergie wird insbesondere bei der Erhöhung der Winterstromproduktion eine entscheidende Rolle spielen.</li><li>- <i>Förderung der Wärmeproduktion aus erneuerbaren Energiequellen und Abwärme:</i> Für den verstärkten Einsatz von Wärmenetzen werden zusätzlich zu den vorhandenen Abwärmepotenzialen auch weitere erneuerbare Energiequellen benötigt. Grosse Holzfeuerungen zur Wärme- und Stromproduktion (im Rahmen der lokal verfügbaren Energieholzpotenziale) sowie Grosswärmepumpen können dabei einen Beitrag leisten. Der Kanton kann Projekte zur erneuerbaren Wärmeproduktion unterstützen (u.a. über Förderbeiträge). Energieversorgungsunternehmen (EVU) und Gemeinden können vom Kanton motiviert werden, entsprechende Projekte zu planen und umzusetzen. Das grösste Potenzial für Wärmenetze besteht vor allem in den Agglomerationen mit hoher Wärmedichte. Das Projekt für eine neue Kehrlichtverbrennungsanlage (KVA) ist in Planung. Die Abwärme soll genutzt werden und zukünftig könnte bei entsprechenden Rahmenbedingungen auch das CO<sub>2</sub> aus</li></ul>

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Energieproduktion/-versorgung"

der Verbrennung abgeschieden werden. Des Weiteren ist eine Pyrolyseanlage bei der Zuckerfabrik in Frauenfeld geplant, weiteres Potenzial besteht auch bei der Nutzung der Abwärme von Abwasserreinigungsanlagen (ARAs).

- *PV-Pflicht bei Neubauten und Gebäudesanierungen:* Das ungenutzte Potenzial an Dachflächen (und auch Fassaden) für die Installation von PV-Anlagen ist weiterhin gross. Eine weiterführende Pflicht zur Installation von PV-Anlagen bei (Dach-) Sanierungen von bestehenden Bauten und Neubauten (Pflicht schon bestehend) bezweckt einen starken Zubau von PV-Produktion. Die Regulierung kann in Abstimmung mit finanziellen Anreizen kombiniert erfolgen, damit insbesondere Anreize geschaffen werden, vollflächige PV-Anlagen zu installieren.
- *Attraktive Rahmenbedingungen für die Produktion von Photovoltaik-Strom:* Flankierend zu den Vorschriften und der Förderung wirkt der Kanton darauf hin, dass die Rücklieferarife der Energieversorgungsunternehmen attraktiver gestaltet werden und durch Privathaushalte und Gewerbebetriebe vermehrt das Instrument des "Zusammenschluss zum Eigenverbrauch" (ZEV) genutzt wird. Die Regeln für die Zusammenschlüsse bestimmt der Bund, der Kanton kann dazu künftig verstärkt informieren und beraten.
- *Forcierung von Wärmeverbänden:* Die kantonale Energieplanung dient als Instrument zur Steuerung der Energieplanung in den Gemeinden. Die Umsetzung von Projekten zur Wärmeversorgung über leitungsgebundene Energieträger wie Nah-/Fernwärmenetzen erfolgt in den Gemeinden. Der Kanton kann über die Verpflichtung von Gemeinden zur Energieplanung in Kombination mit unterstützenden Massnahmen und finanziellen Anreizen den Ausbau von Wärmenetzen und die Nutzung der Potenziale durch Abwärme vorantreiben (z.B. Verpflichtung, Unterstützung zur Formulierung konkreter Ziele). Als Voraussetzung für den wirtschaftlichen Betrieb sollen Wärmenetze zeitnah forciert werden, d.h. bevor die bestehenden Heizungen schon mehrheitlich mit erneuerbar betriebenen Einzelsystemen ersetzt sind und als Anschliesser wegfallen. Hierfür bedarf es einer Energierichtplanung mit einer übergeordneten Strategie, damit die Gemeinden langfristig planen können. Bodensee und Rhein bieten ein grosses Wärme- und Kältepotenzial, welche insbesondere für die Industrie und für städtische Gebiete genutzt werden sollte. Der Kanton kann hier aktiv durch Information und Begleitung Projekte unterstützen.
- *Sensibilisierung zum nachhaltigen Umgang mit Energieressourcen:* Der Kanton kann die Gesellschaft mittels verschiedener Sensibilisierungsmassnahmen dazu anhalten, mit den vorhandenen Energieressourcen schonend umzugehen. Dabei geht er als Vorbild voran, indem er selber Energie spart.

## Handlungsfeld: Energieübertragung und -speicherung

Als Folge des notwendigen Ausbaus der erneuerbaren Stromproduktion ergeben sich Herausforderungen bezüglich der Kapazitäten des bestehenden Stromnetzes. Im Zusammenhang mit der Energieübertragung im Stromnetz besteht kein direktes Potenzial zur Dekarbonisierung. Der Kanton hat aber ein Interesse, Massnahmen zur besseren Systemintegration fluktuierender erneuerbarer Stromproduktion und zu saisonalen Schwankungen und ihren Effekten (Einflüsse der Witterung) umzusetzen.

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Energieproduktion/-versorgung"

Bezüglich der Gasnetze ist das Dekarbonisierungspotenzial (im Endverbrauch) erheblich. Heute werden knapp 22 % des Gesamtenergieverbrauchs im Kanton Thurgau durch Erdgas gedeckt (Thurgau 2021d). Aus heutiger Sicht ist es jedoch nicht absehbar, dass Biogas und erneuerbares synthetisches Gas im Jahr 2050 in genügender Menge vorhanden sein werden, um die heutige Erdgasinfrastruktur wirtschaftlich zu betreiben. Ausserdem ist auch das Verminderungspotenzial von Leckagen auf allen Verteilstufen zu nutzen. Daher wird nicht auf eine Dekarbonisierung des Gasnetzes hingearbeitet, sondern auf die Substitution von Erdgas (z.B. für Raumwärme) mit erneuerbarer Wärme und Elektrizität.

### Stossrichtungen:

- *Strategische Langfristplanung der Gasversorgung:* Für das existierende Gasverteilnetz besteht künftig voraussichtlich kein Bedarf mehr in der heutigen Form. Der Kanton koordiniert und verpflichtet die Gasversorger, dass diese eine langfristige strategische Planung zur Netzentwicklung und -rückbau erarbeiten. Der Kanton gibt dazu die Eckpunkte vor. Die strategische Planung berücksichtigt die realistischen Potenziale für erneuerbare Gase und leitet daraus den Bedarf für Stilllegungen und die Ausscheidung von strategischen Restnetzen für die Versorgung von kritischen, auch langfristig auf (CO<sub>2</sub>-freies) Gas angewiesene Verbraucher ab.
- *Förderung von Energiespeichern:* Der Ausbau von Grossspeichern für den kurzzeitigen bis saisonalen Ausgleich der Stromproduktion bzw. die Erhöhung der Flexibilität im Stromnetz ist für die Netzstabilität und -integration von wetterabhängigen erneuerbaren Produktionstechnologien notwendig. Die bestehende Förderung von stationären Batteriespeichern wie die Quartierbatteriespeicherung soll beibehalten und kann ggf. ausgebaut werden.

### 6.3.1.6 Querschnittsbezüge

Zwischen dem Sektor "Energieproduktion/-versorgung" und anderen Sektoren im Klimaschutz und in der Anpassung an den Klimawandel bestehen verschiedene Schnittstellen und Bezüge. Diesen Schnittstellen soll im Rahmen der sektorübergreifenden Zusammenarbeit Rechnung getragen werden. Zentral für den Sektor "Energieproduktion/-versorgung" sind folgende Schnittstellen (Tabelle 8).

Tabelle 8: Schnittstellen zwischen dem Sektor "Energieproduktion/-versorgung" und anderen Sektoren.

### Schnittstellen des Sektors "Energieproduktion/-versorgung" zu den Sektoren...

#### Gebäude

- Nutzung von Bodensee und Rhein als Wärmequelle für die Industrie und städtische Gebiete PV-Pflicht bei Neubauten mit Anreizen für flächigen Solaranlagenbau
- Tarifgestaltung zur Netzstabilisierung neu auslegen
- Forcierung von Wärmenetzen, bevor bestehende fossile Heizungen mehrheitlich mit erneuerbar betriebenen Einzelsystemen ersetzt sind
- Regelung von Rückspeisetarifen

<b>Schnittstellen des Sektors "Energieproduktion/-versorgung" zu den Sektoren...</b>
- Nutzung des Potenzials von Gebäuden für die Stromproduktion
<b>Industrie</b>
- Strategische Weiterentwicklung des Gasnetzes mit (Teil-) Stilllegung des Erdgasnetzes und Umstieg auf erneuerbare Gase
<b>Verkehr</b>
- Stromproduktion zur Deckung des zusätzlich benötigten Stromverbrauchs durch die Elektrifizierung des Verkehrs
<b>Landwirtschaft und Ernährung</b>
- Potenzial erneuerbarer Energien in der Landwirtschaft: Biomasse, Biogas, Photovoltaik

## 6.3.2. Gebäude

### 6.3.2.1. Quellen der Treibhausgasemissionen

Mit knapp 28 % der gesamten territorialen THG-Emissionen oder 416 ktCO<sub>2</sub>eq weist der Gebäudesektor im Kanton Thurgau den höchsten Anteil an den THG-Emissionen auf (Stand 2018). Dabei handelt es sich hauptsächlich um CO<sub>2</sub>-Emissionen, welche weitgehend aus der Bereitstellung von Gebäudewärme (Raumwärme und Warmwasser) mit Heizöl oder Erdgas stammen. Hierbei überwiegen die Wohngebäude. Die THG-Emissionen aus dem Gebäudesektor sind seit 1990 schweizweit um 27 % zurückgegangen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass fossile Heizsysteme vermehrt durch Systeme zur Nutzung erneuerbarer Energie ersetzt wurden und die Gesamtheit der Gebäude (Gebäudepark) effizienter wurde. Die Transformation des Gebäudeparks verläuft aber langsam. Zwischen 2015 und 2019 wurden jährlich 1 % der Ölheizungen durch Wärmepumpen ersetzt, 63 % aller Heizungen im Kanton werden noch immer fossil betrieben (Thurgau 2021e).

Der Gebäudepark der kantonalen Verwaltung verursacht gemäss Angaben im Jahr 2018 jährlich 1.1 ktCO<sub>2</sub>eq bei der Wärmebereitstellung (nur CO<sub>2</sub> berücksichtigt) (Hochbauamt Thurgau 2021). Dies entspricht rund 0.26 % der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen des Gebäudebereichs (Daten aus der Energiestatistik).

### 6.3.2.2. Sektorziele

Der Kanton Thurgau setzt sich analog zu den Zielen der Bundesstrategie "Langfristige Klimastrategie der Schweiz" (Bundesrat 2021) für den Zeithorizont bis 2050 im Sektor Gebäude zum Erreichen des übergeordneten Netto-Null-Ziels das folgende Sektorziel:

Tabelle 9: Sektorziel "Gebäude"

Sektorziel Gebäude 2050
Der Gebäudepark verursacht keine direkten THG-Emissionen mehr.
Der Gebäudepark trägt mit Eigenstromerzeugung maximal zu einer ökologischen und sicheren Energieversorgung bei.
Die Treibhausgasemissionen beim Bau und Rückbau eines Gebäudes sind auf ein Minimum reduziert (möglichst keine indirekten Emissionen aus vor- und nachgelagerten Lieferketten), mit der Vision "Netto-Null-Emissionen" im Gebäudebereich.

Dekarbonisierungspotenziale bestehen in der Substitution von fossilen Heizungen durch mit erneuerbaren Energien betriebene Heizsysteme, der Reduktion des Wärmebedarfs, insbesondere durch energetische Sanierungen, und den Ausbau der erneuerbaren Stromproduktion auf den Gebäuden.

### 6.3.2.3. Bestehende Aktivitäten zum Klimaschutz

Verschiedene bestehende Aktivitäten und Massnahmen des Kantons Thurgau in Bereich Gebäude tragen bereits zum Klimaschutz bei. Relevant sind insbesondere die folgenden Instrumente und Massnahmen:

- **Vorschriften zur Gebäudewärmeerzeugung:** Mit dem seit dem 1. Juli 2020 gültigen Energiegesetz geht der Kanton Thurgau im Bereich des Heizungersatzes in einigen Teilen weiter als die aktuellen Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (EnDK 2014). So ist der geforderte Anteil erneuerbarer Energien beim Ersatz von Wärmeerzeugern dynamisch angelegt (10 % erneuerbare Energie ab 2020, 15 % ab 2025 und 20 % ab 2030). Zudem besteht eine Sanierungspflicht bei zentralen Elektroheizungen und Elektroboilern.
- **Vorschriften zur Gebäudehülle:** Bei Neubauten und Gebäudehüllensanierungen ist der Kanton Thurgau mit dem neuen Energiegesetz auf gutem Weg, einen hohen Standard zu erreichen.
- **Förderprogramm Energie:** Der Kanton unterstützt mit seinem Förderprogramm die Einsparung von THG-Emissionen, indem er mit verschiedenen Massnahmen zur Reduktion von fossilen Brennstoffen und zur Stromeffizienz und den Umstieg auf erneuerbare, lokal vorhandene Energieressourcen fördert. Die Schwerpunkte des Förderprogramms liegen in den Bereichen Gebäudesanierungen, Förderung des Baustandards Minergie-P, Holzfeuerungen und Wärmeverbünde, Wärmepumpen, Solaranlagen sowie Energieanalysen und Energieeffizienzmassnahmen in Unternehmen. Es

enthält auch einen Bonus "Dachsanierung mit Solarstromanlage", welcher zur Installation einer Solarstromanlage im Zusammenhang mit einer Dachwärmedämmung anregen soll.

- **Information, Beratung, Aus-/Weiterbildung:** Die Informations- und Beratungsangebote im Kanton sind gut ausgebaut, unter anderem mit regionalen Energieberatungsstellen und dem Programm "erneuerbar heizen" von EnergieSchweiz.
- **Vorbildfunktion der Verwaltung und Anforderungen an den kantonalen Gebäudepark:** Neubauten und bestehende Gebäude, die umfassend umgebaut/saniert werden, müssen hohe Gebäudestandards erfüllen (u.a. Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz (SNBS) 2.1, Minergie-A oder P für kantonale Neubauten). Durch Investitionen in die energetische Sanierung der kantonalen Liegenschaften und den Ersatz älterer Wärmeerzeugungsanlagen konnten bedeutende THG-Emissionsreduktionen erreicht werden. Weiter konnte der Anteil des Strombedarfs, der durch eigene Photovoltaik-Anlagen gedeckt wird, kontinuierlich erhöht werden.
- **Ecobau:** Im Bau nimmt der Kanton seine Vorbildfunktion bereits ein und orientiert sich an Ecobau, welches das nachhaltige Planen und Bauen vereinfacht. Es bietet Nachschlagewerke, Checklisten und Arbeitsmittel. Dabei werden Standards in Gebäudelabels Minergie-ECO und SNBS integriert, Baumaterialien und -teile sind nach gesundheitsrelevanten und ökologischen Kriterien zertifiziert, sodass Bauherrschaf-ten, Architektinnen und Architekten und Fachplanenden die Produktwahl erleichtert wird. Es wird u.a. ein Tool zur Verfügung gestellt, das es erlaubt schon in der Planung von Bauvorhaben abzuschätzen, ob ein Vorprojekt in Bezug auf graue Energie und THG-Emissionen gut abschneidet (Ecobau 2021).

Die nachfolgend beschriebenen Handlungsfelder und Stossrichtungen bauen auf den bestehenden Aktivitäten des Kantons Thurgau auf.

### 6.3.2.4. Handlungsfelder und Stossrichtungen

Tabelle 10: Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Gebäude".

Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Gebäude"
<p><b>Handlungsfeld: Gebäudewärme und Betriebsoptimierung</b></p> <p>Die Bereitstellung von Gebäudewärme (Raumwärme und Warmwasser) erfolgt noch immer zu einem grossen Teil mit Heizöl oder Erdgas. Der konsequente Ersatz von fossilen Heizsystemen durch auf erneuerbarer Energie basierende Systeme stellt eines der bedeutendsten und zeitnah erschliessbaren Potenziale für den Kanton zur Reduktion von THGs dar. Der Kanton hat in diesem Bereich durch seine hoheitlichen Befugnisse in Kombination mit begleitenden Aktivitäten und der Möglichkeit, Anreize zu setzen, ein grosses Einflusspotenzial. Das Handlungsfeld "Gebäudewärme" muss in Kombination mit den Handlungsfeldern "Energieeffiziente Gebäude" und "Energieerzeugung" verfolgt werden. Aus einer Systemoptik heraus ist es wichtig zu betonen, dass in Kombination mit dem Energieträgerwechsel auch eine Reduktion des Gebäudewärmebedarfs anzustreben ist.</p>

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Gebäude"

### Stossrichtungen:

- *Vorschriften für Gebäudewärmeerzeugung:* Zu einer umfassenden und möglichst raschen Dekarbonisierung der Bereitstellung von Gebäudewärme ist die Pflicht zum Einsatz von erneuerbaren Energien ein geeignetes Instrument. Vorschriften zu den Anforderungen für die Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser werden durch den Kanton erlassen. Im Rahmen einer zukünftigen Revision des Energiegesetzes sollen Vorschriften erlassen werden, damit keine neuen Öl- und Gasheizungen installiert und bestehende Öl- und Gasheizungen beim Heizungsersatz durch alternative Heizsysteme ersetzt werden (z.B. Prüfung eines Verbots für fossile Heizsysteme). Falls dies technisch nicht machbar/finanziell nicht tragbar ist, kann eine Nachweispflicht gefordert werden.
- *Finanzielle Anreize für fossilfreie Heizsysteme:* Fossil betriebene Heizungen werden heute vor allem noch beim Heizungsersatz installiert. Das kantonale Förderprogramm unterstützt bereits den Ersatz von Öl- und Gasheizungen durch Wärmepumpen, Holzfeuerungen und Wärmenetzanschlüsse mit einem Investitionsbeitrag. Diese Förderung soll beibehalten und, wo Handlungsspielraum besteht, ggf. ausgebaut werden, damit das Fördern (über finanzielle Anreize) und das Fordern (über Vorschriften) zusammenspielt und das Haupthemmnis der höheren Investitionskosten abgebaut wird.
- *Vereinfachung Heizsystemwechsel/Bewilligungsverfahren:* Das teilweise aufwändige, langwierige Bewilligungsverfahren für Wärmepumpen führt dazu, dass bei einem Heizungsersatz fossile Heizsysteme oft favorisiert werden. Die Bewilligungspraxis für Wärmepumpen soll nach Möglichkeit weiter vereinfacht, Hemmnisse für deren Ersatz abgebaut und ein besserer Zugang zu Brückenangeboten (z.B. in Form von mobilen Kesseln) geschaffen werden. Weiter sollen Möglichkeiten für einen verstärkten bzw. vereinfachten Einsatz von Erdsonden geprüft werden (u.a. Überprüfung der Grundwasserschutz zonen, in denen keine Erdsonden möglich sind und Einforderung von Bohrwilligungen bei Erdsonden erst ab 300 Meter anstatt 200 Meter).
- *Information/Sensibilisierung zu fossilfreiem Heizen:* Der Kanton kann bestehende Informations- und Beratungsmassnahmen durch gezielte Information und Sensibilisierung aller relevanten Akteursgruppen (Gebäudebesitzende, Immobilienverwaltungen, Installateure, Planende etc.) verstärken und damit die Umsetzung von Projekten vorantreiben. Dies sollte in engem Kontakt mit den Marktakteuren und -verbänden erfolgen.
- *Sensibilisierung Betriebsoptimierung:* Der effektive Energieverbrauch im Gebäude hängt auch vom Nutzerverhalten und einem optimierten Betrieb der Gebäude, inklusive den darin enthaltenen Geräten ab. Oft ist der effektive Energieverbrauch grösser als der erwartete. Durch optimierte Betriebseinstellungen der Gebäudetechnik und angepasstes Verhalten der Nutzenden kann ein massgeblicher Beitrag zur Reduktion des Energieverbrauchs geleistet werden. Der Kanton kann durch verstärkte Aktivitäten und Sensibilisierung im Bereich der Betriebsoptimierung (z.B. Anreiz oder Vorschrift zur Kontrolle alle ca. 10 Jahre), insbesondere bei fossil beheizten Gebäuden, im Rahmen von Neubau- oder Sanierungsprojekten einen Beitrag leisten.
- *Behebung des Fachkräftemangels:* Um die Ziele im Gebäudebereich erreichen zu können, müssen Sanierungen und Heizsystemwechsel sowie der Zubau von Solaranlagen



## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Gebäude"

forciert werden. Dies erfordert einen zusätzlichen Bedarf an Fachkräften. Bei komplexen Projekten/Überbauungen sind hochwertige Konzepte und fundiertes Know-how gefragt. Der Kanton kann sich beim Bund dafür einsetzen, dass die Curricula in der Berufsbildung angepasst werden.

- *Klimaneutrale öffentliche Gebäude:* Bei kantonalen Neubauten wird der Standard Minergie-A, Minergie-P oder ein vergleichbarer Standard (z.B. SIA-Effizienzpfad, SNBS) umgesetzt, bei bestehenden Bauten/tiefgreifenden Umbau-/Sanierungsmassnahmen ist ebenfalls mindestens der Minergie Basisstandard gefordert. Bei der Erneuerung der Wärmeerzeugung wird konsequent auf erneuerbare Systeme umgestellt. Der Kanton kann seine Vorbildfunktion verstärken, die eigenen Gebäude mittelfristig klimaneutral betreiben (siehe auch Handlungsfeld energieeffiziente Gebäude) und bspw. den Einsatz von Low-tech-Lösungen und kohlenstoffärmeren Baumaterialien prüfen. Zudem kann der Kanton die Gemeinden motivieren und unterstützen, ihren Gebäudepark ebenfalls klimaneutral zu betreiben. Es soll geprüft werden, wie mittelfristig die Anforderungen an einen über den gesamten Lebenszyklus mit Netto-Null THG-Emissionen kompatiblen Gebäudepark erreicht werden können.

### Handlungsfeld: Energieeffiziente Gebäude (Gebäudehülle)

Der gesamte Wärmebedarf der Gebäude soll reduziert werden, damit die vorhandenen – zwar nicht grundsätzlich, aber im Übergang zu Netto-Null knappen – erneuerbaren Energiequellen effizient eingesetzt werden können und zur Bedarfsdeckung ausreichen. Bei Neubauten werden bereits hohe Effizienzstandards umgesetzt. Das grosse Effizienzpotenzial liegt in den Bestandsbauten. Der Kanton hat in diesem Bereich durch seine hoheitlichen Befugnisse in Kombination mit begleitenden Aktivitäten und der Möglichkeit, Anreize zu setzen, ein grosses Einflusspotenzial. Zusätzlich muss auch der zu erwartenden Zunahme an Gebäudeklimatisierung Rechnung getragen werden. Zu berücksichtigen ist, dass die Investitionskosten pro eingesparte Tonne CO<sub>2</sub> und die nichtfinanziellen Hemmnisse höher sind als beim Heizungswechsel.

#### Stossrichtungen:

- *Vorschriften für Gebäudehüllen:* Die Reduktion des Gebäudewärmebedarfs wird für Neubauten und Sanierungen insbesondere durch Vorschriften geregelt. Zur Wirkungssteigerung kann der Kanton weiterführende Vorschriften zum Energiebedarf von Gebäuden erlassen. Dies soll für eine kurzfristige Umsetzbarkeit in Richtung "Fordern und Fördern" gehen. Dabei ist auch der sommerliche Wärmeschutz, wie z.B. im MuKEN-Basismodul oder im Minergie-Standard, zu berücksichtigen, um die künftig steigende Nachfrage nach Klimatisierung abzufedern. Im Bereich der Neubauten besteht aktuell kein Bedarf für eine Verschärfung der Vorschriften. Im Bereich der Sanierungen ist ein GEAK Plus-Obligatorium, d.h. ein Gebäudeenergieausweis inkl. Beratungspflicht, zu prüfen.
- *Finanzielle Anreize für Effizienzsteigerungen:* Die Förderung effizienter Gebäudehüllen ist im Förderprogramm gut ausgebaut. Zu prüfen wäre eine Erweiterung des Förderprogramms um das Thema "graue Energie" (Energie, die für Herstellung und Rückbau eines Gebäudes benötigt wird). Dies würde eine stärkere Differenzierung der Förderung

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Gebäude"

in Richtung einer Gesamtbetrachtung ermöglichen. Ebenfalls könnte ein Bonus für den Einsatz lokaler und klimafreundlicher Baumaterialien für Neubauten und Sanierungen geprüft werden.

### Handlungsfeld: Energieerzeugung

→ Wird im Sektor Energieproduktion/-versorgung thematisiert

### Handlungsfeld: Eigenstromerzeugung der Gebäude

Das Potential der nutzbaren Oberflächen auf Dächern und Fassaden soll bei Neubauten und bestehenden Gebäuden zur Eigenstromerzeugung genutzt werden. Speichersysteme vor Ort und mobile Speicher (Fahrzeuge bidirektional) maximieren den Eigenverbrauchsanteil des Gebäudeparks und reduzieren die externe Energiezufuhr zum Gebäude und damit die energiebedingten indirekten Emissionen auf ein Minimum. Die Photovoltaik-Fassadenanlagen tragen auch massgeblich zur Sicherstellung der Winterstromversorgung bei.

#### Stossrichtungen:

- *Anreize und Rahmenbedingungen:* Der Kanton konnte die Eigenversorgung des eigenen Gebäudeparks durch PV in den letzten Jahren stark ausbauen. 2019 wurde 14.4% der verbrauchten Strommenge durch eigene PV-Anlagen erzeugt (Hochbauamt 2021). Damit die Eigenstromerzeugung bei Gebäuden generell gesteigert werden kann, schafft der Kanton bessere Rahmenbedingungen und Anreize dafür.

### Handlungsfeld: Erstellung, Sanierung und Rückbau von Gebäuden

Um die Vision «Netto-Null-Emissionen» im Gebäudebereich zu erreichen, sind neben den betrieblichen direkten Emissionen auch die indirekten Emissionen aus Erstellung, Sanierung und Rückbau von Gebäuden so weit wie möglich zu reduzieren und den verbleibenden Teil der Emissionen zu kompensieren (negative Emissionen, verbautes CO<sub>2</sub> z.B. Holzbau). Derzeit ist eine vollständige Dekarbonisierung aller Prozesse und Baustoffe nicht absehbar.

#### Stossrichtungen:

- *Finanzielle Anreize zur Reduktion grauer Energie:* Mit gezielten Massnahmen wie finanziellen Anreizen zur Reduktion der grauen Energie aus vor- und nachgelagerten Lieferketten ist es bereits heute möglich, die THG-Emissionen bis zu einem Drittel zu reduzieren.
- *Förderung einer ganzheitlichen Betrachtung vom Bau über die Sanierung bis zum Rückbau von Gebäuden:* Der Kanton nimmt bei Investitionsvorhaben gemäss seiner Immobilienstrategie eine Lebenszyklusbetrachtung von Planung, über Realisierung und Bewirtschaftung sowie Sanierung bis hin zum Rückbau vor. Dieses Vorgehen soll gestärkt werden, etwa durch Aus- und Weiterbildung involvierter Fachstellen und Kommunikation besonders innovativer Vorhaben. Weiter kann der Kanton Gemeinden bei Beratungen von

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Gebäude"

Bauherren, Schaffung von Anreizen für den Einsatz von Recyclingbaustoffen oder ressourcenschonenden Materialien beratend zur Seite stehen.

- *Ökologische Aspekte bei der Beschaffung von Baudienstleistungen, Gerätschaften und Materialien:* Der Kanton berücksichtigt bereits heute ökologische Aspekte wie Ressourceneffizienz, Lebensdauer, Unterhalt und Reparaturfreundlichkeit (Ziff. 2.1 in Thurgau 2012). Soweit technisch möglich, sinnvoll und in genügenden Mengen verfügbar, sind beim Bauen Recyclingbaustoffe bzw. Produkte mit möglichst hohen Recyclinganteilen einzusetzen (vgl. Ziff. 4.4 in Thurgau 2012). Dies wird auch künftig beibehalten.

### 6.3.2.5. Querschnittsbezüge

Zwischen dem Sektor Gebäude und anderen Sektoren im Klimaschutz und in der Anpassung an den Klimawandel bestehen verschiedene Schnittstellen und Bezüge. Diesen Schnittstellen soll im Rahmen der sektorübergreifenden Zusammenarbeit Rechnung getragen werden. Zentral für den Sektor Gebäude sind folgende Schnittstellen (Tabelle 11):

Tabelle 11: Schnittstellen zwischen dem Sektor "Gebäude" und anderen Sektoren

## Schnittstellen des Sektors "Gebäude" zu den Sektoren...

### Energieproduktion/-versorgung

- Strategische Weiterentwicklung des Gasnetzes mit (Teil-) Stilllegung des Erdgasnetzes und Umstieg auf erneuerbare Gase
- Nutzung von Bodensee und Rhein als Wärmequelle
- Erweiterung PV-Pflicht bei Neubauten mit Anreizen für flächigen Solaranlagenbau
- Tarifgestaltung zur Netzstabilisierung neu auslegen
- Forcierung von Wärmenetzen bevor die bestehenden fossilen Heizungen mehrheitlich mit erneuerbar betriebenen Einzelsystemen ersetzt sind
- Regelung von Rückspeisetarifen
- Nutzung des Potenzials von Gebäuden für die Stromproduktion

### Industrie

- Strategische Weiterentwicklung des Gasnetzes mit (Teil-) Stilllegung des Erdgasnetzes und Umstieg auf erneuerbare Gase
- Förderung von Wärmenetzen bevor die bestehenden fossilen Heizungen mehrheitlich mit erneuerbar betriebenen Einzelsystemen ersetzt sind
- Nutzung von Bodensee und Rhein als Wärmequelle für die Industrie und städtische Gebiete

### Verkehr und Raum

- Stromproduktion zur Deckung des zusätzlich benötigten Stromverbrauchs durch die Elektrifizierung des Verkehrs
- Integrieren von gesetzlichen Bestimmungen in die Raumplanung in Bezug auf Klimaschutz und Energieproduktion. Verbindliches und vorbildhaftes Umsetzen der Grundlagen bei den kantonseigenen Immobilien

#### **Landwirtschaft und Ernährung**

- Potenzial von PV auf landwirtschaftlichen Gebäuden

#### **Abfall, Abfallbewirtschaftung und Abwasser**

- Verwendung von THG-armen (Recycling-) Baumaterialien

### **6.3.3. Industrie und synthetische Gase**

#### **6.3.3.1. Quellen der Treibhausgasemissionen**

Der Kanton Thurgau ist ein industriell und landwirtschaftlich geprägter Kanton. Im Vergleich zur Gesamtschweiz (24 %) ist der Beschäftigungsanteil mit 35 % im 2. Wirtschaftssektor (Industrie, Gewerbe und Bau) deutlich stärker vertreten (Datenstand 2018). Die beschäftigungsstärkste Branche stellt das Ausbaugewerbe dar, gefolgt vom Hoch- und Tiefbau. Auch die Metallbranche und die Nahrungsmittelindustrie beschäftigen viele Personen.

In der Klimastrategie werden im Sektor "Industrie und synthetische Gase" die energie- und prozessbedingten Emissionen aus industriellen Prozessen sowie die Verwendung synthetischer Gase zusammengefasst.<sup>5</sup> Die Industrie (exkl. synthetische Gase) trägt mit 220 ktCO<sub>2</sub>eq zur kantonalen THG-Bilanz bei, was knapp 15 % der kantonalen Emissionen entspricht (Stand 2018). Die Mehrheit der Emissionen stammt aus industriellen und gewerblichen Prozessen und industriellen Einzelquellen. Gegenüber 1990 haben die THG-Emissionen der Industrie (exkl. synthetische Gase) bis 2018 schweizweit um 24 % abgenommen. Neben freiwilligen Massnahmen der Unternehmen haben kontinuierlich strengere Vorschriften, Zielvereinbarungen, neue Produktionsmethoden und die CO<sub>2</sub>-Abgabe auf fossile Brennstoffe zum Rückgang der THG-Emissionen beigetragen.

Auf die synthetischen Gase entfallen gemäss kantonalem THG-Inventar rund 4 % der kantonalen THG-Emissionen. Diese werden als Kältemittel in Kühlräumen, Kühlschränken und Klimaanlage verwendet, als elektrische Isolatoren und als Lösungsmittel sowie bei der Herstellung von Schaumstoffen. Diese haben schon in kleinen Mengen eine sehr starke Klimawirkung. Von 1990 bis 2015 hat die Verwendung dieser Gase stark zugenommen, insbesondere als Ersatz für die verbotenen Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW). Es ist zu erwarten, dass sich die Emissionen nun stabilisieren.

---

<sup>5</sup> Im Treibhausgasinventar werden Industrie und synthetische Gase jeweils als zwei separate Sektoren betrachtet. Hier werden sie zusammengenommen, weil das formulierte Handlungsfeld beide Bereiche abdeckt.

### 6.3.3.2. Sektorziele

Der Kanton Thurgau setzt sich analog zu den Zielen der Bundesstrategie "Langfristige Klimastrategie der Schweiz" (Bundesrat 2021) für den Zeithorizont bis 2050 im Sektor "Industrie und synthetische Gase" zum Erreichen des übergeordneten Netto-Null-Ziels folgende Sektorziele:

Tabelle 12: Sektorziele "Industrie und synthetische Gase"

<b>Sektorziele Industrie und synthetische Gase 2050</b>
Die direkten Treibhausgasemissionen des Industriesektors sind gegenüber 1990 um mindestens 57 % reduziert. Inklusive Anwendung von Technologien zur Abscheidung und Einlagerung von CO <sub>2</sub> sind die Treibhausgasemissionen um mindestens 90 % reduziert.
Emissionen aus synthetischen Gasen nehmen langfristig ab (HFC, PFC, SF <sub>6</sub> und NF <sub>3</sub> ).

Reduktionspotenziale bestehen in Effizienzsteigerungen und Dekarbonisierung von industriellen Prozessen und im ergänzenden Einsatz von Technologien zur Abscheidung und Einlagerung von CO<sub>2</sub>.

### 6.3.3.3. Bestehende Aktivitäten zum Klimaschutz

Verschiedene bestehende Aktivitäten und Massnahmen des Kantons Thurgau im Bereich Industrie bzw. synthetische Gase tragen bereits zum Klimaschutz bei. Relevant sind insbesondere die folgenden Massnahmen:

- **Grossverbraucherartikel und freiwillige Zielvereinbarungen von Industrie und Gewerbe:** Mit dem Grossverbraucherartikel im kantonalen Gesetz über die Energienutzung (ENG) können Grossverbraucher (Betriebsstätten mit einem jährlichen Wärmebedarf von mehr als 5 GWh oder einem jährlichen Elektrizitätsverbrauch von mehr als 0.2 GWh) zu einer Steigerung der Energieeffizienz verpflichtet werden. Anstelle der Anwendung von Detailvorschriften besteht die Möglichkeit mit bestehenden Organisationen Zielvereinbarungen über die Entwicklung des Energieverbrauchs abzuschliessen. Verschiedene Grossverbraucher haben freiwillige Zielvereinbarungen mit der Energie-Agentur der Wirtschaft (EnAW) oder der Cleantech Agentur Schweiz (act) abgeschlossen. Damit erfüllen sie die gesetzlichen Auflagen und können von der Befreiung der CO<sub>2</sub>-Abgabe oder der KEV-Abgabe profitieren (Thurgau 2021b). Grossverbraucher, die von der CO<sub>2</sub>-Abgabe befreit sind, können aufgrund der Bestimmungen des CO<sub>2</sub>-Gesetzes des Bundes nicht vom kantonalen Energieförderprogramm profitieren.

Die nachfolgend beschriebenen Handlungsfelder und Stossrichtungen bauen auf den bestehenden Aktivitäten des Kantons Thurgau auf.

### 6.3.3.4. Handlungsfelder und Stossrichtungen

Tabelle 13: Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Industrie und synthetische Gase".

<b>Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Industrie und synthetische Gase"</b>
<b>Handlungsfeld: Prozesse und synthetische Gase</b>
<p>Unternehmen mit einem jährlichen Wärmebedarf von mehr als 5 GWh oder einem Elektrizitätsverbrauch von mehr als 0,2 GWh gelten als Grossverbraucher und sind im Rahmen von Bundesrecht und kantonalem Recht verpflichtet, ihren Energieverbrauch im Rahmen der wirtschaftlichen Zumutbarkeit zu optimieren. Durch die Weiterführung des Grossverbraucherartikels kann der Einsatz von erneuerbaren Energien für Prozesswärme und die Steigerung der Energieeffizienz durch den Kanton weiter vorangetrieben werden. Zusätzlich kann der Kanton durch die Schaffung von finanziellen Anreizen zu einer schnelleren Dekarbonisierung von Prozessen beitragen, in Abstimmung mit Bundesprogrammen. Der Kanton sollte im Rahmen seiner Möglichkeiten auch die Anstrengungen des Bundes im Bereich der Reduktion von stark klimaerwärmenden Kältemitteln (F-Gasen) vorantreiben.</p>
<p><b>Stossrichtungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Ausdehnung des Grossverbraucherartikels:</i> Der Kanton kann im Rahmen der Umsetzung des kantonalen Grossverbraucherartikels höhere Anforderungen an Effizienzpfade und die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Intensität definieren. Für kleinere Verbraucher, die nicht unter den Grossverbraucherartikel fallen, kann eine Pflicht zur periodischen Durchführung einer Energieverbrauchsanalyse (EVA) eingeführt werden. Zudem kann die Erarbeitung von eigentlichen Netto-Null-Strategien und Massnahmenplänen auf Unternehmensebene finanziell unterstützt werden.</li><li>- <i>Innovationsförderung im Bereich erneuerbarer Prozesswärme:</i> Innovationsförderung wird heute über das Instrument "Machbarkeitsstudien" des Förderprogramms Energie betrieben. Der Kanton kann diesen Spielraum weiter nutzen und so Unternehmen bei der Umsetzung von innovativen, "unrentablen" Massnahmen weiter unterstützen. Zudem können Pilot- oder Demonstrationsanlagen zur Bereitstellung erneuerbarer Prozesswärme in Betracht gezogen werden, z.B. auch zur Produktion von erneuerbarem synthetischem Gas für Hochtemperaturprozesse.</li><li>- <i>Förderung der Energieeffizienz in Unternehmen:</i> Der Kanton Thurgau fördert über sein Förderprogramm bereits Energieeffizienzmassnahmen in Unternehmen und Institutionen in den Bereichen Abwärmenutzung, Wärmeverteilung, Gebäude, Kälte- und Kühlwasseranlagen, Lüftungsanlagen, Druckluftanlagen, Pumpensysteme und Motoren. Dabei könnte verstärkt auf den Bereich der Abwärmenutzung (u.a. Abgabe der Wärme an Wärmenetze) fokussiert werden. Potenzial besteht in der verstärkten Beratung von KMUs zur Energieeffizienz, u.a. durch einen Ausbau des Angebots des Kompetenz-Zentrums Erneuerbare Energie-Systeme Thurgau (KEEST), welches im Auftrag des Kantons als Ansprechpartnerin für Unternehmen im Bereich Energieeffizienz und erneuerbare Energien fungiert.</li><li>- <i>Förderung des Ersatzes fossiler Gase:</i> Der Kanton fördert den Ersatz fossiler Gase durch den Einsatz erneuerbar erzeugter Gase oder Wasserstoff, indem er Grundlagen, Anreize und gesetzliche Anpassungen im kantonalen Energiegesetz schafft.</li></ul>

### Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Industrie und synthetische Gase"

- *Einflussnahme beim Bund für Abgaben auf synthetische Gase:* Die Verwendung von Gasen mit einem grossen THG-Potenzial werden heute über das Bundesrecht im Rahmen der ChemRRV reguliert. Mit der ChemRRV wird auch das von der Schweiz mitunterzeichnete Kigali Amendment zum Montrealer Protokoll zum Schutz der Ozonschicht umgesetzt. Dieses sieht eine Reduktion der Emissionen aus Fluor-Kohlen-Wasserstoffen (FKW) um 85 % bis 2036 vor. Der Kanton kann sich dafür einsetzen, dass zur Beschleunigung des Ausstiegs zusätzliche Marktanreize über eine wirkungsabhängige Abgabe auf synthetische Gase geschaffen werden (z.B. Lenkungsabgabe).
- *Planung für die mehrheitliche Stilllegung des Erdgasnetzes:* Das bestehende Erdgasnetz soll im ganzen Kanton langfristig grösstenteils stillgelegt werden. Der Restbedarf soll mit erneuerbaren Gasen abgedeckt werden. Dazu soll eine Strategie unter Einbezug der kommunalen Gasversorger definiert werden.

#### 6.3.3.5 Querschnittsbezüge

Zwischen dem Sektor "Industrie und synthetische Gase" und anderen Sektoren im Klimaschutz bestehen verschiedene Schnittstellen und Bezüge. Diesen Schnittstellen soll im Rahmen der sektorübergreifenden Zusammenarbeit Rechnung getragen werden. Zentral für den Sektor "Industrie und synthetische Gase" sind folgende Schnittstellen:

Tabelle 14: Schnittstellen zwischen dem Sektor "Industrie und synthetische Gase" und anderen Sektoren.

<b>Schnittstellen des Sektors "Industrie und synthetische Gase" zu den Sektoren...</b>
<b>Energieproduktion/-versorgung</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Strategische Weiterentwicklung des Gasnetzes mit (Teil-) Stilllegung des Erdgasnetzes und Umstieg auf erneuerbare Gase</li></ul>
<b>Konsum/Kreislaufwirtschaft</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Senkung der CO<sub>2</sub>-Intensität von Produkten und Dienstleistungen über die gesamte Produktions-/Lieferkette</li></ul>

## 6.3.4. Verkehr und Raum

### 6.3.4.1. Quellen der Treibhausgasemissionen

Rund 40 km legen Thurgauerinnen und Thurgauer im Schnitt täglich innerhalb der Schweiz zurück, was im schweizweiten Vergleich leicht über dem Durchschnitt ist. Am Gesamtverkehr macht der motorisierte Individualverkehr (MIV) den grössten Anteil aus: Knapp drei Viertel der durchschnittlichen Tagesdistanz werden mit dem Auto, ein Fünftel mit dem Öffentlichen Verkehr (ÖV) zurückgelegt (Thurgau 2021f).

Der Verkehr verursacht rund 23 % der gesamten THG-Emissionen im Thurgau, nämlich 348 kt CO<sub>2</sub>eq (Stand 2018). Die Emissionen stammen aus der Verbrennung der fossilen Treibstoffe Benzin und Diesel im Strassenverkehr, der für fast alle verkehrlichen THG-Emissionen verantwortlich ist. Auf den Schiffsverkehr entfallen rund 3 % der verkehrlichen THG-Emissionen, der Schienenverkehr verursacht nur vernachlässigbare direkte Emissionen. Der Anteil des Kantons Thurgau am internationalen Flugverkehr wird in dieser Strategie nicht berücksichtigt, ebenso wenig die THG-Emissionen des lokalen Flugverkehrs (Thurgauer Flugplätze).

Nach einem Anstieg der Verkehrsemissionen von 1990 bis 2005 lagen die Emissionen 2018 wieder auf ähnlich hohem Niveau wie 1990. Effizienzsteigerungen der Fahrzeuge wurden durch die Zunahme der Mobilität und durch grössere Fahrzeuge kompensiert. Mit mehr als einem Fünftel der kantonalen THG-Emissionen und dem heute sehr hohen Anteil des motorisierten Individualverkehrs (MIV) ist das Reduktionspotenzial im Bereich des Verkehrs dennoch hoch.

### 6.3.4.2. Sektorziele

Der Kanton Thurgau setzt sich analog zu den Zielen der Bundesstrategie "Langfristige Klimastrategie der Schweiz" (Bundesrat 2021) für den Zeithorizont bis 2050 im Sektor Verkehr und Raum (ohne internationalen Luftverkehr) zum Erreichen des übergeordneten Netto-Null-Ziels das folgende Sektorziel:

Tabelle 15: Sektorziel "Verkehr und Raum"

<b>Sektorziel Verkehr und Raum 2050</b>
Der Landverkehr <sup>6</sup> verursacht mit wenigen Ausnahmen <sup>7</sup> keine direkten Treibhausgasemissionen mehr.
Die raumwirksamen Tätigkeiten sind auf das Netto-Null-Ziel ausgerichtet.

<sup>6</sup> Alle Transport-, Verkehrsmittel und Verkehrsinfrastruktur, welche auf einer Landfläche zum Einsatz kommen.

<sup>7</sup> Eine Ausnahme besteht dann, wenn keine technischen Alternativen zur Verfügung stehen, diese zu teuer wären oder die Wettbewerbsfähigkeit beeinträchtigt wäre.



Der Kanton Thurgau geht davon aus, dass Massnahmen, die die Zielerreichung im Sektor Verkehr sicherstellen, primär auf nationaler Ebene entwickelt und umgesetzt werden müssen. Der Kanton Thurgau kann weitergehende Massnahmen oder Anreize beschliessen.

Relevante Potenziale bestehen insbesondere in der Verkehrsvermeidung durch Verhaltensänderungen und in einer besseren Abstimmung von Siedlung und Verkehr, in der Verlagerung des MIV auf den Fussverkehr, Veloverkehr und öffentlichen Verkehr und der raschen Verbreitung batterieelektrischer und leichter Fahrzeuge. Fahrzeugflotten der Personenwagen und leichten Nutzfahrzeuge sind weitestgehend zu elektrifizieren oder anderweitig treibhausgasneutral angetrieben werden.

#### 6.3.4.3. Bestehende Aktivitäten zum Klimaschutz

Verschiedene bestehende Aktivitäten und Massnahmen des Kantons Thurgau in Bereich des Verkehrs tragen bereits zum Klimaschutz bei. Relevant sind insbesondere die folgenden Instrumente und Massnahmen:

- **Förderprogramm Elektromobilität:** Der Kanton Thurgau förderte den Umstieg auf Elektrofahrzeuge während drei Jahren mit Hilfe einer Umstiegsprämie. Da die Nachfrage kontinuierlich zunahm, die Auswahl an guten und preisgünstigen Elektrofahrzeugen grösser wurde und die finanziellen Mittel des Kantons begrenzt sind, wurde dieses Programm Ende 2021 eingestellt. Seit 2019 zahlt der Kanton Beiträge an die Erschliessungskosten für die Ladeinfrastruktur in bestehenden Mehrfamilienhäusern. Neu werden seit 2022 auch Beiträge an Industrie/Gewerbe und Bürogebäude ausgerichtet. Die Förderung wurde und wird von Informationsmassnahmen begleitet (z.B. Probefahrten, Informationsanlässe).
- **Kantonale Fahrzeugflotte:** Verschiedene kantonale Ämter haben Fahrzeuge eingelöst. Über grössere eigene Flotten verfügen namentlich das Tiefbauamt (Dienstfahrzeuge, Spezialfahrzeuge) und die Kantonspolizei (Patrouillenfahrzeuge, Dienstfahrzeuge, Spezialfahrzeuge und Motorräder). Das Tiefbauamt erwirbt bereits heute ausschliesslich Kleinfahrzeuge und kleine Lieferwagen mit elektrischem Antrieb. Damit einhergehend ist die flächendeckende Ausstattung sämtlicher Werkhöfe mit E-Ladestationen (teilweise mit Schnellladestationen). Drei der vier Werkhöfe sind mit Photovoltaikanlagen auf den Dächern ausgerüstet. Bei grösseren Lieferwagen mit Anhängelast 3.5 t, bei Lastwagen und Traktoren, die unter anderem für den Winterdienst eingesetzt werden, werden mangels tauglicher Alternativen fossilbetriebene Fahrzeuge beschafft. Diese werden aber mit umweltschonendem Spezialdiesel betankt. Auch bei Kleingeräten erwirbt das Tiefbauamt ausschliesslich Akkugeräte, wenn diese erhältlich sind. Die noch vorhandenen, fossilbetriebenen Kleingeräte sind alle mit Partikelfilter ausgerüstet und werden mit einem speziellen und umweltschonenden Kleingerätebenzin betrieben.  
Die Fahrzeugflotte der Kantonspolizei wird im Rahmen der jeweils anstehenden Ersatzbeschaffungen laufend optimiert, nach Möglichkeit werden Fahrzeuge mit fossilfreien Antrieben oder Hybridfahrzeuge gewählt. Reichweite, Zulademöglichkeit und Aufrechterhaltung des 24-Stunden-Betriebs sind wichtige Parameter, welche die Beschaffung von Elektrofahrzeugen mitbestimmen.

- **ÖV-Flotte:** Der Kanton hat keine eigenen ÖV-Fahrzeuge. Der Kanton kann Vorgaben festlegen. Gemäss aktueller Vorgabe schreibt der Kanton den Transportunternehmen vor, mindestens Hybridbusse zu beschaffen. Die Anschaffung von Elektrobussen wird von einzelnen Verkehrsunternehmen in Zusammenarbeit mit dem Kanton geprüft.
- **Konzepte Gesamtverkehr, Langsamverkehr und ÖV:** Das Gesamtverkehrskonzept als Grundlage zur koordinierten Steuerung aller Bereiche der Verkehrsplanung wurde im Jahr 2021 aktualisiert. Das Potenzial besteht in drei gleichberechtigten Säulen im Verkehr (MIV, ÖV, LV). Das Langsamverkehrskonzept konkretisiert das Zukunftsbild des Langsamverkehrs und zeigt strategische Stossrichtungen und Massnahmen zu dessen Weiterentwicklung auf. Mit dem kantonalen Radverkehrsnetz wird zudem ein lückenloses und attraktives Rückgrat für den Alltagsverkehr geschaffen. Das Konzept Öffentlicher Regionalverkehr Kanton Thurgau 2019–2024 umfasst die systematische Überprüfung des Bahn- und Busregionalverkehrs (alle Bahn- und Buslinien) und die nachfragegerechte Weiterentwicklung des Angebots im Kanton Thurgau.
- **Agglomerationsprogramme:** Über die Agglomerationsprogramme fördert der Bund eine wirkungsvoll aufeinander abgestimmte Verkehrs- und Siedlungsentwicklung. Die Agglomerationsprogramme verbessern die Qualität des Verkehrssystems, fördern die Siedlungsentwicklung nach innen, erhöhen die Verkehrssicherheit und vermindern die Umweltbelastung und den Ressourcenverbrauch. Über die Innenverdichtung und die gezielte Förderung des Langsamverkehrs und des ÖV werden Rahmenbedingungen für eine klimafreundliche Mobilität geschaffen.
- **Kombinierte Mobilität:** Das Konzept kombinierte Mobilität (ÖV/TBA) gibt eine Empfehlung für die Ausstattung der einzelnen Bahnhöfe/Bushaltestellen mit Veloabstellplätzen, Parkplätzen, Car Sharing, usw. ab und fördert das möglichst frühzeitige Umsteigen auf den ÖV. Im selben Konzept werden auch die Möglichkeiten für Car Pooling an Autobahnanschlüssen näher betrachtet. Durch die Bildung von Fahrgemeinschaften mit dem Abstellen eines Fahrzeugs wird die für den Verkehr aufgewendete Energie ebenfalls reduziert. Pooling-Plätze bestehen an rund 2/3 der Thurgauer Autobahnanschlüssen. Im Rahmen des Konzepts wird empfohlen, Veloabstellmöglichkeiten bei den Autobahnanschlüssen zu prüfen.
- **Motorfahrzeugsteuer:** Die Motorfahrzeugsteuer wird auf Basis des Hubraums des Fahrzeugs berechnet; zusätzlich gibt es ein Bonus-Malus-System auf Basis der Energieetikette für Neuwagen. Personenwagen mit elektrischem Antrieb haben keinen Hubraum und bezahlen eine tiefe jährliche Pauschale.
- **Kohlenstoffärmere Materialien im Strassenbau:** Bei Strassensanierungen werden als lebensverlängernde Massnahmen Kaltmikrobeläge eingesetzt, die zur Herstellung weniger Energie benötigen.
- **Erneuerbare Materialien im Brückenbau:** Im Wald wird bei Brücken für den Langsamverkehr Holz als Baumaterial eingesetzt.

Die nachfolgend beschriebenen Handlungsfelder und Stossrichtungen bauen auf den bestehenden Aktivitäten auf.

### 6.3.4.4. Handlungsfelder und Stossrichtungen

Tabelle 16: Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Verkehr und Raum".

<b>Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Verkehr und Raum"</b>
<b>Handlungsfeld: Fossilfreie Antriebe</b>
<p>Die Dekarbonisierung des Verkehrs erfordert einen technologischen Wandel und einen Umstieg auf fossilfreie Antriebe. Mit fossilfreien Antrieben sind momentan hauptsächlich Elektro-(E-)Fahrzeuge gemeint. E-Fahrzeuge definieren sich durch eine Antriebsbatterie und einen elektrifizierten Antriebsstrang. Dazu zählen reine Batteriefahrzeuge, Brennstoffzellenfahrzeuge (Power-to-Gas, inkl. Wasserstoff) und schwere Fahrzeuge mit einem Oberleitungsabnehmer (z.B. Trolleybusse). In einzelnen Einsatzbereichen sind auch Verbrenner oder Hybride, die mit erneuerbaren Treibstoffen angetrieben werden, eine Option. Dabei ist ein flexibler Ansatz notwendig.</p> <p>Um bis 2050 einen fossilfreien Verkehr ökonomisch und effizient zu erreichen, ist insbesondere im Personenverkehr ein beschleunigter Umstieg auf E-Fahrzeuge Voraussetzung. Andernfalls wird der Bedarf an teuren synthetischen Treibstoffen enorm hoch. Der Stand der Technik ist zu berücksichtigen. Das Potential von biogenen Treibstoffen ist in der Schweiz beschränkt, das Angebot biogener Reststoffe und Abfälle mit anderen Nutzungen konkurriert.</p> <p>Im Zentrum für den Kanton stehen zwei Ansätze. Erstens fossilfreie Antriebe und Infrastruktur für die eigene Verwaltung, und zweitens eine proaktive Rolle des Kantons für verbesserte Rahmenbedingungen zur Marktdurchdringung von fossilfreien Fahrzeugen.</p> <p><b>Stossrichtungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Fossilfreie Antriebe für die kantonale Fahrzeugflotte:</i> Die heutigen Beschaffungsrichtlinien des Kantons Thurgau schreiben vor, bei Fahrzeugbeschaffungen Elektro- und Hybridfahrzeuge zu priorisieren (Thurgau 2018a). Die Beschaffung ist heute dezentral organisiert. Der Kanton kann seine eigene Fahrzeugflotte auf fossilfreie Antriebe umstellen und damit seine Vorbildwirkung verstärken. Die bestehende dezentrale Strategie soll insbesondere bei normalen Fahrzeugen stärker vereinheitlicht und mit konkreten Flottenbeschaffungszielen ergänzt werden. Die Beschaffung muss parallel mit einer Ausstattung der kantonalen Standorte mit Ladestationen (s. Stossrichtung: <i>Bereitstellung der Ladeinfrastruktur für die kantonale Fahrzeugflotte</i>), u.a. auch Schnellladestationen, einhergehen. Die kantonseigene Flotte soll flächendeckend mit dem eco-fleet.ch Tool erfasst werden, wie dies das TBA im Auftrag des AfU bereits tut. Damit wird der CO<sub>2</sub>-Ausstoss und die Kilometerleistung der Flotte überwacht.</li><li>- <i>Fossilfreie Antriebe der ÖV-Flotte:</i> Der Kanton schreibt den Transportunternehmen heute zumindest die Beschaffung von Hybridbussen vor. Angesichts langer Vorlaufzeiten soll ein Umstiegsplan hin zur Beschaffung von E-Fahrzeugen frühzeitig ausgearbeitet werden. Dabei ist abzuwägen, ob zusätzliches Geld eher in die Angebotsentwicklung zur Verbesserung des Modal Splits fließen soll oder teurere E-Fahrzeuge beschafft werden sollen. Will der Busverkehr bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Personenkilometer gegenüber dem MIV weiterhin punkten, ist eine Elektrifizierung des Busverkehrs dringend notwendig. Im Bereich des Ortsverkehrs kann der Kanton die Städte verstärkt unterstützen, da</li></ul>

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Verkehr und Raum"

hier E-Fahrzeuge zusätzliche Vorteile bringen (Luft, Lärm, Tageseinsatz pro Fahrzeug möglich). Der Massnahmenplan Lufthygiene sieht für E-Busse ein Pilotprojekt vor.

- *Weiterentwicklung des Förderprogramms Energie 2021*: Der Kanton Thurgau gilt bezüglich der Förderung der Elektromobilität als Vorbildkanton in der Schweiz. Dieses soll weitergeführt und geschärft und erweitert werden, etwa durch eine Ausdehnung der Förderung der Ladeinfrastruktur auch auf Nichtwohnbauten.
- *Bereitstellung der Ladeinfrastruktur für die kantonale Fahrzeugflotte*: Der Kanton soll sicherstellen, dass in eigenen und gemieteten Gebäuden die Betankungs-/Ladeinfrastruktur für eigene Fahrzeuge, auch für Fahrzeuge der Mitarbeitenden vorhanden ist (siehe Stossrichtung "Fossilfreie Antriebe für die kantonale Fahrzeugflotte"). Im Rahmen des Förderprogramms besteht Spielraum, das Angebot und Information zu steigern und sowohl den Ausbau der Ladeinfrastruktur in Neubauten, aber auch am Arbeitsplatz zu verstärken.
- *Information und Beratung zum Ausbau der Ladeinfrastruktur*: Viele Fahrzeughalterinnen und Fahrzeughalter haben keine Möglichkeit, ein E-Fahrzeug während der Nacht aufzuladen, insbesondere in städtischen Gebieten. Deshalb sollen Strassenlaternen mit Ladestationen ergänzt werden. Der Kanton kann zu diesem Zweck Kooperationen mit lokalen Energieversorgungsunternehmen eingehen und insbesondere den Gemeinden mit Information und Beratung unterstützend zur Seite stehen. Auch kann sich der Kanton beim Bund für verbesserte Rahmenbedingungen für Ladestationen einsetzen.

## Handlungsfeld: Infrastrukturpolitik/Abstimmung Verkehr und Siedlung

Die Abstimmung von Siedlung und Verkehr hat eine hohe THG-Relevanz, insbesondere bezüglich der Dynamik der Verkehrsentwicklung. Kompakte Siedlungen ermöglichen, dank knappen Parkraumangebot und guter ÖV-, Fuss- und Veloverkehr (FVV)-Erreichbarkeit oftmals den Verzicht auf eigene Autos und verkürzen die Wege (Arbeit, Freizeit). Anknüpfungspunkte sind seit längerer Zeit vorhanden und in Plänen und Konzepten verankert (Richt- und Nutzungsplanung, Gesamtverkehrskonzept, kommunale Siedlungs- und Mobilitätskonzepte, Agglomerationsprogramme des Bundes).

Der Kanton nimmt im Bereich Infrastrukturentwicklung als Planungs- und Bewilligungsbehörde eine wichtige Rolle ein. Er untersteht dem Planungs- und Baugesetz, erarbeitet und bewirtschaftet den kantonalen Richtplan, genehmigt Baureglemente, Zonenpläne und kommunale Richtpläne sowie Gestaltungspläne der Gemeinden. Zudem steuert er bei Grossvorhaben z.B. Parkraumangebote über das Verfahren der Umweltverträglichkeitsprüfung.

Potenziale im Vergleich zu heute ergeben sich insbesondere in der Infrastrukturpolitik (Ausbau der Velowege, wo möglich konsequentere Bevorzugung von ÖV und FVV) und als Planungs- und Bewilligungsbehörde mit einem auf das Sektorziel ausgerichteten Vollzug bzgl. Parkraum und Abstellflächen für neue Mobilitätsangebote bei Neu- und Umbauten. Mit einer Ausrichtung auf kurze Wege und autoarmes Wohnen soll der Kanton seine bereits bestehenden Instrumente konsequenter in den Dienst der Klimapolitik stellen und den motorisierten fossil betriebenen Verkehr auf Fahrzeuge mit fossilfreien Antriebsarten verlagern. Es soll auch die Attraktivität des öffentlichen Verkehrs sowie des Fuss- und Veloverkehrs gesteigert werden. Anknüpfungspunkt ist hier das aktualisierte Gesamtverkehrskonzept des Kantons. Dieses spricht im Zielsystem die Energie- und Ressourcendimension an. Diese Zielsetzungen sind weiter zu konkretisieren.

### Stossrichtungen:

- *Verlagerung auf eine nachhaltige Mobilität (fossilfreie Verkehrsträger, prioritäre Förderung des Fuss- und Veloverkehrs und des ÖV).* Der Kanton setzt im Rahmen der Strasseninfrastrukturplanung, welche grundsätzlich dem Werterhalt der vorhandenen Infrastruktur, der Verbesserung der Verkehrssicherheit und der Sicherstellung der Erreichbarkeit dient, ein besonderes Augenmerk auf den Fuss- und Veloverkehr im Sinne des Planungsgrundsatzes 3.1 B KRP (drei gleichwertige Säulen des Personenverkehrs) sowie auf die Bevorzugung des öffentlichen Verkehrs (Realisierung des kantonalen Velonetzes, Förderung Fussverkehr, Beseitigung Engpässe, Priorisierung ÖV auf stark belasteten Strassenabschnitten/Knotenpunkten, Priorisierung ÖV/LV bei Betriebs-/Gestaltungskonzepten). Der Fokus soll gleichzeitig auf der Vermeidung von Mobilität und die Verringerung der Emissionen gelegt werden. Der ÖV hat als Rückgrat für autoarme Haushalte und multimodale Mobilität einen hohen Stellenwert, um die Modal Split-Ziele gemäss Gesamtverkehrskonzept zu erreichen. Der ÖV muss bei Angebots- und Preisgestaltung den geänderten Bedürfnissen Rechnung tragen (z.B. Homeoffice, attraktive Angebote für Freizeit-/Einkaufsverkehr). In diesem Zusammenhang soll auch die Integration entsprechender Konzepte berücksichtigt werden (z. Bsp.: "15-Minuten-Stadt": Innerhalb einer Viertelstunde sind wichtige Funktionen wie Arbeitsplatz, Einkaufsmöglichkeiten, Schulen, Parks, etc. zu Fuß oder mit dem Velo erreichbar).
- *Arealentwicklungen mit Schwerpunkt Wohnen oder gemischten Nutzungen als 2000-Watt*

*Areale:* Das 2000-Watt-Areal steht für Energieeffizienz, erneuerbare Energien und Klimafreundlichkeit. Genauso aber auch für nachhaltige Mobilität, ein attraktives Lebensumfeld und hohe Qualität der Gebäude. Es bringt Menschen zusammen, bezieht sie und ihre Bedürfnisse aktiv mit ein und fördert einen verantwortungsbewussten Umgang mit Ressourcen. So ist es ein wichtiger Bestandteil auf dem Weg zu Netto-Null. Der Kanton kann solche Arealentwicklungen fördern bzw. mitentwickeln.

- *Flächeneffizienz der Verkehrsflächen.* Dem Fuss- und Veloverkehr stehen heute vergleichsweise zu wenig Verkehrsflächen zur Verfügung. Dieser benötigt weniger Platz als der motorisierte Individualverkehr (MIV) und ist daher flächeneffizienter. Um die Verlagerungsziele weg vom MIV zu erreichen, sind auch hier Massnahmen zur Förderung effizienter genutzter Verkehrsflächen notwendig.
- *Parkraumpolitik:* Die heute gültigen Regulierungen im Bau- und Planungsgesetz zur Parkierung sind bezüglich ihrer Konformität mit den Klimazielen zu überprüfen. Änderungen sind vom Kantonsparlament zu genehmigen.
- *Regionales Parkierungsmanagement:* Die Anzahl, Lage und Bewirtschaftungsform des Parkraums beeinflusst das Mobilitätsverhalten. Regelungen zur Erstellung eines angemessenen Angebots an Parkplätzen und zu dessen zielgerichteter Benutzung sind wichtige Faktoren, damit eine Gemeinde gut erreichbar ist und die nachhaltige Mobilität gefördert wird. Im Grundsatz ist der Parkraum zu bewirtschaften. Das Parkraummanagement muss gemeindeübergreifend entwickelt werden.

### **Handlungsfeld: Nachhaltiges Mobilitätsverhalten**

Massnahmen des Mobilitätsmanagements haben Potenzial, stärker auf Verkehrsvermeidung und Entmotorisierung beim individuellen Mobilitätsverhalten und auf ökologische Verhaltensweisen Einfluss zu nehmen. In erster Linie sollen der Pendler- und Freizeitverkehr angegangen werden. Das Verhalten und die Verkehrsnachfrage können beeinflusst und mit innovativen Programmansätzen gefördert sowie mit guten Ansätzen sichtbar gemacht werden. Bei der Verringerung der Verkehrsnachfrage wird auf die Verkehrsvermeidung, Verkürzung der Wege, Erhöhung der Auslastung von Fahrzeugen fokussiert.

Daneben geht es aber auch darum, neue Technologien (bzw. fossilfreie Energieträger) und Mobilitätsservices (insbesondere in den Bereichen dezentrales Arbeiten, Homeoffice und im Sharing-Bereich) gezielt zu unterstützen und mit einem eigenen Mobilitätsmanagement in der Verwaltung eine starke Vorbildfunktion auszuüben. Technologische Verbesserung sind möglich durch den Einsatz von klimaschonenden Technologien/Energieträgern oder einer Effizienzerhöhung.

#### **Stossrichtungen:**

- *Mobilitätsmanagement der öffentlichen Verwaltung:* Es soll wie im Gesamtverkehrskonzept und im Massnahmenplan Lufthygiene aufgeführt ein betriebliches Mobilitätsmanagement mit Zielen, Regelungen und Anreizmodellen für die öffentliche Verwaltung erarbeitet und etabliert werden. Elemente könnten u.a. Veloabstellplätze, Bereitstellung E-Ladestationen, Homeoffice-Regelungen/flexible Arbeitszeiten, Anreize Nutzung Sharing-Angebote etc. sein. Damit kann der Kanton seine Vorbildfunktion wahrnehmen um weitere Institutionen (Unternehmen, Gemeinden, sonstige Körperschaften) glaubwürdig zu animie-

ren und zu beraten, selbst ein Mobilitätsmanagement zu implementieren. In einem Konzept sind Ausrichtung, Organisation und Finanzen einer Stelle für betriebliches Mobilitätsmanagement zu klären.

- *Mobilitätsmanagement von mittleren und grossen Betrieben:* Zur Förderung einer nachhaltigen Mobilität ist den Betrieben ein Beratungsangebot für ein betriebliches Mobilitätsmanagement zu unterbreiten (Informationen zu Fahrzeugflotten, ÖV-Anbindung, Sharing, Homeoffice, usw.).
- *Förderung kombinierte Mobilität:* Der Kanton gibt im Konzept zur kombinierten Mobilität Empfehlungen für die Ausstattung von einzelnen Bahnhöfen/Bushaltestellen mit Veloabstellplätzen, Park&Ride, Car-Sharing, etc. ab. Eine Finanzierung von Infrastrukturen für die kombinierte Mobilität auch ausserhalb des Agglomerationsperimeters durch den Kanton ist zu prüfen. Im Rahmen der Agglomerationsprogramme sind Mitfinanzierungen durch den Bund möglich. Multimodale Drehscheiben sind ein Schwerpunktthema in den Agglomerationsprogrammen.

### **Klimaschutz in raumplanerischen Instrumenten**

Der Klimaschutz betrifft das gesamte Aufgabenspektrum der Raumentwicklung. Sie bedient mit den Themenfeldern wie Siedlungsentwicklung nach innen, Abstimmung von Siedlung und Verkehr, Förderung von Fuss- und Veloverkehr, Trennung von Bau- und Nichtbaugebieten, Ver- und Entsorgung und Sicherung von Flächen für erneuerbare Energien zentrale Hebel für den Klimaschutz. Die Berücksichtigung des Klimaschutzes im Instrumentarium der Raumentwicklung und falls nötig auch in den Rechtsgrundlagen ermöglicht es, die Herausforderungen, die sich im Bereich des Klimaschutzes stellen integral anzugehen, vorausschauend zu planen und klimafreundliche Raumstrukturen und Baukultur zu fördern.

#### **Stossrichtungen:**

- *Integration des Klimaschutzes in den kantonalen Richtplan:* Dem kantonalen Richtplan kommt als zentrales Führungs- und Steuerungsinstrument eine wichtige Aufgabe in der Koordination und der Vorsorge zu. Der Klimaschutz soll im Richtplan explizit und stufengerecht berücksichtigt werden, z.B. mit entsprechenden Zielen und strategischen Grundsätzen auf übergeordneter Ebene sowie Grundsätzen und ggf. Aufträgen in thematischen Kapiteln des Richtplans.
- *Hilfestellungen/Anforderungen an regionale und kommunale Planungsinstrumente:* Der Kanton kann als Prüf-/Genehmigungsinstanz Anforderungen bzw. Erwartungen an regionale, kommunale Richtpläne sowie an die kommunale Nutzungsplanung formulieren und diese prüfen. Zudem kann er den Gemeinden Hilfestellungen/Leitfäden zur Verfügung stellen, wie der Klimaschutz in den kommunalen Planungsinstrumenten geeignet berücksichtigt werden kann.

### **Handlungsfeld: Verkehrsabgaben**

Fiskalische Anreize sind eine wesentliche Rahmenbedingung für die Unterstützung fossilfreier Antriebe und klimagerechten Mobilitätsverhaltens. Auf kantonaler Ebene steht dabei die kantonale Verkehrsabgabe im Zentrum, die stärker als heute fossilfreie Antriebe fördern

soll. Der Kanton kann zudem weitergehende Mobility Pricing Konzepte des Bundes unterstützen. Diese zielen insbesondere darauf ab, den Verkehr effizient abzuwickeln, mit einer Vermeidung von Stausituationen und einer Verbesserung der Auslastung.

**Stossrichtungen:**

- *Anpassung der kantonalen Motorfahrzeugsteuer:* Für Personenwagen soll das Rabattsystem in der kantonalen Verkehrsabgabe auf Effizienz kategorien ausgerichtet werden (stärkere Rabattierung von Fahrzeugen ohne THG-Emissionen und kleinem Fahrzeuggewicht im direkten Betrieb als effizienteste Verbrenner). Bezüglich der E-Fahrzeuge ist die Rabattierung ausgereizt. Es geht primär darum, sicherzustellen, dass das Anreizsystem auf neue Beine gestellt und verursachergerecht besteuert wird. Die Motorfahrzeugsteuer ist im Hinblick auf die Marktdurchdringung der Elektromobilität zu überprüfen, um einen Einnahmenrückgang zu vermeiden.
- *Unterstützung von Mobility Pricing:* Die Mobilität wird in den nächsten Jahren weiterwachsen. Ausbauten sind teuer; entsprechend ist es sinnvoll zu prüfen wie die bestehende Infrastruktur besser genutzt werden kann. Verkehrsabgaben müssen auf neue Beine gestellt werden, insbesondere die Mineralölsteuer auf Stufe Bund (in Richtung einer verursachergerechten km-Abgabe). Der Kanton Thurgau bringt sich bei der Konkretisierung und Diskussion des Mobility Pricing auf Stufe Bund und der daraus folgenden Anpassungen für das eigene Finanzierungssystem aktiv ein.
- *Beseitigung von Fehlanreizen in der Mobilität:* Fehlanreize führen dazu, dass Mobilität in einem höheren Masse konsumiert wird als gesamtökonomisch effizient wäre. Dies führt dazu, dass Strukturen bestehen, die als unerwünschte Nebenwirkung eine Erhöhung der Klimagasemissionen aus der Mobilität mit sich bringen oder eine Verminderung verhindern. In den Bereichen Fahrkostenabzug und Zusatzleistungen (Fringe Benefits<sup>8</sup>) wird die Beseitigung von steuerlichen Fehlanreizen überprüft. Derzeit bestehen Abzüge für MIV-Fahrkosten.

---

<sup>8</sup> Fringe Benefits sind freiwillige betriebliche Zusatzleistungen wie Bruttolöhne und -gehälter in Form von Sachleistungen. Sie umfassen alle Waren und Dienstleistungen, die ein Unternehmen oder Betrieb seinen Angestellten zur Verfügung stellt.



## Handlungsfeld: Güterverkehr

Der Güterverkehr bildet eine wichtige Grundlage für die Grundversorgung innerhalb der Schweiz und für den Güteraustausch mit dem Ausland. Dieser erfolgt im Thurgau hauptsächlich via Bahn und Strasse. Abschätzungen zeigen, dass der Güterverkehr weiterwachsen wird, was mit mehr Lärm, gesundheitsschädigenden Luftschadstoffen und THG-Emissionen verbunden ist. Die Belastungen können verringert werden, wenn Güter vermehrt auf emissionsarme Transportmöglichkeiten verlagert werden. Das Gesamtverkehrskonzept Thurgau schildert die aktuelle und künftige Situation des Güterverkehrs im Thurgau.

### Stossrichtungen:

- *Erarbeitung Güterverkehrskonzept Phase II:* Nach der Grundlagenarbeit im Güterverkehrskonzept Phase I (2021) und den darin festgehaltenen Stossrichtungen zum Güterverkehr hat der Regierungsrat das Tiefbauamt beauftragt, das Güterverkehrskonzept Phase II zu erarbeiten, in welchem die definierten Stossrichtungen zu konkreten Massnahmen geschärft werden sollen.
- *City Logistik:* Für die gebündelte Feinverteilung von Gütern in den urbanen Zentren (letzte Meile) sind klimagerechte Konzepte einzuführen.
- *Heimliefer- und Abholdienste:* Das Auto für den täglichen Einkauf kann durch zu Fuss gehen oder Velofahren in Kombination mit den Heimlieferdiensten (am besten durch einen Velolieferdienst) ersetzt werden (wie [viavelo.sg](http://viavelo.sg)). Heimlieferdienste können auch Abholdienstleistungen erbringen (wie der Recycling-Sack des ZAB Bazenheid). Der Kanton kann solche Initiativen mittragen.
- *Mitwirkung bei Cargo sous terrain:* Das digitale Gesamtlogistiksystem Cargo sous terrain soll ab 2031 die grossen Zentren der Schweiz verbinden, die Schienen und Strassen entlasten und die Umweltbelastung reduzieren. In einer ersten Etappe geht es um die Realisierung zwischen Härkingen-Niederbipp und Zürich. Die Erweiterung Richtung Osten ist in einer späteren Etappe vorgesehen. Der Kanton Thurgau wirkt an diesem Projekt aktiv mit.

## Handlungsfeld: Strasseninfrastruktur

Die Herstellung der im Strassenbau verwendeten Materialien (u.a. Asphalt, Beton) verursacht eine relevante Menge an indirekten THG-Emissionen. Es fehlt aber eine systematische Übersicht über das Dekarbonisierungspotenzial im Strassenbau, das den gesamten Lebenszyklus der Infrastruktur (Herstellung, Anwendung im Bau, Unterhalt, Entsorgung) einbezieht.

### Stossrichtungen:

- *Dekarbonisierungsmöglichkeiten bei den Baumaterialien im Tiefbau:* Dekarbonisierungspotenziale von möglichen kohlenstoffärmeren Baumaterialien sowie Recyclingpotenziale von Baumaterialien sollen geprüft werden. Bei Strassensanierungen werden bisher Kaltmikrobeläge zur Lebensverlängerung eingesetzt. Es besteht das Potenzial für einen weitergehenden Einsatz von kohlenstoffärmeren Materialien. Der Kanton engagiert sich hierzu in interkantonalen Erfahrungsgruppen und schafft verstärkt Anreize für die Anbieter.

### 6.3.4.5. Querschnittsbezüge

Zwischen dem Sektor "Verkehr und Raum" und anderen Sektoren im Klimaschutz und in der Anpassung an den Klimawandel bestehen verschiedene Schnittstellen und Bezüge. Diesen Schnittstellen soll im Rahmen der sektorübergreifenden Zusammenarbeit Rechnung getragen werden. Zentral für den Sektor "Verkehr und Raum" sind folgende Schnittstellen (Tabelle 17):

Tabelle 17: Schnittstellen zwischen dem Sektor "Verkehr und Raum" und anderen Sektoren.

<b>Schnittstellen des Sektors "Verkehr und Raum" zu den Sektoren...</b>
<p><b>Energieproduktion, Gebäude</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erneuerbarer Strom zur Deckung des zusätzlich benötigten Strombedarfs durch die Elektrifizierung des Verkehrs</li> </ul>
<p><b>Konsum/Kreislaufwirtschaft</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beschaffung von Fahrzeugen</li> <li>- Nachhaltiges öffentliches Beschaffungswesen</li> <li>- Mobilitätsmanagement in der öffentlichen Verwaltung und in Betrieben</li> <li>- Suffizienz im Verkehr</li> <li>- Konsum regionaler Produkte ermöglicht kürzere Wege im Güterverkehr</li> </ul>
<p><b>Anpassung an den Klimawandel Raumentwicklung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wege kurz halten durch eine klimagerechte, koordinierte Siedlungs- und Verkehrsplanung: Nutzung und Mobilität auf einen Raum konzentrieren als Beitrag zur Reduktion von THGs. Lenkung der Siedlungsentwicklung und der Nutzungen.</li> </ul>

## **6.3.5. Landwirtschaft und Ernährung**

### **6.3.5.1. Quellen der Treibhausgasemissionen**

Die THG-Emissionen, die durch das Ernährungssystem der Schweiz entstehen, nehmen seit etlichen Jahren zu. Hauptgrund dafür sind das Konsumverhalten und das Bevölkerungswachstum. Die THG-Emissionen durch Nahrungsmittelimporte sind seit 1990 um über 70 % gestiegen (Bretscher et al. 2014). Die Emissionen aus der landwirtschaftlichen Produktion in der Schweiz sind hingegen rückläufig (Bundesrat 2021, BAFU 2020a).

Der Anteil der Landwirtschaft an den territorialen THG-Emissionen im Kanton Thurgau beträgt 2018 24 % (Treibhausgasinventar Thurgau 2021 (Abb. 11)) und liegt damit deutlich höher als in der gesamten Schweiz mit 14 % (BAFU 2021). Zwischen 1990 und 2018 sind die THG-Emissionen aus der Landwirtschaft im Kanton Thurgau um 8 % gesunken. Ein Grossteil der landwirtschaftlichen THG-Emissionen im Kanton Thurgau entfallen auf CH<sub>4</sub> (65 %) und N<sub>2</sub>O (29 %) (Treibhausgasinventar Thurgau 2021). Die CH<sub>4</sub>-Emissionen stammen hauptsächlich aus der Rindviehhaltung und der Hofdüngerewirtschaft; N<sub>2</sub>O entsteht auf landwirtschaftlichen Nutzflächen und, in geringerer Masse, bei der Düngelagerung und -ausbringung. An dritter Stelle folgen CO<sub>2</sub>-Emissionen (6 %, Treibhausgasinventar TG 2021).

Der Kanton Thurgau verfügte im Jahr 2019 über knapp 50'000 ha landwirtschaftliche Nutzfläche (Statistisches Jahrbuch 2020). Das entspricht etwa der Hälfte der Kantonsfläche und rund 5 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche der Schweiz. Ein beträchtlicher Teil der landwirtschaftlichen Wertschöpfung Kanton Thurgau stammt aus der Tierhaltung. Der Kanton Thurgau leistet einen wichtigen Beitrag zur Deckung der schweizerischen Binnennachfrage nach Fleisch. Die Tierbestände sind beim Nutzgeflügel (1.2 Mio. Tiere) am höchsten, gefolgt von Schweinen (164'000 Tiere) und vom Rindvieh (71'000 Tiere) (Statistisches Jahrbuch 2020). Allerdings ist der Rindviehbestand auf eine grössere Anzahl Landwirtschaftsbetriebe verteilt als der Geflügel- und Schweinebestand.

Die Bruttowertschöpfung der Thurgauer Landwirtschaft betrug im Jahr 2020 9.5 % der gesamten landwirtschaftlichen Wertschöpfung in der Schweiz. Allerdings wohnen nur 3 % der Schweizer Bevölkerung im Thurgau. Offensichtlich leistet der Kanton Thurgau einen überproportionalen Beitrag zur Versorgung der Schweizer Bevölkerung mit Nahrungsmitteln. Diesen Gegebenheiten gilt es bei der Formulierung der Klimaziele für den Thurgau zu berücksichtigen.

### **6.3.5.2. Sektorziele**

In Anlehnung an die Ziele der Bundesstrategie "Langfristige Klimastrategie der Schweiz" (Bundesrat 2021) und andere bundesrätliche Strategien werden für den Sektor Landwirtschaft und Ernährung im Kanton Thurgau bis ins Jahr 2050 die folgenden Ziele definiert:

Tabelle 18: Sektorziele "Landwirtschaft und Ernährung"

Sektorziele Landwirtschaft und Ernährung 2050
Die Treibhausgasemissionen der Ernährung pro Kopf sind gegenüber 2020 um mindestens zwei Drittel reduziert.
Die direkten Treibhausgasemissionen der landwirtschaftlichen Produktion sind gegenüber 1990 um mindestens 40 % reduziert. Gleichzeitig leistet die landwirtschaftliche Produktion einen mindestens gleich grossen Beitrag zur Deckung des Nahrungsmittelbedarfs in der Schweiz wie im Jahr 2020 (Beurteilungsgrundlage: Bruttowertschöpfung). Die Tragfähigkeit der Ökosysteme wird dabei berücksichtigt.
Die Leistungen des Bodens als Kohlenstoffspeicher sind langfristig gesichert.

Die THG-Reduktionsziele für die Thurgauer Landwirtschaft stimmen mit den Reduktionszielen des Bundes überein. Der zweite Teil des zweiten Ziels trägt der Tatsache Rechnung, dass die Thurgauer Landwirtschaft dank ihres Standortvorteils einen überdurchschnittlich grossen Beitrag zur Ernährungssicherung in der Schweiz leistet. Mit diesem Zusatz soll verhindert werden, dass die Produktion, und damit der THG-Ausstoss, in andere Regionen der Schweiz oder ins Ausland verlagert wird.

Die grössten Potenziale zur Reduktion der THG-Emissionen im Landwirtschafts- und Ernährungssystem der Schweiz bestehen beim Konsummuster und bei der Lebensmittelverschwendung (*food waste*) (Abbildung 15). Technische Optimierungen (sogenannte Effizienzmassnahmen) in der landwirtschaftlichen Produktion bieten ein geringeres Potential. Anpassungen im Konsum- und Produktionsmuster sind allerdings deutlich schwieriger umzusetzen und stellen die Landwirtschaft zudem vor strukturelle Herausforderungen.

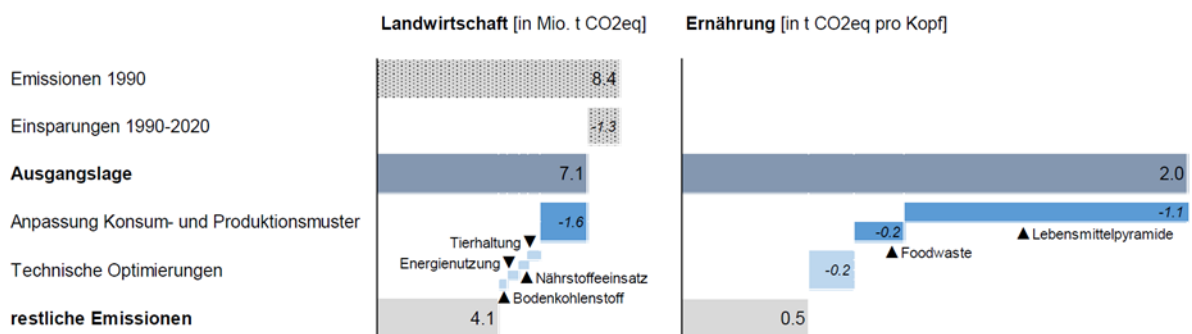


Abbildung 15: Treibhausgasemissionen und Reduktionspotenziale im Landwirtschafts- und Ernährungssystem aus Produktions- (links) und Konsumperspektive (rechts), gemäss Treibhausgasinventar respektive Umweltgesamtrechnung. Quelle: Bundesrat 2021.

### 6.3.5.3. Bestehende Aktivitäten zum Klimaschutz

Die folgenden bestehenden Aktivitäten und Massnahmen im Kanton Thurgau tragen bereits zum Klimaschutz in Landwirtschaft und Ernährung bei:

- **Massnahmenplan Ammoniak:** Der Massnahmenplan Ammoniak umfasst zwölf Massnahmen zur Verringerung der Ammoniakemissionen in den Bereichen Tierhaltung, Tierfütterung und Hofdüngerewirtschaft. Alle zwölf Massnahmen dienen grundsätzlich der Minderung von Stickstoffverlusten und damit direkt oder indirekt dem Klimaschutz. Die Synergien zwischen dem Massnahmenplan Ammoniak und der kantonalen Klimastrategie können künftig genutzt werden.
- **Nachhaltige Produktionssysteme:** Auf kantonseigenen Landwirtschaftsbetrieben, in der Anwendungsregion "smarte Technologien" und in weiteren Projekten werden nachhaltige Produktionssysteme angewendet, gefördert und weiterentwickelt.
- **Entwicklungsprozess Grüner Rebbau:** Dieser Prozess soll ökologisch wirksame Verbesserungen im Rebbau ermöglichen, die ohne Umstellung auf biologische Produktion umgesetzt werden können. Beim Projekt handelt es sich um eine Vorabklärung im Rahmen der Verordnung zur Förderung von Qualität und Nachhaltigkeit in der Land- und Ernährungswirtschaft. Das Projekt ist abgeschlossen. Es folgt ein nationales Projekt "Nachhaltiger Schweizer Wein".
- **Neuer Stall für Milchkühe am Arenenberg:** Der im Jahr 2021 eingeweihte neue Milchviehstall setzt Massstäbe für das Tierwohl und den Klimaschutz. Mit einem speziellen Kompostierungssystem und weiteren Massnahmen werden die THG-Emissionen reduziert. Das Stallungssystem wurde für einen optimalen Weidegang entwickelt.
- **Interessensgemeinschaft Neue Schweizer Kuh:** Die im Jahr 2015 gegründete Interessensgemeinschaft möchte allen Landwirtinnen und Landwirten ermöglichen, robuste, langlebige und wirtschaftliche (Milch-) Kühe zu züchten.
- **Projektidee "genussvolle und ressourcenleichte Ernährung":** Die Projektidee wurde durch den Kanton Thurgau und die Stadt Zürich im Rahmen des Massnahmenplan Ammoniak initiiert. Das Projekt soll dabei helfen, vorhandenes Wissen zur Verbesserung des ökologischen Fussabdrucks der Ernährung umzusetzen.
- **Massnahmen der Kantinen/Verpflegungsbetriebe:** Die Verpflegung der Schülerinnen und Schüler über die Mittagspause ist auf Volksschulstufe nicht institutionalisiert. Angebote wie Mittagstische werden auf privater Basis oder über die Schulgemeinde angeboten. Die Mensen der Mittelschulen an den Standorten Romanshorn, Frauenfeld und Kreuzlingen sowie die Mensa der Berufsfachschule Weinfelden ergreifen verschiedene Massnahmen zur Reduktion der Umweltbelastungen durch die Ernährung, wie etwa der Bezug von regionalen, saisonalen Lebensmitteln, das Angebot von Vegi-Menüs und die Vermeidung und Verwertung von Resten. Die Mensa der Kantonsschule Romanshorn verfügt bereits über das Label "Culinarium" für die Verwendung von Produkten aus der Region.

Die nachfolgend beschriebenen Handlungsfelder und Stossrichtungen bauen auf den bestehenden Aktivitäten des Kantons Thurgau auf.

### 6.3.5.4. Handlungsfelder und Stossrichtungen

Tabelle 19: Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Landwirtschaft und Ernährung".

<b>Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Landwirtschaft und Ernährung"</b>
<b>Handlungsfeld: Gesunde, ressourcenschonende Ernährung</b>
<p>Das grösste Potential für den Klimaschutz liegt im Bereich Konsum und Ernährung. Eine gesunde, ressourcenschonende Ernährung dient der Gesundheit der Bevölkerung und dem Klimaschutz gleichzeitig. Eine Ernährung, die den Empfehlungen der Lebensmittelpyramide entspricht, führt zu einem geringeren Konsum an tierischen Produkten. Für den Klimaschutz hat das eine entscheidende Wirkung, da die Tierhaltung für einen Grossteil des THG-Ausstosses durch die Landwirtschaft verantwortlich ist. Mit der Vermeidung unnötiger Lebensmittelabfälle (<i>food waste</i>) und durch den Konsum regionaler, saisonaler Produkte werden die THG-Emissionen im Ernährungssystem weiter reduziert.</p>
<p><b>Stossrichtungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Gesunde, ressourcenschonende Ernährung fördern:</i> Die Bevölkerung soll über Verhaltensweisen, die zu einer nachhaltigen Ernährung beitragen (ressourcenleicht, regional, saisonal), informiert werden. Dazu können zielgruppenspezifische Informationsmaterialien mit Botschaften und Tipps zu einer genussvollen, nachhaltigen Ernährung entwickelt und verbreitet werden. Nebst der Volksschule, welche im Rahmen ihres Bildungsauftrages Verantwortung zu einem gesunden und bewussten Ernährungsverhalten der Schülerinnen und Schüler trägt, sollten Kinder und Jugendliche auch im privaten Bereich, über Vereine, Jugendgruppen, etc. angesprochen werden. Dazu könnten auch die sozialen Kanäle und Medien genutzt und die Zielgruppe durch altersentsprechende Anreize motiviert werden. Personen mit Multiplikatorenfunktion (z.B. Eltern, Lehrpersonen, Berufsbildende, Ärzte, Pflegepersonen) sowie kantonale Angestellte mit Bezug zur Ernährung erhalten Zugang zu Weiterbildungsangeboten zum Thema nachhaltige Ernährung. Die Weiterbildung in diesem Bereich wird stärker gefördert. Die kantonale Verwaltung kann bei eigenen und bei von ihr beauftragten Betrieben der Gemeinschaftsgastronomie (Kantinen) darauf hinwirken, dass Massnahmen für eine klimaschonendere Ernährung bei der Angebotsplanung, der Beschaffung, der Zubereitung und der Kommunikation umgesetzt werden. Für private Restaurant- und Mensabetreibende kann der Kanton Informationen über Möglichkeiten zur Angebotsdiversifizierung (fleischlose Alternativen) im Hinblick auf eine klimafreundlichere Verpflegung zur Verfügung stellen.</li><li>- <i>Lebensmittelverschwendung (food waste) reduzieren:</i> Die Bevölkerung soll über mögliche Verhaltensweisen zur Vermeidung von <i>food waste</i> informiert werden. Dazu können geeignete Informationsmaterialien entwickelt und verbreitet werden. Bestehende Angebote und Möglichkeiten zur Weiterverwendung von überschüssigen Lebensmitteln werden bekannt gemacht und genutzt. Die Verpflegungsbetriebe der kantonalen Institutionen sollen dabei unterstützt werden, grundlegende Informationen zu Lebensmittelverlusten zu erheben und Möglichkeiten für die Weiterverwendung überschüssiger Lebensmittel zu nutzen. Die anfallenden Mengen, und die Art der Lebensmittelabfälle sowie deren Entsorgung werden dabei berücksichtigt.</li></ul>

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Landwirtschaft und Ernährung"

Aus diesen Informationen können Verbesserungspotenziale und Massnahmen zur Vermeidung von Lebensmittelabfällen abgeleitet werden.

### Handlungsfeld: Verarbeitung, Handel und Transport

Eine dauerhafte Veränderung des Ernährungssystems muss von allen Akteuren der Wertschöpfungskette mitgetragen werden. Die Akteure in der Lebensmittelverarbeitung, dem Handel und im Transportwesen können einen wichtigen Beitrag leisten. Sie müssen aktiv in den Verbesserungsprozess einbezogen werden.

Eine Reduktion der Tierbestände im Thurgau ergibt nur Sinn, wenn der Konsum an tierischen Produkten zurückgeht. Gleichzeitig müssen den Landwirtinnen und Landwirten attraktive Alternativen zur Tierhaltung zugänglich sein, die eine hohe Wertschöpfung ermöglichen.

Durch die Nähe zwischen Konsumenten und Produzenten steigt die Sensibilität für eine gesunde, ressourcenschonende Ernährung. Die Direktvermarktung liefert hier einen wichtigen Beitrag.

#### Stossrichtungen:

- *Akteure aus Verarbeitung, Handel und Transport einbeziehen:* Die kantonale Verwaltung sucht den Dialog mit den Akteuren aus Verarbeitung, Handel und Transport. Die Möglichkeiten zur Reduktion von THGs, zur Förderung ressourcenleichter Produkte und zur Reduktion von *food waste* werden diskutiert. Mögliche Aktivitäten werden skizziert und umgesetzt.
- *Pflanzliche Alternativen zu tierischen Produkten fördern:* In der Gesellschaft besteht ein Trend zum Konsum von mehr pflanzlichen Produkten. Diesem Trend soll und muss sich die Produktion anpassen. Die Anpassung soll mit agrarpolitischen Fördermöglichkeiten optimal unterstützt werden. Im Austausch mit dem Bund sowie mit anderen Kantonen werden Möglichkeiten zur Förderung einer ressourcenleichten Produktion im Rahmen der Agrarpolitik diskutiert. Zusätzlich überprüft der Kanton konkrete Möglichkeiten zur Förderung von ressourcenleichten Produkten auf Stufe Kanton.
- *Direktvermarktung fördern:* Die Direktvermarktung bietet attraktive Wertschöpfungsmöglichkeiten für Landwirtinnen und Landwirte. Sie fördert auch den Kontakt und das Verständnis zwischen Produzenten und Konsumenten. Der Kanton überprüft, wie die Direktvermarktung im Kanton gezielt gefördert werden kann, z.B. mit Bildung und Beratung.

### Handlungsfeld: Klimaschonende Landwirtschaftsstrukturen

Die direkten THG-Emissionen aus der Landwirtschaft werden massgeblich durch die landwirtschaftlichen Produktionsstrukturen beeinflusst. Der Kanton Thurgau weist relativ hohe Tierbe-

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Landwirtschaft und Ernährung"

stände auf. Die Tragfähigkeit der Ökosysteme wird vielerorts überschritten. Nährstoffüberschüsse, Biodiversitätsverlust, erhöhte *Feed-Food-Competition*<sup>9</sup> (Schweine- und Geflügelfütterung) sowie hohe THG-Emissionen (Rindviehhaltung) sind die Folge. Das Ziel dieses Handlungsfeldes besteht darin, die Umweltprobleme in der Landwirtschaft in einem übergeordneten Kontext zu analysieren und eine standortangepasste Produktion anzustreben.

Bei gewissen Kulturen kann Agrophotovoltaik auf Witterungsschutzsystemen eine Rolle spielen. Dabei werden landwirtschaftliche Flächen gleichzeitig für die Nahrungsmittelproduktion und zur Stromerzeugung mit Solarenergie genutzt. Dies steigert die Flächeneffizienz, verbessert den Schutz der Kulturen und ermöglicht gleichzeitig die erneuerbare Energieproduktion.

### Stossrichtungen:

- *Zukunftsbild "Landwirtschaft und Ernährung Thurgau 2050" skizzieren:* Ein Zukunftsbild "Landwirtschaft und Ernährung Thurgau 2050" wird skizziert. Das Zukunftsbild zeigt, mit welchen Strukturen im Thurgau eine klimaschonende Land- und Ernährungswirtschaft betrieben werden kann. Es gibt zudem Auskunft über mögliche Umsetzungspfade. Das Zukunftsbild legt die Grundlage für koordinierte Aktivitäten im Bereich Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel.  
Im Zukunftsbild werden Möglichkeiten skizziert, wie die Tierbestände im Kanton mittel- bis langfristig angepasst werden können. Zudem wird eine möglichst graslandbasierte Wiederkäuerhaltung angestrebt. Die Bedeutung einer graslandbasierten Rindviehhaltung wird im landwirtschaftlichen Innovations- und Wissenssystem (LIWIS) des Bundes gegenwärtig intensiv diskutiert. Die Resultate dieser Diskussionen werden bei der Ausarbeitung des Zukunftsbildes berücksichtigt.
- *Bewilligungsverfahren für landwirtschaftliche Bauten:* Die produktionsrelevanten Bedingungen für die Bewilligung landwirtschaftlicher Bauten orientieren sich meist an der betrieblichen Situation der Gesuchsteller. Die Auswirkungen der Bauvorhaben auf die Produktionsstrukturen (z.B. Tierbestände) im Kanton wurden im Bewilligungsverfahren bisher kaum berücksichtigt. Für die betroffenen Landwirtinnen und Landwirte setzten Bauprojekte grosse Investitionen voraus. Die Investitionen werden langfristig amortisiert. Mit der Bewilligungspraxis können die landwirtschaftlichen Produktionsstrukturen massgeblich beeinflusst werden.  
Die verwaltungsinterne Bewilligungspraxis für landwirtschaftlichen Neu- und Ersatzbauten wird überprüft und, falls nötig, angepasst. Die Bewilligungspraxis soll der Verwirklichung des Zukunftsbildes Land- und Ernährungswirtschaft 2050 dienen.
- *Agrophotovoltaik:* Neben der ressourceneffizienten Doppelnutzung von landwirtschaftlichen Flächen ermöglicht Agrophotovoltaik den Landwirt/-innen, neue Einkommensquellen zu erschliessen und landwirtschaftliche Kulturen vor Dürreschäden und Witterungseinflüssen (z.B. Hagel) zu schützen. Der Kanton Thurgau soll prüfen, ob Agrophotovoltaik auch in

---

<sup>9</sup> Feed-Food-Competition: Als Nahrungsmittelkonkurrenz bezeichnet, die auftritt, wenn bei Tieren Futtermittel zum Einsatz kommen, die auch für die menschliche Ernährung geeignet wären, z.B. Weizen an Kühe verfüttert wird. Flächenkonkurrenz entsteht, wenn die Futtermittel von Flächen stammen, auf denen auch Nahrungsmittel angebaut werden könnten, z.B. Futtergetreide anstelle von Kartoffeln auf Ackerland.



## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Landwirtschaft und Ernährung"

der Thurgauer Landwirtschaft angewendet werden kann, z.B. durch die Schaffung entsprechender Rahmenbedingungen, u.a. in Zusammenarbeit mit dem Bund.

### Handlungsfeld: Klimaaoptimierte Produktion

In der Schweizer Landwirtschaft ist die Rindfleischproduktion eng mit der Milchproduktion verknüpft. Für eine klimaaoptimierte Produktion ist es wichtig, die Rindviehwirtschaft als Gesamtsystem zu betrachten und einen speziellen Fokus auf eine effiziente, kombinierte Fleisch- und Milchproduktion zu legen. Weiter soll die Fütterung optimiert werden, um Nährstoffübersorgung zu vermeiden. Aktuell befinden sich verschiedene Futtermittelzusätze zur Reduktion der CH<sub>4</sub>-Bildung bei Wiederkäuern in Entwicklung oder sind bereits auf dem Markt. Die Einsatzmöglichkeiten von Futtermittelzusätzen werden im LIWIS diskutiert.

Alle Massnahmen, welche die Ammoniakemissionen bei der Düngerausbringung reduzieren, wirken sich positiv auf den Klimaschutz aus. Hofdünger und ergänzende mineralische Dünger sollen möglichst emissionsarm ausgebracht werden. Die Nährstoffe sollen das Pflanzenwachstum optimal fördern. Eine Nährstoffübersorgung wird vermieden.

Biogasanlagen ermöglichen, Energie aus Hofdüngern und anderen Biomassequellen zu gewinnen und klimaschädigende THG-Emissionen aus Hofdünger signifikant zu reduzieren. Gleichzeitig lassen sich die Substratrückstände als Dünger in gewissen Kulturen einfacher einsetzen als herkömmliche Hofdünger. Eine ungenügende Zufuhr an organischer Substanz bewirkt in den Böden eine negative Humusbilanz. Das Potenzial der ackerbaulich genutzten Fläche als mögliche Kohlenstoffsänke bleibt ungenutzt. Um dem entgegen zu wirken, muss auf den ackerbaulich genutzten Flächen mittels organischer Düngung, Ernterückständen oder Gründüngungen eine ausgeglichene oder positive Humusbilanz angestrebt werden.

#### Stossrichtungen:

- *Klimaaoptimierter Pflanzenbau:* Die Produktion von Mineraldünger ist energieintensiv und nach der Ausbringung werden hohe THG-Emissionen verursacht. Die eingesetzte Düngermenge sollte daher möglichst tief gehalten werden. Weiter können die Emissionen durch die Verwendung von Nitrifikationshemmer<sup>10</sup> gemindert werden. Durch eine humusfördernde und bodenschonende Bewirtschaftung der Flächen wird die Bodenfruchtbarkeit langfristig sichergestellt und das Speicherpotenzial für Kohlenstoff genutzt. Die Humusförderung und Schonung der Ressource Boden wirken sich nicht nur positiv auf den Kohlenstoffgehalt der ackerbaulich genutzten Flächen aus, sondern verbessern auch die Bodenstruktur und reduzieren das Erosions- und Verdichtungsrisiko. Darüber hinaus kann der Kohlenstoffgehalt des Bodens durch die Verwendung von Pflanzenkohle (d.h. pyrolysiertes Pflanzenmaterial) positiv beeinflusst werden. Allerdings sind die Langzeitfolgen des Einsatzes von Pflanzenkohle für die Bodenfruchtbarkeit ungewiss.

In der landwirtschaftlichen Grund- und Weiterbildung sowie in der Beratung sollen die

<sup>10</sup> Die Lachgasbildung kann durch die Verwendung spezieller Dünger, welche die Nitrifikation verzögern, reduziert werden. Durch diese Nitrifikationshemmer wird die Stickstoffeffizienz verbessert und die N-Düngermenge kann entsprechend reduziert werden.

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Landwirtschaft und Ernährung"

Grundlagen für eine humusfördernde und bodenschonende Bodenbewirtschaftung verstärkt vermittelt werden. Die kantonale Verwaltung sucht zudem nach Möglichkeiten, wie der klimaoptimierte Pflanzenbau durch spezifische Projekte (z.B. Projekt Grüner Rebbau, Projektidee Pflanzenkohle) gefördert werden kann.

- *Klimaaoptimierte Tierhaltung*: In der Tierhaltung gibt es verschiedene Möglichkeiten, die THG-Emissionen zu reduzieren. Durch ein optimiertes Herdenmanagement und eine optimierte Nachzucht kann die Milch- und Fleischproduktion besser kombiniert werden. Eine optimierte Fütterung hilft, Stickstoffüberschüsse zu reduzieren. Beim Rindvieh zeichnen sich durch die Verwendung von methanhemmenden Futtermittelzusätzen neue Möglichkeiten ab, um THG-Emissionen zu reduzieren. Im Massnahmenplan Ammoniak werden verschiedene bauliche Massnahmen erwähnt, die dazu beitragen, die Ammoniakemissionen und damit indirekt auch die N<sub>2</sub>O-Emissionen zu reduzieren.

Der Kanton führt die bestehenden Aktivitäten im Bereich klimaoptimierte Tierhaltung weiter, beobachtet die Entwicklungen bei den Futtermittelzusätzen zur Reduktion der CH<sub>4</sub>-Emissionen beim Rindvieh und lässt diese Erkenntnisse in die Bildung und Beratung einfließen.

- *Hofdüngermanagement und Biogas*: Im Massnahmenplan Ammoniak sind verschiedene Massnahmen zur Reduzierung von Nährstoffverlusten bei der Hofdüngerlagerung und der Ausbringung festgehalten. Diese Massnahmen dienen auch der Reduzierung von THG-Emissionen und sollen somit auch im Sinne des Klimaschutzes konsequent umgesetzt werden.

Die Versuchstätigkeit zu THG-Emissionen in der Stallhaltung und im Hofdüngermanagement wird weitergeführt. Der Wissenstransfer in die Praxis wird durch die landwirtschaftliche Bildung und Beratung sichergestellt. Bauliche Normen und Richtlinien für Stallungssysteme werden laufend überprüft und angepasst.

Zudem soll abgeklärt werden, wie gross das Potential von kleinregionalen Biogasanlagen zur Verringerung der THG-Emissionen aus der Tierhaltung ist.

### Handlungsfeld: Forschung, Bildung und Beratung

Auf den landwirtschaftlichen Versuchsbetrieben am Arenenberg und in Güttingen sowie auf der Swiss Future Farm in Tänikon werden Innovationen in der Landwirtschaft aktiv vorangetrieben. Der kantonseigene Landwirtschaftsbetrieb Arenenberg ermöglicht einen praxisbezogenen Unterricht und die Untersuchung von aktuellen Fragestellungen im Ackerbau, in der Milchwirtschaft und im Weinbau. Mit Strukturen und Prozessen wie der Anwendungsregion "smarte Technologien" wird der Wissenstransfer von der Forschung in die Praxis aktiv gefördert.

Grundsätzlich ist es wichtig, dass die Thurgauer Land- und Ernährungswirtschaft offen ist für neue Technologien, welche die Produktion von Lebensmittel umwelt- und ressourcenschonender machen. Die Thurgauer Land- und Ernährungswirtschaft soll die Chancen der Digitalisierung nutzen, um ressourceneffizient und standortgerecht zu produzieren. Zudem sollen die Transparenz erhöht, die Produkte besser in Wert gesetzt, die Kosten gesenkt und die Prozesse vereinfacht werden. Die landwirtschaftlichen Versuchsbetriebe sowie die *Swiss Future Farm* bieten die geeigneten Plattformen, um diese Entwicklungen voranzutreiben.

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Landwirtschaft und Ernährung"

### Stossrichtungen:

- *Klimaschutz in der landwirtschaftlichen Bildung und Beratung verankern:* Das Wissen um den landwirtschaftlichen Klimaschutz wird in der Ausbildung zukünftiger Landwirtinnen und Landwirte aktiv vermittelt. Verschiedene Projekte des Arenenbergs können als konkrete Beispiele genutzt werden. Bei der Weiterentwicklung des Lehrplans und der Lehrmittel wird spezielles Augenmerk auf das Thema landwirtschaftlicher Klimaschutz gelegt. Die landwirtschaftliche Beratung setzt sich bereits heute aktiv mit dem Thema Klimawandel auseinander. Sie bildet die Brücke zwischen Praxis und Forschung und beteiligt sich aktiv an der Lancierung oder Umsetzung relevanter Klimaschutzprojekte. Verwaltungsintern wird überprüft, ob ein spezifisches Beratungsangebot, respektive eine Beratungskampagne für Betriebe lanciert werden soll, welche aus der Tierhaltung aussteigen möchten.
- *Vernetzung und Wissensaustausch ermöglichen:* Im Thurgau werden bereits verschiedene konkrete Aktivitäten und Projekte zur Förderung des landwirtschaftlichen Klimaschutzes umgesetzt. Beispiele dazu sind der Emissionsversuchsstall in Tänikon, der neue Rindviehstall am Arenenberg, die Anwendungsregion "smarte Technologien", ein CO<sub>2</sub>-neutrale Tilsiterproduktion, mit Thurgauer Naturstrom produzierte Dörrobst-Produkte. Die Absicht dieser Stossrichtung besteht darin, konkrete Erfolgsbeispiele publik zu machen. Entsprechende Möglichkeiten oder Ideen für Plattformen sind zu prüfen.
- *Forschung und Innovation fördern:* Auf den landwirtschaftlichen Versuchsbetrieben am Arenenberg und in Güttingen sowie auf der Swiss Future Farm in Tänikon und dem Gutsbetrieb Brunegg werden Innovationen in der Landwirtschaft aktiv vorangetrieben. Der kantonseigene Landwirtschaftsbetrieb Arenenberg ermöglicht einen praxisbezogenen Unterricht und die Untersuchung von aktuellen Fragestellungen im Ackerbau, in der Milchwirtschaft und im Weinbau. Mit Strukturen und Prozessen wie der Anwendungsregion "smarte Technologien" wird der Wissenstransfer von der Forschung in die Praxis aktiv gefördert.

### 6.3.3.5. Querschnittsbezüge

Zwischen dem Sektor "Landwirtschaft und Ernährung" und anderen Sektoren im Klimaschutz und in der Anpassung an den Klimawandel bestehen verschiedene Schnittstellen und Bezüge. Diesen Schnittstellen soll im Rahmen der sektorübergreifenden Zusammenarbeit Rechnung getragen werden. Zentral für den Sektor "Landwirtschaft und Ernährung" im Teil Klimaschutz sind folgende Schnittstellen (Tabelle 20). Schnittstellen im Teil Anpassung sind in Kapitel 7.3.3.6. geschildert.

Tabelle 20: Schnittstellen zwischen dem Sektor "Landwirtschaft und Ernährung" und anderen Sektoren im Klimaschutz.

Schnittstellen des Sektors "Landwirtschaft und Ernährung" zu den Sektoren...
<b>Energieproduktion/-versorgung</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Potenzial erneuerbarer Energien in der Landwirtschaft: Biomasse, Biogas, Photovoltaik</li></ul>
<b>Gebäude</b>

<b>Schnittstellen des Sektors "Landwirtschaft und Ernährung" zu den Sektoren...</b>
- Potenzial PV auf landwirtschaftlichen Gebäuden
<b>Verkehr und Raum</b>
- Bauen ausserhalb der Bauzone
<b>Abfall, Abfallbewirtschaftung und Abwasser</b>
- Lebensmittelverschwendung (Foodwaste) vermeiden - Abdeckung von Güllelagern zur Reduktion von N <sub>2</sub> O-Emissionen und Nutzung der entstehenden Gase als erneuerbare Energiequellen (Biomasse, Biogas)
<b>Konsum/Kreislaufwirtschaft</b>
- Nachhaltige Ernährung als zentrales Element eines nachhaltigen Konsums
<b>Raumentwicklung</b>
- Offene raumplanerische Fragen bei der Nutzung von Agrophotovoltaik

### 6.3.6. Wald

Im Wald sind Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel eng verbunden, da nur ein gesunder, klimaangepasster Wald eine Senkenfunktion erfüllen kann. Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel werden deshalb mit dem Ziel der langfristigen Erhaltung der Waldfunktionen integral betrachtet.

#### 6.3.6.1 Quellen und Senken der Treibhausgasemissionen

Bäume entnehmen der Atmosphäre Kohlendioxid, wandeln es durch Photosynthese in Sauerstoff um und bauen Holz auf. Ein Kubikmeter Holz enthält durchschnittlich etwa 0.3 t Kohlenstoff, dies entspricht etwa einer Tonne CO<sub>2</sub> (mpg de). Wälder entziehen somit als Kohlenstoffsenken, sofern sie wachsen und nachhaltig genutzt werden, der Atmosphäre CO<sub>2</sub> und tragen somit zum Klimaschutz bei. In älteren Wäldern, in denen der Holzvorrat nicht mehr ansteigt, ist die Kohlenstoffbilanz dagegen weitgehend ausgeglichen.

Bäume stellen allerdings, wenn sie sterben oder Holz verrottet, eine Kohlenstoffquelle dar. Der Kohlenstoff, der während des Wachstums eines Baumes gespeichert wurde, wird in Form von CO<sub>2</sub> wieder in die Atmosphäre abgegeben. Somit ist der Wald je nach Alter keine permanente Senke für CO<sub>2</sub>. Der Wald wird insbesondere auch dann zu einer Kohlenstoffquelle, wenn Trockenheit, Windwurf oder Schädlinge wie der Borkenkäfer der Vegetation zusetzen.

In bewirtschafteten Wäldern wie in der Schweiz üblich gibt es kein natürliches Gleichgewicht, denn ihnen werden ständig Bäume entnommen. Das Holz wird als Bau- oder Werkstoff genutzt und kann emissionsreichere Materialien ersetzen. Auf diese Weise ist Kohlenstoff länger in Gebäuden und Holzwerkstoffen gespeichert.

Am Ende seiner Nutzungsdauer kann Holz energetisch verwerten werden, z.B. Kehrichtverbrennungsanlagen. Gibt es mehrere Nutzungsstufen (Kaskaden) steigt die Wertschöpfung, der Ressourcenverbrauch sinkt und CO<sub>2</sub> wird langfristig gespeichert.

### 6.3.6.2. Sektorziele

Für den Sektor Wald werden im Kanton Thurgau bis ins Jahr 2050 die folgenden Ziele im Bereich Klimaschutz definiert:

Tabelle 21 Sektorziele "Wald"

<b>Sektorziele Wald 2050</b>
Die Nutzung des künftigen Holzpotenzials ist gewährleistet.
Die Leistungen des Waldes als Kohlenstoffspeicher sind langfristig gesichert.

### 6.3.6.3. Bestehende Aktivitäten zum Klimaschutz

Da das Thema Wald integral betrachtet wird, tragen Aktivitäten der Anpassung an den Klimawandel auch zum Klimaschutz bei. Die relevanten Aktivitäten des Kantons Thurgau finden sich im Kapitel 7.3.4.4.

### 6.3.6.4 Handlungsfelder und Stossrichtungen

Tabelle 22: Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Wald".

<b>Handlungsfeld: Rohstoff Holz</b>
<p>Die Holzproduktion und -wirtschaft im Thurgau sind auf Nadelholz, v.a. Fichte, ausgerichtet. Die flachwurzelnden Fichten geraten mit der zunehmenden Wärme und Trockenheit in tieferen Lagen unter Druck. Eine Abnahme am Gesamtvorrat ist die unausweichliche Folge. Auch die Buche ist klimatischen Risiken ausgesetzt, wenn auch in geringerem Ausmass als die Fichte. Die Anteile der Baumarten am Gesamtvorrat verändern sich mit dem Klimawandel. Die Holzwirtschaft soll darum die Palette der genutzten Hölzer erweitern. Dafür braucht es entsprechende Grundlagen und Absatzmärkte (inkl. Produkte) zu schaffen. Die regionale Wertschöpfungskette von Thurgauer Holz soll gestärkt werden. Die kantonale Verwaltung soll als Vorbild für die eigenen Bauten mehr regionales Holz aus Thurgauer Wäldern verwenden und Unterstützung für die strategische Zusammenarbeit entlang der Holzkette mit Branchenverbänden leisten, damit der Bau- und Werkstoff Holz, auch für die energetische Nutzung gefördert werden kann (z.B. Holzheizungen).</p> <p><b>Stossrichtungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Unterstützung bei der Schaffung von Grundlagen und Absatzmärkten für die verstärkte regionale Holznutzung:</i> Der Kanton kann mit Leuchtturmprojekten bei kantonalen Bauten (bspw. Ergänzungsbau der kantonalen Verwaltung) die Verwendung neuer Holzprodukte</li> </ul>

ankurbeln, die nach Möglichkeit regional gefertigt werden. Das Forstamt kann hierbei beraten und vermitteln.

- *Sensibilisierung der Gesellschaft für die vermehrte Nutzung von regionalem Holz und regionalen Holzprodukten:* Mit der Nutzung von regionalem Holz und regionalen Holzprodukten verkürzen sich Transportdistanzen und es werden regional Arbeitsplätze geschaffen/erhalten. Zudem besteht Sicherheit über die Herkunft aus nachhaltig genutzten Wäldern. Künftig soll die Bevölkerung für die Nutzung von regionalem Holz weiter sensibilisiert und über regional angebotene Leistungen und Produkte informiert werden.

### **Handlungsfeld: Speicherfunktion des Waldes**

Wälder und Böden sind Kohlenstoff-Speicher, bzw. -Senken und filtern und speichern auch Wasser. Wälder sind keine beständigen Kohlenstoff-Senken, sie können etwa durch Stürme, Feuer oder Insektenfrass zu einer Quelle werden. Da die Nutzung im Thurgau kleiner ist als der Zuwachs, nimmt der Holzvorrat zu. Eine nachhaltige Waldbewirtschaftung mit Einhaltung des nachhaltigen Hiebsatzes gemäss Ausführungsplan beeinflusst den Wald als Kohlenstoff-Senke somit nicht massgebend, da sich auf den genutzten Flächen wieder Wald einstellt. Die Verwendung von Holz als Baustoff oder Energieträger reduziert zudem den CO<sub>2</sub>-Ausstoss fossiler Brennstoffe. Der Wald filtert und speichert zudem auch hervorragend Wasser. In Hinblick auf das künftige Klima wird diese Leistung des Waldes künftig an Bedeutung bei der Anpassung an den Klimawandel gewinnen.

#### **Stossrichtungen:**

- *Bestockung der Waldfläche sicherstellen:* Für den Erhalt der Speicherwirkung (CO<sub>2</sub> und Wasser) des Waldes ist möglichst eine permanente Bodenbedeckung anzustreben und grossflächige Kalamitäten sind zu vermeiden. Naturnah bewirtschaftete, vielfältige Wälder erfüllen diese Ansprüche sehr gut (s. HF Klimatauglicher Wald, Stossrichtung "Naturnaher Waldbau") und sollen gefördert werden. Bei Eintreten grossflächiger Kalamitäten muss die Unterstützung des Kantons für Massnahmen zur Bekämpfung und Wiederbewaldung gewährleistet sein.
- *Unterstützung der Förderung der Agroforstwirtschaft für mehr langfristige Kohlenstoff-Speicher:* Derzeit prüft die Forschung diese Bewirtschaftungsform (Kay et al. 2019). Bei der Agroforstwirtschaft werden Bäume und Sträucher mit Ackerkulturen oder Grünland auf einer Fläche so kombiniert, dass sich Vorteile für die Natur, das Klima und die Finanzen ergeben. Im Thurgau sind die "Hochäcker" oder das Projekt "Baumgärten" der Agroscope bekannt. Agroforstwirtschaft bietet eine zusätzliche CO<sub>2</sub>-Senke und eine bessere Risikoverteilung für die landwirtschaftliche Produktion (Erhalt Bodenfruchtbarkeit, zwei oder mehr Kulturen). Der Kanton könnte die Förderung von Agroforstsystemen unterstützen (Forschung, Beitragsinstrumente Bund).

### 6.3.6.6. Querschnittsbezüge

Zwischen dem Sektor "Wald" und anderen Sektoren im Klimaschutz bestehen verschiedene Schnittstellen und Bezüge. Diesen Schnittstellen soll im Rahmen der sektorübergreifenden Zusammenarbeit Rechnung getragen werden. Zentral für den Sektor "Wald" im Bereich Klimaschutz sind folgende Schnittstellen (Tabelle 23):

Tabelle 23: Schnittstellen zwischen dem Sektor "Wald" und anderen Sektoren im Klimaschutz

<b>Schnittstellen des Sektors "Wald" zu den Sektoren...</b>
<b>Energieproduktion/-versorgung</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Energieholz: erneuerbarer Rohstoff für Energiegewinnung, Ersatz von fossilen Energieträgern</li><li>- Kaskadennutzung von Holz</li></ul>
<b>Gebäude</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Bauholz: nachwachsender Baustoff, Ersatz von treibhausgasintensiveren Materialien</li></ul>
<b>Wald</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Agroforstwirtschaft</li></ul>
<b>Klimaschutz generell</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Waldspeicher: Kohlenstoff-Senke</li><li>- Synergie mit dem Sektor "Wald" bei der Anpassung an den Klimawandel</li></ul>

### 6.3.7. Abfall, Abfallbewirtschaftung und Abwasser

#### 6.3.7.1. Quellen der Treibhausgasemissionen

Der Sektor Abfall, Abfallbewirtschaftung und Abwasser verursacht 6.4 % der THG-Emissionen im Thurgau (Stand 2018). Im Vergleich zu anderen Sektoren wie Verkehr, Gebäude und Landwirtschaft und Ernährung gehört dieser Sektor zu den kleinen THG-Emittenten.

Diese Emissionen stammen aus der Abfallverbrennung in der Kehrichtverbrennungsanlage (KVA) Weinfelden (79 ktCO<sub>2</sub>eq fossilen Ursprungs, rund 5.2 % der kantonalen Emissionen), aus der nicht-energetischen Abfallbehandlung in Deponien und Abwasserreinigungsanlagen (ARA) sowie der Kompostierung und Vergärung von Abfällen in Biogasanlagen (insgesamt 18 ktCO<sub>2</sub>eq, rund 1.2 % der kantonalen Emissionen).

Die Bewirtschaftung der Siedlungsabfälle ist im Thurgau kantonsübergreifend organisiert. Dreizehn Gemeinden sind ausserkantonalen Kehrichtverbrennungsanlagen angeschlossen. Dem stehen Abfallimporte aus dem benachbarten Ausland im Umfang von 37 % gegenüber. Der anfallende Klärschlamm wird ebenfalls ausserkantonal entsorgt.

In der Emissionsentwicklung der THGs wird die KVA Weinfelden separat aufgeführt. Die THG-Emissionen aus den KVAs haben seit 1990 schweizweit stark zugenommen, während im gleichen Zeitraum die Emissionen aus Abfalldeponien stark zurückgingen. Spezifische Zahlen für den Kanton Thurgau fehlen.

Seit 1990 hat die Siedlungsabfallmenge in der Schweiz um rund 50 % zugenommen. Gründe für die Zunahme sind das veränderte Konsumverhalten und das Bevölkerungswachstum. Mit Einführung der Technischen Verordnung über Abfälle (TVA) und dem damit verbundenen Ablagerungsverbot für brennbare Abfälle fand eine Verschiebung der THG-Emissionen von Deponien zu KVAs statt. Die in KVAs verwerteten Abfälle bewegen sich heute auf dem Niveau von 1990. Der Zuwachs an Siedlungsabfällen wird weitgehend durch das Recycling aufgefangen. Seit ein Deponieverbot 2006 auch in Deutschland eingeführt wurde, verarbeiten zudem verschiedene KVA Abfälle aus dem grenznahen, süddeutschen Raum, so auch die KVA Weinfelden.

Die KVA in Weinfelden gehört zu den energieeffizientesten KVAs der Schweiz. Der Energienutzungsgrad der KVA ist hoch. Jährlich werden rund 180 GWh Wärme über eine Dampfleitung an einen Industriebetrieb abgegeben, welcher damit fossile Energie substituiert. Die ins Netz eingespeisten 44 GWh Strom entsprechen dem Verbrauch von 16'000 Zwei-Personen-Haushalten in einem Mehrfamilienhaus (DBU 2019). Die bestehende KVA wird in den nächsten 15 Jahren erneuert oder ersetzt und die Gesamtkapazität erhöht.

Von untergeordneter Bedeutung sind die Emissionen aus der Abwasserreinigung, Deponien und industrieller Kompostierung/Vergärung. CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O Emissionen aus der Abwasserreinigung verursachen ca. 0.7 % aller THG-Emissionen im Kanton Thurgau. Die CH<sub>4</sub>-Emissionen aus Deponien (ca. 0.2 % aller THG-Emissionen im Kanton Thurgau) stammen noch aus alten Deponien oder Altablagerungen. Ebenfalls nur geringe Mengen an THGs (ca. 0.3 % der kantonalen THG-Emissionen) fallen bei der biologischen Verarbeitung (Kompostierung/Vergärung in Biogasanlagen) an.

### 6.3.7.2. Sektorziele

Der Kanton Thurgau setzt sich analog zu den Zielen der Bundesstrategie "Langfristige Klimastrategie der Schweiz" (Bundesrat 2021) für den Zeithorizont bis 2050 im Sektor "Abfall, Abfallbewirtschaftung und Abwasser" zum Erreichen des übergeordneten Netto-Null-Ziels die folgenden Sektorziele:

Tabelle 24: Sektorziele "Abfall, Abfallbewirtschaftung und Abwasser"

<b>Sektorziele Abfall, Abfallbewirtschaftung und Abwasser 2050</b>
Die direkten Treibhausgasemissionen aus Abfall, Abfallbewirtschaftung und Abwasser (ohne KVA) sind 2050 gegenüber 1990 um mindestens 52 % reduziert.



## Sektorziele Abfall, Abfallbewirtschaftung und Abwasser 2050

Die direkten Emissionen aus der Abfallverbrennung (KVA) sind durch eine flächendeckende Anwendung von Technologien zur Abscheidung und Einlagerung von CO<sub>2</sub> vollständig vermieden, negative Emissionen aus dem biogenen Anteil werden bereitgestellt.

Relevante Dekarbonisierungspotenziale bestehen insbesondere bei der KVA Weinfelden, bei welcher der geplante Ersatzneubau auf die neuen Technologien zur Abscheidung und Einlagerung von CO<sub>2</sub> (Carbon Capture and Utilisation (CCU) bzw. Carbon Capture and Storage (CCS)) vorbereitet wird. Ob der Einsatz von CCU/CCS schon ab 2040 möglich ist, hängt von technischen, logistischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ab und könnte um +/- 10 Jahre variieren. Das Potenzial dieser Technik soll in einer Pilotanlage an der KVA Linth erstmals in der Schweiz erprobt werden.

Im Bereich Abwasser und biologische Verarbeitung sind die Dekarbonisierungspotenziale gering, die Möglichkeiten beschränken sich im Wesentlichen auf technische Massnahmen. Dennoch kann der Kanton Thurgau im Bereich Abfall einen Beitrag leisten. Die Abfallproduktion hängt stark mit dem Konsum zusammen, ein grosser Teil der Emissionen durch den Konsum fällt ausserhalb des Kantons/im Ausland an (Produktion, Transport, etc.). Durch das Vermeiden von Abfällen können die indirekten Emissionen des Konsums (siehe Kapitel 6.4.1) reduziert werden.

### 6.3.7.3. Bestehende Aktivitäten zum Klimaschutz

Verschiedene bestehende Aktivitäten und Massnahmen des Kantons Thurgau in Bereich Abfall/Abfallbewirtschaftung tragen bereits zum Klimaschutz bei. Kanton und der Verband KVA Thurgau arbeiten eng zusammen. Relevant sind insbesondere die folgenden Instrumente und Massnahmen:

- **Wärme und Stromproduktion der KVA Weinfelden:** Die bestehende KVA weist aufgrund der bestehenden Wärmenutzung durch einen Industriebetrieb sowie die Verstromung eine Energienettoeffizienz von 0.7 auf. Jährlich werden rund 224 GWh Energie abgegeben.
- **Metallrückgewinnung aus Kehrriechtschlacke und Filterasche:** Die Rückgewinnung von Eisen und Nichteisenmetallen schont natürliche Ressourcen. Pro Tonne Kehrriechtschlacke können rund 0.5 t CO<sub>2</sub> eingespart werden.
- **Ersatzanlage der KVA Weinfelden:** Im Dezember 2020 hat der Regierungsrat die Planung für eine Ersatzanlage und die Vision eines "Energiehubs" für den Ausbau der regionalen Versorgung mit CO<sub>2</sub>-neutraler Energie zur Kenntnis genommen. In den kommenden 10 bis 15 Jahren wird die Anlage altershalber ersetzt. Mit dem Neubau soll ein essentieller Beitrag zur Energiewende und zur Deckung des wachsenden Bedarfs an CO<sub>2</sub>-neutraler Energie in der Region geleistet werden. Die Kapazitäten werden neu auf 224'000 t pro Jahr ausgebaut (Thurgau 2020b). Die für 2030 geplante Ersatzanlage wird "CCS-ready" ausgeführt. Das heisst, eine mögliche Nachrüstung mit allen erforderlichen Komponenten zur Abscheidung von CO<sub>2</sub> wird von

Anfang an berücksichtigt, insbesondere auch in der Auslegung der Bahnlogistik zum Abtransport des verflüssigten CO<sub>2</sub>.

- **Kompostier- und Vergärungsanlagen:** Gemäss Thurgauer Biomassekonzept soll die Biomasse gemäss dem Kaskadenprinzip "Teller-Trog-Tank" genutzt werden. Die energetische Nutzung der Biomasse soll zu einem möglichst grossen Ersatz von nicht-erneuerbaren Energieträgern führen. Die Anzahl der Biomasseanlagen ist in den letzten Jahren gestiegen. Mithilfe eines Gemeindecheckups analysiert der Kanton mit den Gemeinden zusammen, wie die Grüngutsammlung optimiert werden kann. Die Gemeinden sehen, wie sie im Vergleich zu anderen Gemeinden stehen und was künftig bei den gesammelten Mengen und Kosten verbessert werden könnte.
- **Abwasserreinigung:** Das in der Schlammbehandlung anfallende Klärgas wird grossmehrheitlich zur Strom- und Wärmeproduktion genutzt. Die Energienutzung erfolgt meist über Blockheizkraftwerke (BHKW). Wenige speisen das Klärgas ins Netz ein. Alle ARAs verfügen über einen zweiten Versorgungsweg. Mindestens eine ARA hat am Förderprogramm zur Abdeckung und Nutzung von Klik/Southpole mitgemacht.
- **Energiegewinnung durch ARAs:** Im Kanton Thurgau wird auf vielen ARAs Solarstrom produziert. Münsterlingen und Romanshorn haben faltbare Solardächer über den Biologie- bzw. Regenbecken. Das Potenzial für Solarenergie auf ARAs wurde in einer Studie durch die Abteilung Energie abgeschätzt. Bei einigen ARAs (u.a. Frauenfeld, Bischofszell, Romanshorn) wird die Abwasserwärme genutzt.
- **Abfallvermeidung:** Der Kanton und andere Akteure engagieren sich gemeinsam aktiv bei verschiedenen Initiativen zum Thema Abfallvermeidung. Beispiele dafür sind der Abfallunterricht an Schulen (unterstützt durch die beiden Kehrrechtverbrennungsverbände), das Kooperationsprojekt Reparaturführer das einen Beitrag zur Ressourcenschonung leistet oder die Kampagne des PUSCH *Save Food, Fight Waste*, an der der Kanton Thurgau beteiligt ist. Im Bereich des *geordneten Rückbaus im Bau* wird im Rahmen eines Projekts analysiert, wie sich das Gebäudedesign auf den künftigen Rückbau und das Abfallvolumen auswirkt.
- **Entsorgungskonzept:** Der Abfall aus dem Strassenbau wird als Sonderabfall bezeichnet, die von den übrigen Abfällen zu trennen sind. Das Konzept haben das TBA und AfU zusammen entwickelt.

Die nachfolgend beschriebenen Handlungsfelder und Stossrichtungen bauen auf den bestehenden Aktivitäten auf.

### 6.3.7.4. Handlungsfelder und Stossrichtungen

Tabelle 25: Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Abfall, Abfallbewirtschaftung und Abwasser".

<b>Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Abfall, Abfallbewirtschaftung und Abwasser"</b>
<b>Handlungsfeld: Vermeidung von Abfall in der Produktion und im Konsum</b>
<p>Die Reduktion und Vermeidung von Abfällen sowie das Schliessen von Stoffkreisläufen (Kreislaufwirtschaft) in Produktion, Verteilung und Transport von Gütern des täglichen Bedarfes sowie den vermehrten Einsatz von biogenen und z.B. kompostierbaren Materialien bieten ein beträchtliches Potenzial zur Verminderung von THG-Emissionen. Neuartige Verpackungslösungen können beispielsweise den Verbrauch von Plastik stark verringern. Mit der Einführung der Abfallverordnung des Bundes (VVEA) 2016 ist dieses Thema stärker in den Fokus gerückt. Der Bund erarbeitet dazu ein Konzept. Der Spielraum des Kantons ist begrenzt, er kann aber auf die Vermeidung von Abfall in der Produktion von Gütern Einfluss nehmen, indem er die Information, Kommunikation und Beratung für Unternehmen ausbaut sowie Aktivitäten koordiniert und unterstützt.</p> <p><b>Stossrichtungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Zusammenarbeit mit Gewerbe und Industrie für Ressourceneffizienz in der Produktion:</i> Der Kanton kann Angebote für Unternehmen für mehr Ressourceneffizienz entwickeln und vor allem informatorisch tätig werden. Bisher ist der Kanton in diesem Bereich nicht tätig. Ein solcher Ansatz müsste neu etabliert werden. Neben den Unternehmen könnten auch Entsorger beraten werden.</li><li>- <i>Nutzen statt besitzen:</i> Der gemeinschaftliche Konsum mit Teilen und leihen kann den Ressourcenverbrauch jedes Einzelnen reduzieren. Der Kanton kann im Bereich der Informationen und Sensibilisierung zu ressourcenschonenden Geschäftsmodellen tätig werden, damit u.a. soziale Institutionen in diesem Bereich stärker aktiv werden.</li><li>- <i>Reparieren statt wegwerfen:</i> Für ein nachhaltigeres Konsumverhalten kann der Kanton des Weiteren einen Beitrag leisten, indem er bestehende Sensibilisierungsaktivitäten (u.a. Reparaturführer) in diesem Bereich ausbaut, damit mehr Servicedienstleistungen von Produkten und die Entwicklung langlebiger Produkte angeboten werden.</li><li>- <i>Geordneter Rückbau moderner Gebäude:</i> Im Bau ist derzeit nicht gewährleistet, dass ein geordneter Rückbau moderner Verbund-Baustoffe stattfinden kann. Der Kanton beteiligt sich deshalb an einem überkantonalen Projekt zur Auswirkung des Gebäudedesigns auf den künftigen Rückbau. Es soll geprüft werden, inwiefern der Kanton dazu beitragen kann, dass sich der Rückbau emissionsarmer gestaltet (u.a. über Anreize/Anforderungen an die Konstruktion der Gebäude bzw. für die Verwendung emissionsarmer Materialien). Dies erfordert auch einen entsprechenden Kompetenzaufbau sowohl bei den kantonalen Behörden als auch bei Fachleuten aus Planung und Bau.</li></ul>
<b>Handlungsfeld: Optimierung der Verwertung und Entsorgung</b>
<p>Die Entsorgung und Verwertung von fossilen und biogenen Abfällen durch Verbrennung oder Vergärung führen zu THG-Emissionen wie CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> oder N<sub>2</sub>O. Durch das Setzen von</p>

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Abfall, Abfallbewirtschaftung und Abwasser"

optimalen Rahmenbedingungen, z.B. in der kantonalen Abfallplanung, kann der Kanton Einfluss darauf nehmen, wie Verwertung und Entsorgung von fossilen und biogenen Abfällen gehandhabt werden und so einen Beitrag an die Reduktion der THG-Emissionen leisten.

### Stossrichtungen:

- *Kehrichtverbrennungsanlage erneuern:* Relevante CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen aus dem fossilen Anteil des Abfalls. Der Bund hat mit dem Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen (VBSA) eine Branchenvereinbarung abgeschlossen mit dem Ziel, die fossilen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Abfallverbrennung zu reduzieren. Die KVA sind aufgrund dieser Branchenvereinbarung von der Teilnahme am Emissionshandelssystem befreit. Der Kanton hat Koordinations- und Aufsichtsfunktion und ist für die kantonale Abfallplanung verantwortlich und er kann dem KVA-Betreiber Energieeffizienzziele vorgeben. Die heutige KVA Weinfelden wird komplett erneuert und die Energieeffizienz wird auf mindestens 0.8 verbessert (0.8 ist künftig die Mindestanforderung von der Abfallverordnung VVEA); sie wird zu einer der technisch besten Anlagen in der Schweiz. Die Möglichkeit auf die Nachrüstung von CCU/CCS wird vorbereitet. Bei der Recyclingquote prüft der Kanton die Zielvorgaben zu verschärfen. Des Weiteren könnte künftig ein Klimaverträglichkeitsbericht von der KVA verlangt werden.
- *Separatsammlung und Recycling von Kunststoffen:* Das bestehende Angebot des Kuh-Bags soll weiter ausgebaut und die Recyclingquote erhöht werden. Zur Vermeidung von Fehleinwürfen sind Informationskampagnen notwendig. Die Qualität der Sortierung muss weiter gesteigert werden. Eine verpflichtende Separatsammlung für Kunststoffe, die das heutige freiwillige System ablöst, bedarf der Anpassung von Art. 13 Abs. 1 VVEA und liegt damit ausserhalb des direkten Kompetenzbereichs des Kantons. Weiteres Potenzial besteht beim Recycling von Kunststofffenstern sowie bei Kunststoffen, die in Gewerbe und Landwirtschaft eingesetzt werden. So kann ein Recycling-Angebot für Landwirtschaftsfolien angeboten werden, wofür es die Qualität des resultierenden verwerteten Kunststoffes zu prüfen gilt. Mit den Entsorgern zusammen sollten entsprechende Recyclingmöglichkeiten geprüft werden.
- *Carbon Capture and Storage Potenzial ausschöpfen:* Nicht vermeidbare Emissionen sollen mittels Negativemissionstechnologien, mit denen CO<sub>2</sub> der Atmosphäre entzogen und in unterirdischen Lagerstätten gespeichert wird, ausgeglichen werden. Neben Abfallentsorgung, Rohstoffrecycling und Generierung von Fernwärme und Elektrizität können KVAs mit CO<sub>2</sub>-Abscheidung als wesentliche Negativemissionsanlagen dazu beitragen, die CO<sub>2</sub>-Emissionen auf Netto-Null zu bringen. Dieses Potenzial soll in der neuen KVA Weinfelden genutzt werden, sofern die technische und wirtschaftliche Machbarkeit gegeben ist. Bund und Kanton müssen zur Regelung des Finanzierungssystems und der Vertragsgestaltung mit anderen europäischen Ländern, betreffend Transport, Lagerung und CO<sub>2</sub>-Abscheidung verstärkt zusammenarbeiten.
- *Reduktion der Lachgasemissionen bei der Klärschlammverbrennung:* Bei der Klärschlammverbrennung entsteht aus dem enthaltenen Stickstoff u.a. N<sub>2</sub>O. Dieses wird im Nachbrenner nur ungenügend abgebaut und kann auch bei der Rauchgaswäsche nicht eliminiert werden. N<sub>2</sub>O-Emissionen lassen sich beispielsweise durch eine Temperaturerhöhung in der Nachbrennkammer bei sonst gleichbleibenden Betriebsbedingungen mar-

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Abfall, Abfallbewirtschaftung und Abwasser"

kant reduzieren (AQUA & GAS 2019). Dies empfiehlt sich u.a. für die Klärschlammverbrennung zu prüfen, damit N<sub>2</sub>O-Emissionen reduziert werden können.

- *Biogene Abfälle vergären:* Biogene Abfälle sollen bei der Verwertung, anstatt der Kompostierung, der Vergärung zugeführt werden. Bei der Kompostierung entstehen neben nützlichen Stoffen wie beispielsweise wasserlösliche Mineralstoffe (Nitrat, Ammoniumsalze, Phosphate etc.) auch das klimawirksame CO<sub>2</sub>, welches in der Regel ungefiltert und ungenutzt in die Atmosphäre strömt. Gemäss Biomassenkonzept soll die Verwertung der Biomasse vermehrt in die Umwandlung in erneuerbare Energie (via Vergärung) fliessen.

### Handlungsfeld: Technische Optimierung Abwasserreinigung

N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> und CO<sub>2</sub> sind die bedeutendsten THGs, die durch die Abwasserreinigung emittiert werden. N<sub>2</sub>O kann primär bei der biologischen Reinigung, im Nachklärbecken sowie bei der Verbrennung des Klärschlammes (erfolgt nicht auf der ARA) emittiert werden, während beim Zulauf, dem Faulraum und Schlammstapel vor allem CH<sub>4</sub> emittiert wird (s. HF Optimierung der Verwertung und Entsorgung). Zudem erfolgen indirekte CO<sub>2</sub>-Emissionen durch den Stromverbrauch der mechanischen Vorreinigung und der biologischen Reinigungsstufe.

#### Stossrichtungen:

- *Abdeckung offener Stapelbehälter in der Schlammbehandlung:* Die Faultürme sind bei allen Anlagen gedeckt. Das anfallende Klärgas wird genutzt (Einspeisung ins Netz/Stromerzeugung BHKW). Künftig kann verlangt werden, auch die Schlammstapel abzudecken (Analogie Massnahmenplan Ammoniak). Dies bedarf u. U. einer Gesetzesanpassung.
- *Erhöhung der Stromproduktion der ARAs:* ARAs bieten vor allem wegen der zur Verfügung stehenden Flächen ein gewisses Potenzial zur Energieerzeugung. Die Abteilung Energie hat dazu 18 Thurgauer ARA auf ihr Potenzial untersucht. Über die Hälfte der ARAs würde sich gemäss Hersteller für die Installation von Faltdachanlagen eignen. Bei zwei Anlagen befinden sich solche Anlagen bereits in Betrieb. Das Potenzial dieser Technik soll bei allen geeigneten Anlagen genutzt werden.
- *Ausbau der Wärmenutzung des gereinigten Abwassers:* Bei einigen ARAs wie z.B. in Frauenfeld wird die Energie des Abwassers mit einem Kaltwärmenetz genutzt. Das Problem für einen weiteren Ausbau besteht u.a. darin, dass ARAs meist dezentral angelegt sind und es somit aufwendig ist, die Energie zum Verbraucher zu befördern. Das Potenzial zur Wärmenutzung des Abwassers und einen möglichen Ausbau eines Wärmenetzes ist zu prüfen.

### 6.3.7.5. Querschnittsbezüge

Zwischen dem Sektor Abfall, Abfallbewirtschaftung und Abwasser und anderen Sektoren im Klimaschutz bestehen verschiedene Schnittstellen und Bezüge. Diesen Schnittstellen soll im Rahmen der sektorübergreifenden Zusammenarbeit Rechnung getragen werden. Zentral für den Sektor Abfall, Abfallbewirtschaftung und Abwasser sind folgende Schnittstellen (Tabelle 26):

Tabelle 26: Schnittstellen zwischen dem Sektor "Abfall, Abfallbewirtschaftung und Abwasser" und anderen Sektoren

<b>Schnittstellen des Sektors "Abfall, Abfallbewirtschaftung und Abwasser" zu den Sektoren...</b>
<b>Energieproduktion/-versorgung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausbau eines Kaltwärmenetzes zur Nutzung von Wärme aus Abwasser</li> <li>- Erhöhung der erneuerbaren Stromproduktion von ARAs</li> </ul>
<b>Gebäude</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verwendung von THG-armen (Recycling-) Baumaterialien</li> </ul>
<b>Landwirtschaft und Ernährung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lebensmittelverschwendung (Foodwaste) vermeiden</li> <li>- Abdeckung von Güllelagern zur Reduktion von N<sub>2</sub>O-Emissionen und Nutzung der entstehenden Gase als erneuerbare Energiequellen (Biomasse, Biogas)</li> </ul>
<b>Konsum/Kreislaufwirtschaft</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schonende Ressourcennutzung und Vermeidung von Abfällen aus dem Konsum von Gütern durch Förderung eines gemeinschaftlichen Konsums</li> <li>- Sensibilisierung der Bevölkerung zu nachhaltigem Konsum</li> <li>- Pilotprojekte, Innovationsförderung zur Kreislaufwirtschaft</li> </ul>

#### 6.4. Sektoren und Handlungsfelder im Klimaschutz: Indirekte Emissionen

Wie in Kapitel 4.2 geschildert, verursacht der Konsum von importierten Gütern im Vergleich zu den Emissionen innerhalb der Kantonsgrenzen deutlich mehr Emissionen. Auch wenn diese indirekten Emissionen nicht Teil des quantitativen Netto-Null-Ziels des Kantons Thurgau sind, sondern darin nur die territorialen, direkten Emissionen berücksichtigt sind, ist die Berücksichtigung indirekter Emissionen als Beitrag zum globalen Klimaziel von zentraler Bedeutung.

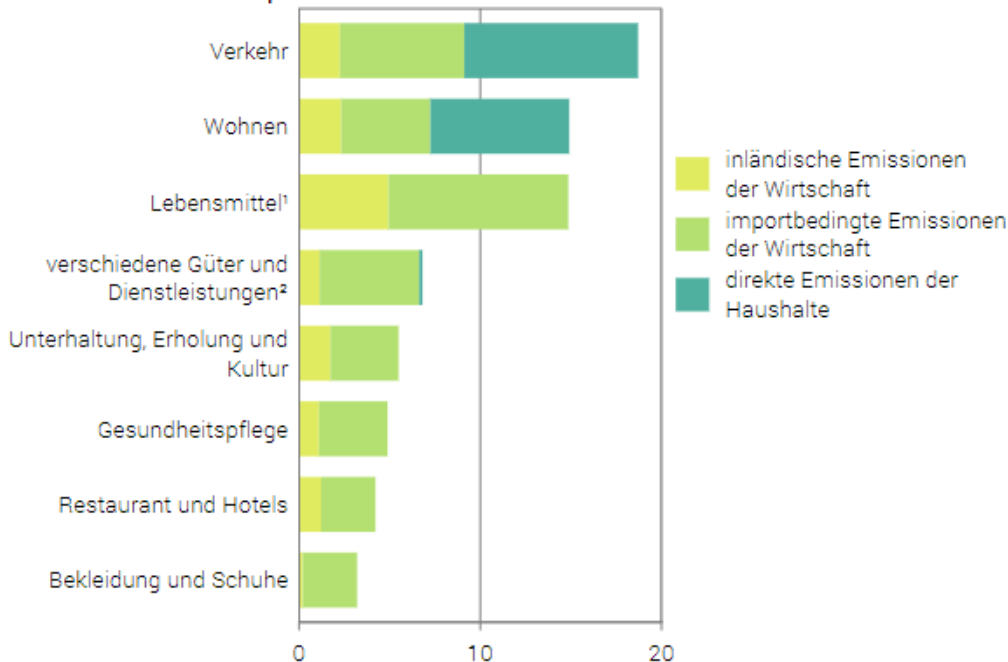
##### 6.4.1. Konsum/Kreislaufwirtschaft

###### 6.4.1.1. Quellen der Treibhausgasemissionen

Die konsumbedingten, importbedingten Emissionen machen einen relevanten Anteil des THG-Fussabdrucks, d.h. der THG-Emissionen, die durch die Endnachfrage verursacht werden, aus (siehe Kapitel 4.2). Bei den Haushalten als wichtigste Endnachfrager

fallen auf Seiten der importbedingten Emissionen die Lebensmittel, der Verkehr und das Wohnen am stärksten ins Gewicht (Abbildung 16).

Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente



<sup>1</sup> Nahrungsmittel, alkoholfreie und alkoholische Getränke, Tabakwaren  
<sup>2</sup> Möbel, Haushaltsgeräte, Nachrichtenübermittlung, Unterrichtswesen u. a.

© BFS 2021

Abbildung 16: Treibhausgas-Fussabdruck der Haushalte nach Ausgabenposten 2019. Quelle: BFS - Umweltgesamtrechnung.

Für diese drei grossen Konsumbereiche Ernährung, Wohnen und Mobilität werden Handlungsfelder und Stossrichtungen in den Sektoren Landwirtschaft und Ernährung (Kapitel 6.3.5) Gebäude (Kapitel 6.3.2) sowie Verkehr und Raum (Kapitel 6.3.4) formuliert. Die Handlungsfelder und Stossrichtungen im vorliegenden Kapitel haben sektorübergreifenden Charakter und betreffen die Endnachfrage generell.

Nebst den Haushalten, deren Endnachfrage die meisten indirekten THG-Emissionen verursacht, tritt auch der öffentliche Sektor als Endnachfrager bzw. Beschaffer von Gütern und Dienstleistungen auf. Die öffentliche Beschaffung wird unter den Querschnittsfeldern thematisiert (s. Kapitel 8.2).

### 6.4.1.2. Sektorziele

Der Kanton Thurgau setzt sich im Sektor "Konsum/Kreislaufwirtschaft" bis ins Jahr 2050 die folgenden Sektorziele:

Tabelle 27: Sektorziele "Konsum/Kreislaufwirtschaft"

Sektorziele Konsum/Kreislaufwirtschaft 2050
Die indirekten Treibhausgasemissionen sind so weit möglich reduziert.
Ressourcenschonende und klimafreundliche Konsummuster sind flächendeckend verbreitet.

### 6.4.1.3. Bestehende Aktivitäten zum Klimaschutz

Verschiedene bestehende Aktivitäten und Massnahmen des Kantons Thurgau im Bereich Konsum/Kreislaufwirtschaft tragen bereits zum Klimaschutz bei. Themen, welche die grossen Konsumbereiche betreffen, sind wie erwähnt in den jeweiligen Sektorkapiteln angesprochen. U.a. sind Massnahmen erwähnt, welche die Lebenszeit von Produkten verlängern, Abfälle vermeiden oder Material recycelt wird und somit die Herstellung von weiteren Produkten reduziert wird. Ergänzende bestehende Massnahmen im Bereich Konsum haben die Kantinen/Verpflegungsbetriebe des Kantons ergriffen (siehe dazu Kapitel 6.3.5.3).

### 6.4.1.4. Handlungsfelder und Stossrichtungen

Tabelle 28: Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Konsum/Kreislaufwirtschaft".

<b>Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Konsum/Kreislaufwirtschaft"</b>
<b>Handlungsfeld: Ressourceneffizienz im Konsum</b>
<p>Eine schonende Ressourcennutzung sowie die Reduktion und Vermeidung von Abfällen aus dem Konsum von Gütern des täglichen Bedarfs bietet ein grosses Potenzial zur Verminderung von THG-Emissionen. Indem Güter länger verwendet, weitergegeben oder repariert werden, entstehen einerseits weniger THG-Emissionen durch die Produktion. Andererseits werden die Abfallmengen und die dort anfallenden Emissionen reduziert.</p> <p>Der Kanton kann auf einen effizienteren und schonenderen Umgang mit Ressourcen Einfluss nehmen, indem er die Information und Kommunikation der Bevölkerung und Wirtschaft zum nachhaltigen Konsum sowie zum sparsamen Ressourceneinsatz ausbaut, Aktivitäten koordiniert und unterstützt sowie seine Vorbildfunktion mit der Aufnahme und Umsetzung von Nachhaltigkeitskriterien in der eigenen Beschaffung wahrnimmt.</p> <p><b>Stossrichtungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Sensibilisierung Bevölkerung zum nachhaltigen Konsum und schonenden Umgang mit Ressourcen:</i> Der Kanton kann die Bevölkerung über Verhaltensweisen, die zu einem nachhaltigen Konsum und schonenden Umgang mit Ressourcen beitragen, informieren (u.a. Information zu Auswirkungen der Produktwahl, Klimawirkungen der Produkte über die gesamte Wertschöpfungskette etc.). Es können z.B. Informationsmaterialien und entsprechende Umsetzungstipps entwickelt und verbreitet werden. In Schulen könnten vermehrt Projekte, die ein nachhaltiges Konsumverhalten und einen schonenden Ressourcenumgang fördern, unterstützt und in die breite Bevölkerung (z.B. in Freizeitvereinen) hinausgetragen werden.</li><li>- <i>Pilotprojekte, Innovationsförderung zur Kreislaufwirtschaft:</i> In einer Kreislaufwirtschaft werden Produkte, Komponenten und Materialien effizient und so lange wie möglich genutzt und die Material- und Produktkreisläufe geschlossen. Rohstoffe können so immer wieder von Neuem verwendet werden. Innovationen im Bereich der Kreislaufwirtschaft haben grosses Potenzial, THG-Emissionen zu verringern. Der Kanton kann Pilotprojekte und Initiativen von Unternehmen, Schulen und Privaten mit finanziellen Beiträgen, Informationen, Schaffung entsprechender Rahmenbedingungen etc. unterstützen.</li></ul>



### 6.4.1.5. Querschnittsbezüge

Zwischen dem Sektor "Konsum/Kreislaufwirtschaft" und anderen Sektoren im Klimaschutz bestehen verschiedene Schnittstellen und Bezüge. Diesen Schnittstellen soll im Rahmen der sektorübergreifenden Zusammenarbeit Rechnung getragen werden. Zentral für den Sektor "Konsum/Kreislaufwirtschaft" sind folgende Schnittstellen (Tabelle 29):

Tabelle 29: Schnittstellen zwischen dem Sektor "Konsum/Kreislaufwirtschaft" und anderen Sektoren.

<b>Schnittstellen des Sektors "Konsum/Kreislaufwirtschaft" zu den Sektoren...</b>
<b>Energieproduktion/-versorgung</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Reduktion des Energiebedarfs</li><li>- Zunahme des Energiebezugs aus erneuerbaren Energiequellen</li></ul>
<b>Gebäude</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Nachhaltige, klimaschonende Planung von Bauten und Beschaffung von THG-armen Baumaterialien</li><li>- Energetische Erneuerung und Sanierung des eigenen Gebäudeparks</li></ul>
<b>Verkehr und Raum</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Beschaffung von Fahrzeugen</li><li>- Mobilitätsmanagement in der öffentlichen Verwaltung</li></ul>
<b>Landwirtschaft und Ernährung</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Vermeidung von Lebensmittelverlusten</li><li>- Weiterverwendung und -verwertung von Lebensmitteln</li><li>- Klimafreundliche Verpflegungseinrichtungen fördern</li></ul>
<b>Abfall, Abfallbewirtschaftung</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Schonende Ressourcennutzung und Vermeidung von Abfällen aus dem Konsum von Gütern durch Förderung eines gemeinschaftlichen und nachhaltigen Konsums</li><li>- Sensibilisierung der Bevölkerung zu nachhaltigem Konsum</li><li>- Pilotprojekte, Innovationsförderung zur Kreislaufwirtschaft</li><li>- Förderung von Projekten und Geschäftsmodellen zur Verlängerung der Produktelebensdauer</li></ul>
<b>Finanzflüsse</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Unterstützung von Pilotprojekten zum Klimaschutz als Investorin, Eigentümerin</li><li>- Integration von Klima- und Nachhaltigkeitszielen in Leistungsvereinbarungen und Eigentümerstrategien und somit Wahrnehmung der Vorbildfunktion über die kantonale Verwaltung hinaus</li></ul>

## 6.4.2. Finanzflüsse

### 6.4.2.1. Treibhausgasrelevanz der Finanzflüsse

Die Aktivitäten der Finanzmarktakteure beeinflussen die Investitionen in der Realwirtschaft und damit die heutigen und künftigen THG-Emissionen, bspw. indem fossile Energieträger gefördert oder erneuerbare Energien ausgebaut werden.

Das von der Schweiz ratifizierte Pariser Klimaabkommen verlangt im Artikel 2c, dass die Finanzflüsse klimaverträglich ausgerichtet werden. Investitionen und Finanzierungen sollen mit dem international vereinbarten Klimaziel, die globale Erwärmung deutlich unter 2° C zu halten, übereinstimmen.

Mit einem Anteil von über 9 % am Bruttoinlandprodukt ist der Finanzsektor ein wichtiger Sektor für die Schweizer Volkswirtschaft. Er umfasst Versicherungen, Vorsorgeeinrichtungen und Stiftungen sowie Intermediäre wie Banken, Fondsleitungen und Wertpapierhäuser. Die verschiedenen Finanzmarktakteure sind untereinander, aber auch mit den realwirtschaftlichen Sektoren wie Gebäude, Industrie und Verkehr eng verflochten. Zurzeit sind international diverse Aktivitäten zur klimaverträglichen Ausrichtung der Finanzflüsse und zur Offenlegung von Klimarisiken in Gang. Relevant ist insbesondere die EU-Taxonomie, ein Klassifizierungssystem für nachhaltige Aktivitäten, welches es erlaubt, nachhaltige, klimafreundliche Investments zu erkennen. Die Schweiz als international verflochtener Finanzplatz wird von diesen Regulierungen anderer Ländergruppen ebenfalls beeinflusst.

### 6.4.2.2. Sektorziele

Der Kanton Thurgau setzt sich analog zu den Zielen der Bundesstrategie "Langfristige Klimastrategie der Schweiz" (Bundesrat 2021) für den Zeithorizont bis 2050 im Bereich Finanzflüsse folgendes Sektorziel:

Tabelle 30: Sektorziel "Finanzflüsse"

<b>Sektorziel Finanzflüsse 2050</b>
Finanzflüsse sind im Einklang mit einer emissionsarmen und gegenüber Klimaänderungen widerstandsfähigen Entwicklung.

Die grössten Handlungsmöglichkeiten im Bereich der Finanzflüsse hat der Kanton Thurgau bei den Institutionen, die dem Kanton allein oder mehrheitlich gehören oder die über einen relevanten Teil des Vermögens der kantonalen Angestellten verfügen können.

### 6.4.2.3. Bestehende Aktivitäten zum Klimaschutz

Die Thematik der klimakompatiblen Finanzflüsse ist relativ neu und wurde bisher von der kantonalen Verwaltung des Kantons Thurgau noch nicht aktiv aufgenommen. Bei

kantonalen Kapitalanlagen besteht ein enger Bezug zum Kanton Thurgau, bei der Mittelbewirtschaftung stehen Liquidität und Annuität im Vordergrund (Egger et al. 2019). Die Eigentümerstrategien des Kantons, ein zentraler Hebel, um auf die Institutionen im Eigentum des Kantons und deren Finanzflüsse Einfluss zu nehmen, formulieren zum Teil allgemeine Grundsätze zur Nachhaltigkeit, der Klimaschutz wird meist nicht explizit erwähnt (Ausnahme EKT). Innerhalb dieser Institutionen ist Klimaschutz allerdings zumindest teilweise ein Thema:

- **Thurgauer Kantonalbank (nachfolgend TKB): Systematische Integration der Nachhaltigkeit in das Geschäftsmodell:** Nachhaltigkeit gehört seit vielen Jahren zum unternehmerischen Denken und Handeln der TKB. Seit 2013 hat die Bank dafür eine Nachhaltigkeitsstrategie, die laufend überprüft und weiterentwickelt wird. Die Bank hat ein umfassendes Nachhaltigkeitsverständnis, das die ökologischen, ökonomischen und sozialen Themen ebenso berücksichtigt wie die drei Dimensionen des ESG-Prinzips (Umwelt, Soziales, Unternehmensführung). Die Nachhaltigkeitsstrategie der TKB orientiert sich zudem an den Zielen der Vereinten Nationen (UNO) für eine nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals, SDG), am Pariser Klimaabkommen und im betriebsökologischen Bereich am Konzept der 2000-Watt-Gesellschaft. Die Bank hat eine bankinterne Fachstelle für Nachhaltigkeit geschaffen sowie einen Fachrat mit externen Experten ins Leben gerufen (TKB 2021).
- **TKB:** Die TKB strebt eine betriebsökologische Klimaneutralität bis 2025 an und verringert kontinuierlich die THG-Emissionen und den Energieverbrauch aus erneuerbaren Quellen. Die verbleibenden THG-Emissionen werden kompensiert.
- **Pensionskasse Thurgau: Nachhaltige Finanzanlagen:** Im Bereich der Finanzanlagen beträgt der nachhaltige Anteil am Gesamtvermögen rund einen Drittel, was 2020 rund 1.7 Mrd. CHF entsprach. Die direkt gehaltenen Immobilien (entsprechen ca. 14 % des Vermögens) waren 2020 zu 16 % gemäss Minergie- oder Minergie-P gebaut, bei der Sanierung bestehender Bauten wird der Ölheizungsersatz vorangetrieben (Egger et al. 2019).

Die nachfolgend beschriebenen Handlungsfelder und Stossrichtungen bauen auf den bestehenden Instrumenten und Aktivitäten des Kantons Thurgau auf.

#### 6.4.2.4. Handlungsfelder und Stossrichtungen

*Tabelle 31: Handlungsfelder und Stossrichtungen im Bereich "Finanzflüsse".*

<b>Handlungsfelder und Stossrichtungen im Bereich "Finanzflüsse"</b>
<b>Handlungsfeld: Klimaverträgliche Ausrichtung der Finanzflüsse</b>
Jede finanzielle Investition hat eine Wirkung auf Umwelt und Gesellschaft. Daten zur Klimakompatibilität der Investitionen und Kredite sind zwar sowohl schweizweit als auch kantonale nicht oder nur unzureichend vorhanden (INFRAS 2020). Generell lässt sich allerdings festhalten, dass das heutige Investitionsverhalten nicht mit dem international vereinbarten Klimaziel kompatibel ist.

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Bereich "Finanzflüsse"

Finanzmarktakteure investieren nach wie vor in Unternehmen, die CO<sub>2</sub>-intensive Technologien einsetzen. Die Investitionen in CO<sub>2</sub>-arme Alternativen wie erneuerbare Energien oder Fahrzeuge mit alternativen Antrieben sind noch zu wenig hoch. Institutionelle Investoren haben ihre Vermögen zu grossen Teilen im Schweizer Immobilienmarkt angelegt. Je nach Nutzung sind zwischen 10 und 20 % aller vermieteten Liegenschaften im Besitze von institutionellen Investoren wie Pensionskassen, Versicherungen und Anlagestiftungen (Spuler et al. 2020).

Der Kanton Thurgau kann insbesondere das eigene Investitionsverhalten anpassen, indem er als Investor bzw. als Eigentümer auf Investitionsentscheide Einfluss nimmt.

### Stossrichtungen:

- *Klimafreundliche Institutionen im Allein- oder Mehrheitseigentum des Kantons:* Institutionen im Allein- oder Mehrheitseigentum des Kantons (u.a. Kantonbank, EKT Holding, thurmed AG) verfügen über die Gesetzgebung über eine institutionalisierte Leistungsvorgabe. Der Kanton kann über diese Leistungsvereinbarungen bzw. im Rahmen der Eigentümerstrategien ambitionierte Klimaziele verankern und dazu beitragen, dass die Vorbildfunktion der öffentlichen Hand über die kantonale Verwaltung hinausgeht. Diese können je nach Institution unterschiedliche Aspekte umfassen (z.B. genereller Nachhaltigkeitsauftrag, Anlagestrategie etc.).
- *Klimafreundliche Anlagestrategie Pensionskasse Thurgau:* Die Pensionskasse Thurgau ist eine selbständige, öffentlich-rechtliche Anstalt des Kantons Thurgau und hat knapp 12'500 aktiv Versicherte und verfügt über ein Anlagevermögen von 4.3 Mrd. CHF. Ca. 1/3 der Versicherten sind Kantonsangestellte. Durch die bewusste Vermögensallokation in klimafreundliche Technologien und Aktivitäten hat die 2. Säule das Potenzial, Märkte und Wirtschaftssysteme klimafreundlich und zukunftsfähig zu gestalten. Über die Arbeitgebervertretung des Kantons in der Pensionskassenkommission (3 von 12 Personen) sowie im Anlageausschuss kann sich der Kanton für eine klimafreundliche Anlagestrategie einsetzen, welche mit dem Pariser Klimaabkommen kompatibel ist. Konkret kann die Pensionskasse ihre Klimarisiken mittels folgender Massnahmen reduzieren: Dialog mit CO<sub>2</sub>-intensiven Unternehmen, um ihre Intensität zu reduzieren oder ihre Energieeffizienz zu steigern; Reduktion der Anzahl Unternehmen im Anlageportfolio mit hoher CO<sub>2</sub>-Intensität; weitere Dekarbonisierung des Immobilienportfolios; erhöhte Investitionen in erneuerbare Energien und CO<sub>2</sub>-reduzierte Alternativen.
- *Umfassendes Management der Klimarisiken der (als Teil der ESG-Risiken) der TKB:* Der Retailbanken-Sektor hat einen wichtigen Einfluss auf eine klimaverträgliche Ausrichtung der Finanzflüsse. Dies betrifft alle Geschäftsbereiche von Retailbanken: Sparen, Zahlen, Vorsorgen, Anlegen und Finanzieren (Kredite, Hypotheken).  
Als Eigentümer der TKB kann der Kanton über die Eigentümerstrategie, darauf hinwirken, dass die TKB ihre Klimarisiken umfassend managt und weiter reduziert. Die TKB hat in ihrer Nachhaltigkeitsstrategie 2021 bis 2025 verschiedene Bestrebungen hinsichtlich einer klimaverträglichen Ausrichtung der Finanzflüsse lanciert (s. [TKB 2021](#)).

## Handlungsfeld: Dekarbonisierung des Betriebs

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Bereich "Finanzflüsse"

Über ihr Finanzierungs- und Anlagegeschäft verfügen Finanzinstitutionen über zentrale Hebel zur Dekarbonisierung der Wirtschaft. Darüber hinaus können die Unternehmen auch im eigenen Betrieb die THG-Emissionen reduzieren und die betrieblichen Abläufe auf Netto-Null ausrichten, etwa durch ein umfassendes Umweltmanagementsystem. Relevante Emissionen fallen in Dienstleistungsbetrieben insbesondere in den Bereichen Gebäudeenergie, Geschäftsreisen und Mobilität der Mitarbeitenden sowie durch graue Emissionen der beschafften Güter an.

### Stossrichtungen:

- *Klimaneutraler Betrieb:* Analog zur kantonalen Verwaltung sollen auch die Institutionen im Allein- oder Mehrheitseigentum des Kantons auf betrieblicher Ebene zur Dekarbonisierung beitragen, namentlich im Bereich der Gebäudeenergie (s. Stossrichtung: Klimaneutrale Gebäude (Sektor Gebäude)), in der Mobilität (s. Stossrichtung: Fossilfreie Antriebe für die kantonale Fahrzeugflotte (Sektor Verkehr)) und in der Beschaffung (s. Stossrichtung: Mobilitätsmanagement öffentliche Verwaltung (Sektor Verkehr)). Die noch verbleibenden Emissionen sollen kompensiert werden. Dies kann im Rahmen eines umfassenden Umweltmanagementsystems erfolgen.

### 6.4.2.5. Querschnittsbezüge

Aufgrund des Querschnittscharakters der Finanzflüsse bestehen Schnittstellen und Bezüge zu allen Sektoren im Klimaschutz und in der Anpassung an den Klimawandel (Tabelle 35). Diesen Schnittstellen soll im Rahmen der sektorübergreifenden Zusammenarbeit Rechnung getragen werden.

Tabelle 32: Schnittstellen zwischen dem Sektor "Konsum/Kreislaufwirtschaft" und anderen Sektoren.

### Schnittstellen des Sektors "Finanzflüsse zu den Sektoren..."

#### Alle Sektoren im Klimaschutz

- Aktivitäten der Finanzmarktakteure beeinflussen alle Investitionen in der Realwirtschaft (Energieproduktion, Gebäude, Industrie, Verkehr, Landwirtschaft und Ernährung, Abfallbewirtschaftung, Konsum) und damit die heutigen und künftigen THG-Emissionen
- Sensibilisierung und Bildung aller Anspruchsgruppen für eine Transition hin zu einer Netto-Null-kompatiblen Gesellschaft und Wirtschaft zentral, damit Finanzmarktakteure Transition unterstützen können

#### Alle Sektoren in der Anpassung an den Klimawandel

- Aktivitäten der Finanzmarktakteure beeinflussen Investitionen in die Anpassung an den Klimawandel

## 6.5. Negativemissionstechnologien

Die im Kanton Thurgau emittierten THGs werden bis zum Zieljahr 2050 nicht vollumfänglich reduziert werden können. Insbesondere in der Landwirtschaft, bei industriellen Gasen, Abfall/Abwasser sowie den indirekten Emissionen sind verbleibende Emissionen (Sockelemissionen) zu erwarten. Im Hinblick auf ein Netto-Null-Ziel wird es deshalb mittelfristig notwendig sein, Technologien für negative Emissionen (NET) zu nutzen. Diese umfassen einerseits technische Senken (etwa das Abscheiden von CO<sub>2</sub> aus Abgasströmen und die Speicherung des Kohlenstoffs in geeigneten geologischen Schichten), andererseits biologische Senken (beispielsweise den permanenten Zuwachs des Kohlenstoffspeichers von Wäldern oder Mooren).

Studien zeigen jedoch, dass das Potenzial dieser Technologien derzeit bescheiden ist, insbesondere aufgrund der begrenzten inländischen Speicherpotenziale, der hohen Kosten, der möglichen Risiken und der ungewissen Akzeptanz in der Bevölkerung (Bundesrat 2021). Eine neuere Studie schätzt das Potenzial auf rund 0.5 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Kopf pro Jahr (INFRAS/Perspectives 2020). Der Aufbau technischer NET im industriellen Massstab dürfte Jahre bis Jahrzehnte in Anspruch nehmen. Deshalb ist es wichtig, diese Technologien schon heute anzugehen, entsprechende Vorbereitungen zu treffen und ggf. in Pilotprojekten zu erproben. So soll etwa die für 2030 geplante Ersatzanlage der KVA Weinfelden eine mögliche Nachrüstung mit Komponenten zur Abscheidung und den Abtransport von CO<sub>2</sub> von Anfang an berücksichtigen (siehe Kapitel 6.3.6). Aufgrund der beschränkten Potenziale sind NET deshalb nur als ergänzendes Element zur Emissionsminderung zu verstehen und sollten ausschliesslich für schwer vermeidbare Emissionen vorgesehen werden.

## **7. Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels**

### **7.1. Ziel der Anpassung an den Klimawandel**

Der Bund hat folgende übergeordnete Ziel der Anpassung an den Klimawandel formuliert (BAFU 2012):

- die Risiken, die sich durch die Auswirkungen des Klimawandels ergeben, zu minimieren
- die Chancen zu nutzen
- die Natur, Bevölkerung und Wirtschaft anpassungsfähiger gegen den Klimawandel und seine Folgen zu machen

Der Kanton Thurgau übernimmt diese Ziele als übergeordnete Ziele zur Anpassung an den Klimawandel. Sektorspezifische Ziele sind in den Kapiteln 7.3.1 bis 7.3.8 formuliert.

Der Umgang mit den Auswirkungen des Klimawandels basiert auf einem Risikoansatz. Ziel ist es, mit politischen Entscheidungen und Handlungen klimabedingte Risiken, die durch veränderte physische Prozesse entstehen, zu mindern und gleichzeitig die Exposition und Verwundbarkeit der Gesellschaft, Städte und Gemeinden, Infrastrukturen oder Ökosystemen zu reduzieren und ihre Anpassungsfähigkeit zu erhöhen.

Der Klimawandel birgt Risiken und Chancen für die Schweiz, die analysiert, beurteilt und die für den Thurgau zutreffenden entsprechend priorisiert werden. Auf der Grundlage dieser Risikobetrachtung werden Sektorziele und Handlungsschwerpunkte bei der Anpassung an den Klimawandel formuliert.

## 7.2. Sektorübergreifende Herausforderungen der Anpassung an den Klimawandel

Der Klimawandel wirkt sich in unterschiedlicher Weise auf den Kanton Thurgau und die verschiedenen Sektoren aus. Abbildung 17 schafft eine grobe Übersicht über relevante Risiken und Chancen im Kanton Thurgau. Die Relevanzmatrix basiert auf den vom Bund identifizierten übergeordneten Herausforderungen des Klimawandels (BAFU 2012, BAFU 2020) sowie den Einschätzungen der beteiligten Fachstellen.

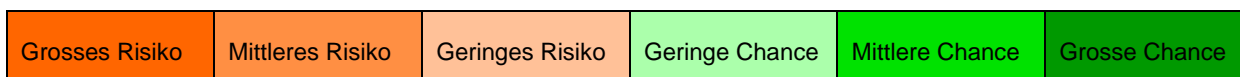
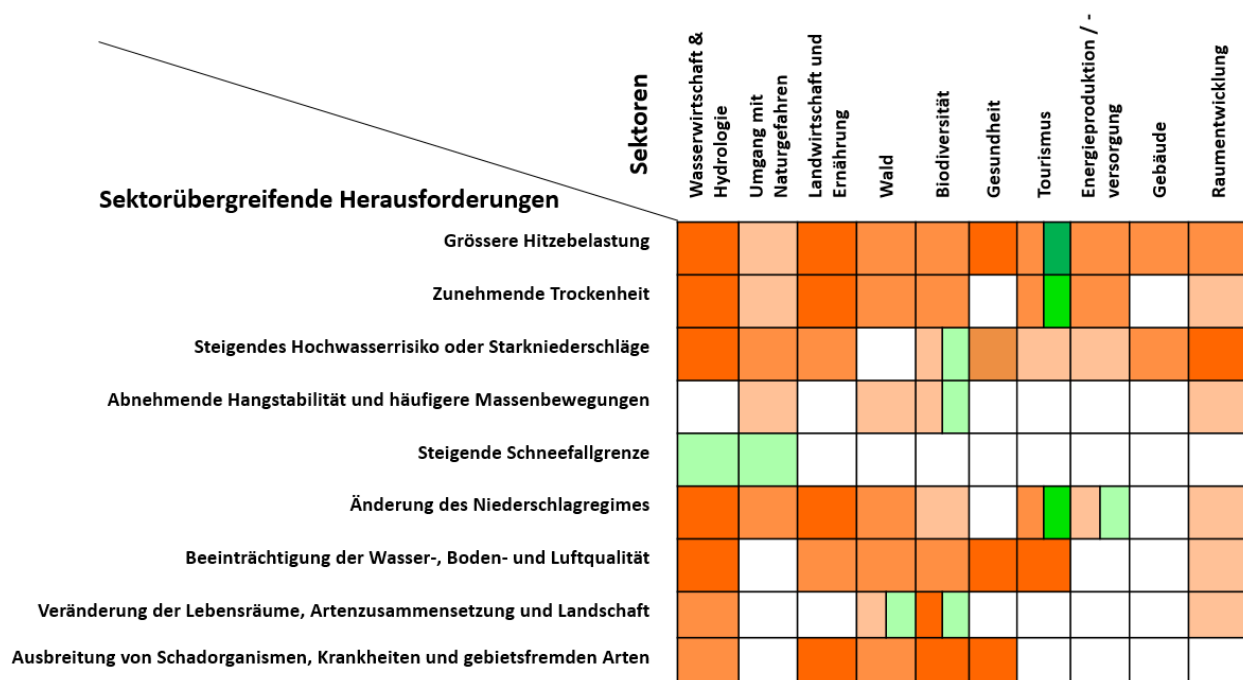


Abbildung 17: Relevanzmatrix der sektorübergreifenden, klimabedingten Herausforderungen und den Sektoren.

Die Relevanzmatrix zeigt, dass die Risiken die Chancen deutlich überwiegen und nur vereinzelt auch Chancen identifiziert wurden. Insbesondere die grössere Hitzebelastung, die zunehmende Trockenheit und das steigende Risiko für Hochwasser oder Starkniederschläge werden für fast alle Sektoren als relevantes Risiko bewertet. Aber auch die Änderungen des Niederschlagsregimes und die Beeinträchtigung der Wasser-/Boden-/Luftqualität wirken sich auf verschiedene Sektoren aus, während die Veränderungen von Lebensräumen sowie die Ausbreitung von Schadorganismen, Krankheiten und gebietsfremden Arten vor allem unterschiedliche Naturräume sowie die Gesundheit

beeinträchtigen. Die Risiken und Chancen für die einzelnen Sektoren werden in den Kapiteln 7.3.1 bis 7.3.8 im Detail beschrieben.

### **7.3. Sektoren und Handlungsfelder der Anpassung an den Klimawandel**

Der Kanton Thurgau lehnt sich in der Klimastrategie Thurgau an die Sektoren und Handlungsfelder der Anpassungsstrategie des Bundes an (BAFU 2012, BAFU 2020). Der kantonale Fokus liegt bei jenen Sektoren und Handlungsfeldern, in denen der Handlungsbedarf nach Einschätzungen der Fachstellen mittel bis gross ist und in denen der Kanton Handlungsmöglichkeiten besitzt.

Nachfolgend sind sektorweise die Auswirkungen des Klimawandels, prioritäre klimabedingte Risiken und Chancen, Sektorziele, bestehende Aktivitäten und Massnahmen der kantonalen Verwaltung zur Anpassung an den Klimawandel, der aus heutiger Sicht zusätzliche Handlungsbedarf zur Anpassung an den Klimawandel erläutert. Um die übergeordneten Ziele und die gesetzten Sektorziele zu erreichen, wurden Handlungsfelder mit entsprechenden Stossrichtungen zur Anpassung an den Klimawandel ausgearbeitet. Die vorliegenden Ergebnisse basieren auf fachlichen Einschätzungen der beteiligten Fachstellen.

#### **7.3.1. Wasserwirtschaft und Hydrologie**

##### **7.3.1.1. Auswirkungen des Klimawandels**

Der Kanton Thurgau hat rund 2'000 km Fliessgewässer, wovon neun Flüsse sind. Neben dem Bodensee als grösstes stehende Gewässer des Kantons gibt es weitere rund 220 Weiher und Seen. Der Bodensee, fasst rund 48 km<sup>3</sup> Wasser und misst an seiner tiefsten Stelle 251 m. Die gesamte Seeoberfläche misst 536 km<sup>2</sup> und das Thurgauer Ufer ist ca. 63 km lang. Die meisten bekannten Grundwasservorkommen im Kanton Thurgau befinden sich in Schottern, die während den Eiszeiten abgelagert wurden. Insgesamt befinden sich im Thurgau rund 100 solche Schottergrundwassergebiete. Da grösste ist dabei das Thurtal von Neunforn bis Bürglen, das ein nutzbares Volumen von mehr als 60 Millionen m<sup>3</sup> aufweist. Der Klimawandel wirkt sich auf unterschiedliche Gewässernutzungen aus, namentlich auf die Trinkwasserversorgung, Bewässerung, Stromproduktion, Wärmeerzeugung und Kühlung. Mit den ansteigenden Temperaturen und der zunehmenden Verdunstung zeigt die Jahreswassermenge längerfristig einen Trend zur Abnahme. Saisonale Veränderungen zeichnen sich bei den Abflüssen ab: Im Winter fällt künftig mehr Niederschlag als Regen statt als Schnee und die winterliche Niederschlagsmenge nimmt zu. Die verschiedenen Nutzungen müssen mit fortschreitendem Klimawandel vermehrt gegeneinander abgewogen werden, weil sie teilweise an ihre Grenzen stossen und sich Nutzungskonflikte verschärfen können. Die Ökosysteme dürfen dabei nicht belastet werden (NCCS 2021b).

Die Thurgauer Bevölkerung bezieht 60 % des Trinkwassers aus Grund- und Quellwasser, davon stammen rund 2/3 aus dem Thurtal. Die restlichen 40 % des Trinkwassers werden aus dem Bodensee bezogen. Es muss davon ausgegangen werden, dass bei längeren Hitze- und Trockenperioden, besonders im Sommer und Herbst, der Trinkwasserbedarf steigt und sich gleichzeitig das Dargebot reduziert.



Für die landwirtschaftliche Bewässerung der Kulturen reichte bisher der Niederschlag meist aus. Jüngste, extreme Ausnahme war der Sommer 2018, als im Thurgau seit Jahresbeginn zu wenig Niederschlag fiel. In der Folge wurde im Juli ein Wasserentnahmeverbot aus Oberflächengewässern ausgesprochen. Davon ausgenommen waren nur der Bodensee und der Rhein (Thurgau 2018). Mit künftig häufigeren und längeren Trockenperioden kann im Sommer die Wasserentnahme aus Oberflächengewässern, teils auch aus dem Grundwasser, öfter eingeschränkt sein: Sommerniederschläge nehmen ab, die Verdunstung steigt und weniger Feuchtigkeit bleibt in den Böden zurück. Die Pflanzen haben einen höheren Wasserbedarf. Kulturen, die bereits heute bewässert werden, benötigen ohne Klimaschutzmassnahmen bis Ende des Jahrhunderts (2085) etwa doppelt so viel Wasser (NCCS 2021b).

Wasser wird im Thurgau, besonders an den Flüssen Thur und Murg, mit Laufwasserkraftwerken auch für die Energieerzeugung genutzt. Die Stromproduktion ist bei Laufwasserkraftwerken direkt an den Abfluss gekoppelt. Mit den künftig geringeren Sommerabflüssen können die Kraftwerke während den warmen Monaten weniger Elektrizität produzieren. Die Winterabflüsse sind dagegen höher, es wird im Winter mehr Strom produziert. Heute werden das Grundwasser und der Bodensee zudem in geringem Umfang thermisch genutzt, wobei die Wärmegewinnung im Vordergrund steht. Sollte künftig auch der Bedarf für Kühlzwecke aufkommen, könnten die durchschnittliche Erwärmung und Hitzeperioden öfter Nutzungseinschränkungen für Kühlzwecke zur Folge haben. Andererseits hat die Einleitung von Kühlwasser in Fließgewässer während Hitze- und Trockenperioden negative Auswirkungen auf Ökosysteme.

Der Klimawandel verstärkt den Stress auf die Gewässerökosysteme, der bereits heute sehr hoch ist. Steigende Wassertemperaturen stellen für die Gewässerökologie ein Problem dar, da sie u. A. zu Veränderungen wichtiger Prozesse aquatischer Ökosysteme führen. Mit künftig milderen Wintern und der damit verbundenen geringeren Seeauskühlung werden Vollzirkulationen<sup>11</sup> deutlich weniger, die Schichtungsverhältnisse sind stabiler. Die Neubildung von Tiefenwasser wird geringer oder unterbleibt zeitweise. Es tauscht sich unzureichend aus und die Sauerstoffkonzentration über dem Seegrund nimmt ab, was erhebliche ökologische Folgen mit sich zieht (IGKB 2015).

Der fortschreitende Klimawandel wird dazu führen, dass bei zeitweise verminderten Abflüssen in den Gewässern der Anteil an Abwasser aus den 17 öffentlichen und ca. 100 privaten Abwasserreinigungsanlagen zunimmt. Hierdurch ist mit stärkeren Beeinträchtigungen des Gewässerökosystems und u.U. weitergehenden Behandlungsmassnahmen oder Standortproblemen zu rechnen. Zudem zeichnet sich durch den Klimawandel die Tendenz ab, dass es häufiger zu intensiven Starkniederschlägen kommt, wodurch auch mit einer Zunahme der Belastungen (stofflich und hydraulisch) aus der Kanalisation (Mischwasserüberläufe, Regenwassereinleitungen) zu rechnen ist. Die fortschreitende Siedlungsentwicklung in Gefahrengebieten erhöht die Risiken durch Hochwasser und Oberflächenabfluss. Die zunehmende Verdichtung in Siedlungsräumen wird ohne entsprechende Gegenmassnahmen diese Problematik noch verschärfen.

---

<sup>11</sup> Vollzirkulation: Ein Winter, in dem an der tiefsten Stelle der vertikale Sauerstoffgradient vollständig verschwindet.

### 7.3.1.2. Prioritäre klimabedingte Risiken und Chancen für die Wasserwirtschaft und Hydrologie

Im Folgenden sind die wichtigsten klimabedingten Risiken und Chancen für den Thurgau vertieft erläutert (Tabelle 33):

Tabelle 33: Die wichtigsten klimabedingten Risiken und Chancen im Sektor "Wasserwirtschaft und Hydrologie".

Grosses Risiko	Mittleres Risiko	Geringes Risiko	Geringe Chance	Mittlere Chance	Grosse Chance
<b>Risiko/Chance</b>					
<b>1. Wasserknappheit während sommerlichen Hitze- und Trockenperioden</b>					
<p>Besonders im Sommer nehmen künftig Hitze- und Trockenperioden zu, wodurch es öfter zu Situationen mit Wasserknappheit kommt, v. a. entlang von kleinen und mittleren Gewässern. Gleichzeitig steigt der Wasserbedarf, u. a. beim Brauchwasser, wodurch Nutzungskonflikte zwischen verschiedenen Wassernutzungen zunehmen und die Wahrscheinlichkeit zur Übernutzung der Wasserressourcen steigt. Bei der Trinkwasserversorgung kommt es voraussichtlich öfter zu Versorgungsengpässen. Die Grundwasserneubildung wird sich in Abhängigkeit des vorherrschenden Grundwasserregimes über die Jahresganglinie verändern.</p>					
<b>2. Beeinträchtigung der Wasserqualität durch höhere Temperaturen und Trockenheit</b>					
<p>Durch die höheren Temperaturen der Atmosphäre, den thermischen Einfluss urbaner Untergrundstrukturen (Bauten und Anlagen, welche bis ins Grundwasser reichen) sowie der reduzierten schützenden Deckschicht bei Abbauvorhaben erwärmen sich u.a. Untergrund und Grundwasser. Letzteres nimmt dadurch in seiner Quantität ab und ist auch in seiner Qualität durch vermehrte mikrobielle Aktivität gefährdet. Somit kann künftig der Aufwand für die Trinkwasseraufbereitung, Sicherstellung der Trinkwasserqualität im Versorgungsnetz und Abwasserentsorgung zunehmen. Durch höhere Temperaturen und häufigere Trockenperioden werden Niedrigwassersituationen zunehmen, gewisse kleine Oberflächengewässer können vollständig trockenfallen. Dadurch kommt es zu einer Zunahme der Schad- und Nährstoffe aus der Landwirtschaft sowie durch eingeleitete Abwässer, die unzureichend verdünnt wurden. Nitrat kann z.B. in höheren Konzentrationen im Grundwasser gefunden werden, weil bei Trockenheit, die Pflanzen weniger aufnehmen und mineralisieren. Dies gefährdet die Trinkwasserressourcen, Gesundheit und Biodiversität.</p>					
<b>3. Beeinträchtigung der Wasserqualität durch Hochwasser, Starkniederschlagsereignisse oder Oberflächenabflüsse</b>					
<p>Bei Hochwasser- und Oberflächenabflussereignissen und Starkniederschlägen können Kanalisationsnetze, Abwasserreinigungsanlagen (ARA) und Rückhaltebecken für grosse Wassermengen unterdimensioniert und somit überlastet sein. Dadurch kann vermehrt verschmutztes oder ungenügend gereinigtes Abwasser in Fliessgewässer gelangen. Eine Verunreinigung kann auch durch die Auswaschung von Nähr- oder Schadstoffen aus der Landwirtschafts-</p>					

## Risiko/Chance

und Siedlungsflächen erfolgen. All diese Beeinträchtigungen können künftig auch die Trinkwasserressourcen verschmutzt und deren Qualität belasten.

### **4. Beeinträchtigung der Biodiversität/Gewässerökologie durch höhere Temperaturen, Hitze, Trockenheit , Starkniederschläge und Hochwasser**

Die aquatische Biodiversität nimmt durch den Klimawandel ab, Lebensräume werden homogener, Generalisten und wärmeliebende Arten profitieren. Kleinere Fließgewässer trocknen im Sommer am ehesten aus. Durch die stabilere Schichtung in Seen reduziert sich der Austausch von Nährstoffen und Sauerstoff zwischen Tiefen- und Oberflächenwasser, dies hat Auswirkungen auf die ganze Nahrungskette und Seeökologie. Vermehrte, kurzfristige Störungen, wie etwa das Überschreiten von gewissen Toleranzwerten, können teilweise zu drastischen Veränderungen führen (Hitzestress bei hitzeempfindlichen Arten: Überschreitet die Wassertemperatur 25 °C führt dies bei Äschen zum Tod). Höhere Temperaturen und längere sowie häufigere Trockenperioden führen zu Beeinträchtigung/Verlusten von Lebensräumen und darin ansässiger Arten, die auf eine genügende Wasserversorgung angewiesen sind. Krankheitserreger können sich im wärmeren Wasser besser vermehren und verursachen beispielsweise bei lachs- oder forellenartigen Fischen die Poliferative Nierenkrankheit. Des Weiteren können sich einheimische Schadorganismen oder invasive Neobiota besser ausbreiten (u.a. durch die Abnahme der Wasserdurchmischung in Seen und der dadurch vermehrten Eutrophierung). Verbreitungsgebiete von Arten können sich durch den Klimawandel zunehmend verschieben, voneinander abhängige Arten auch mehr entkoppelt sein, weil Gewässer häufiger trockenfallen oder zu warm werden. Gewisse Arten können sich nur bedingt anpassen, resp. verschieben. Eine Verschiebung ist nur möglich, wenn in diesen Lebensräumen nicht nur die thermischen Ansprüche, sondern auch die Summe aller anderen Lebensraumansprüche erfüllt sind (IGKB 2015). Der Klimawandel beeinflusst auch das zeitliche Auftreten bestimmter Entwicklungsprozesse, z.B. früheres Schlüpfen aquatischer Insekten.

### **5. Schäden an der Wasserver- und -entsorgungsinfrastruktur**

Aufgrund vermehrter Hochwasser und Starkniederschläge, steigt das Risiko für oberflächliche Abflüsse und flächendeckende Überflutungen auch fernab von Gewässern. Entsprechend steigt die Wahrscheinlichkeit für mehr Schäden an der Wasserver- und -entsorgungsinfrastruktur. Die Ver- oder Entsorgungs- sowie die Betriebssicherheit können durch Einzelereignisse beeinträchtigt werden. Als Folge davon können auch ökonomische und ökologische Schäden, etwa durch Betriebsunterbrüche entstehen.

### **6. Einschränkung der energetischen Nutzung der Gewässer bei höheren Temperaturen und längeren Trockenperioden**

Durch veränderte Abflüsse und Niedrigwassersituationen nimmt die sommerliche Wasserkraft- und Energieproduktion künftig ab.

### **7. Abnahme frostbedingter Sachschäden und Unterhaltskosten am Wasserleitungsnetz und an Gebäuden der Wasserinfrastruktur**

<b>Risiko/Chance</b>
Weniger Frosttage und damit einhergehend auch weniger Tautage verringern die Zyklen von Gefrieren und Auftauen, was mit geringeren frostbedingten Sachschäden am Wasserleitungsnetz einhergeht, ebenso die Unterhaltskosten.
<b>8. Geringere Gewässerbelastung durch die Abnahme des Winterdienst- und Strassenunterhalts</b>
Weniger Schneefall und Glättesituationen auf Strassen reduzieren den Bedarf nach Winterdienst, es werden weniger Streumittel eingesetzt, welche die Gewässer belasten können.

### 7.3.1.3. Sektorziele

Der Kanton Thurgau setzt sich im Sektor "Wasserwirtschaft und Hydrologie" die folgenden Sektorziele:

*Tabelle 34: Sektorziele "Wasserwirtschaft und Hydrologie"*

<b>Sektorziele Wasserwirtschaft und Hydrologie</b>
Eine nachhaltige Brauch- und Trinkwasserversorgung ist sichergestellt.
Die Beeinträchtigung der Qualität von Fliess- und Oberflächengewässern sowie der Qualität und Temperatur von Grundwasser ist minimiert.
Datengrundlagen zum Einfluss des Klimawandels auf Gewässer werden kontinuierlich verbessert.
Eine wassersensible <sup>12</sup> Siedlungsentwicklung, die an die Auswirkungen des Klimawandels angepasst ist, ist etabliert.

### 7.3.1.4. Bestehende Aktivitäten und zusätzlicher Handlungsbedarf

Verschiedene bestehende Aktivitäten und Massnahmen des Kantons Thurgau tragen zur Anpassung an den Klimawandel bei:

- **Monitoring Gewässer:** Messnetze für Oberflächen und Grundwässer bilden eine wichtige Grundlage, um Kenntnisse über den Einfluss des Klimawandels im Thurgau auf die Gewässer zu gewinnen und Trends zu Wasserverfügbarkeiten und Informationen zur Wasserqualität zu bekommen (z.B. Abschätzungen zu Niedrig- und Hochwasserabflüssen). Zum besseren Erkennen von Niedrigwassern wurden die meisten

<sup>12</sup> Das Wassermanagement und die Infrastruktur von Städten und dicht bebauten Siedlungen an die Auswirkungen des Klimawandels (Hitze, Starkregen) anpassen und neu ausrichten, z.B. mit dem Prinzip der "Schwammstadt".

Abflussmessstellen umgebaut, in den nächsten Jahren soll dies fertig gestellt werden. Im Weiteren erarbeitet die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) aktuell ein Monitoringkonzept, welches die Auswirkungen des Klimawandels auf den Bodensee berücksichtigt.

- **Verbundsysteme der Wasserversorgung:** Die Verbundsysteme in der Trinkwasserversorgung zwischen den unterschiedlichen Wasserversorgungen sind stetig verbessert worden. Damit langfristig eine dauerhafte Bereitstellung von Wasser in für die jeweilige Nutzung einwandfreier Qualität, unter genügendem Druck und in ausreichender Menge für Bevölkerung, Landwirtschaft und Wirtschaft sichergestellt ist, wurden mit der kantonalen Trinkwasserversorgungsplanung (Umsetzungsphase hat begonnen) dafür nötige Datengrundlagen erarbeitet und der aktuelle und zukünftige Trinkwasserbedarf ermittelt. Daraus wurden Massnahmen zur langfristigen Gewährleistung der Trinkwasserversorgung der verschiedenen Wasserbezüger identifiziert.
- **Generelle Wasserversorgungsplanung (GWP):** Die Planung, der Ausbau und der Betrieb der Wasserversorgungsinfrastruktur auf kommunaler Ebene werden seit 2000 in der GWP festgelegt. Diese bildet auch eine Basis des regionalen sowie überregionalen Wasserversorgungsmanagements und ist eine zentrale Grundlage und Voraussetzung für ein kantonsweites Wasserversorgungs- und -ressourcenmanagement, welches den Zielen der kantonalen Trinkwasserversorgungsplanung gerecht wird.
- **Trinkwasserversorgung in schweren Mangellagen (TWM):** Auf kommunaler Ebene werden seit 1998 Massnahmenplanungen (Planungs-, Umsetzungsmassnahmen) zur Sicherstellung der Trinkwasserversorgung in Notlagen erarbeitet. Anhaltende Trockenperioden wurden im Thurgau explizit nicht als Notlage betrachtet. Die Verordnung über Trinkwasserversorgung in Notlagen wurde total revidiert und heisst neu "Verordnung über die Trinkwasserversorgung in schweren Mangellagen".
- **Generelle Entwässerungsplanung (GEP):** Die GEP ist auf Ebene Gemeinde und ARA-Einzugsgebiet seit Langem etabliert. Die hier festgelegten Vorgaben bezüglich Entwässerung sowie die geforderten Massnahmen zu Werterhaltung und Optimierung des Entwässerungssystems werden von den verschiedenen Akteuren grossmehrheitlich umgesetzt. Mit der aktuell laufenden flächendeckenden Anpassung der GEP wird diese Planung aktualisiert und auf die Siedlungsentwicklung sowie die neuen Rahmenbedingungen (fachlich, gesetzlich) angepasst.
- **Gewässer- und Grundwasserschutz:** Der Kanton setzt das Gewässerschutzgesetz und die -zugehörige Verordnung um (z.B. Ausscheiden von Schutzzonen und Zuströmbereichen), um den langfristigen Schutz der Gewässer vor nachteiligen Einwirkungen zu gewährleisten und bestehende Grundwasservorkommen zu sichern. Mit dem im Jahr 2020 gestarteten Projekt "Überprüfung der hydrogeologischen Grundlagen und rechtlichen Konformität der Grundwasserschutzzonen im Kanton Thurgau" soll die Trinkwassergewinnung aus Quell- und Grundwasser auch unter zukünftigen Herausforderungen sichergestellt werden. Diese Massnahme stammt aus den Erkenntnissen der "Koordinierten Trinkwasserversorgungsplanung von regionaler und überregionaler Bedeutung im Thurgau".

Das Projekt "AquaSan" strebt an die Umweltrisiken als Folge des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln um 50 % zu reduzieren, um den anthropogenen Stoffeintrag in die Gewässer zu mindern.

- **Brauchwasserversorgungsplanung:** Mit der kantonalen Brauchwasserversorgungsplanung soll ergänzend zur "Koordinierten Trinkwasserversorgungsplanung von regionaler und überregionaler Bedeutung im Thurgau" ein Massnahmenkatalog und entsprechende Instrumente entwickelt werden. Diese sollen die Brauchwasserbeschaffung, -förderung, -speicherung und -verteilung für den zukünftigen Bedarf der Landwirtschaft, des Gewerbes, der Industrie sowie der Bevölkerung in Normal-, aber auch in klimatischen Extremjahren, sicherstellen und die Bewirtschaftung der Wasserressourcen ermöglichen.

### **Zusätzlicher Handlungsbedarf**

- Bestehende Messungen/Monitorings (Qualität und Quantität) in Gewässern und im Grundwasser sind bereits gut etabliert, bedürfen aber einer Weiterentwicklung (z.B. Rechen- und Prognosemodelle), um bessere Kenntnisse über die klimabedingten Auswirkungen und die ausgelösten Extremsituationen (z.B. Trockenheit, Hochwasser) auf die Gewässer und Wasserressourcen zu erhalten. U.a. ist auch das vorgeschlagene Monitoringkonzept der IGKB für den Bodensee umzusetzen.
- Mit der aktuell laufenden Brauchwasserversorgungsplanung werden Handlungsfelder mit Massnahmen erarbeitet, welche im Anschluss an die Planung umzusetzen sind.
- Nach Abschluss der Kantonalen Brauchwasserversorgungsplanung ist eine Planung zur Trinkwasserversorgung in schweren Mangellagen mit Fokus Kanton in Angriff zu nehmen.
- Die bestehenden Instrumente zum Gewässer- und Grundwasserschutz reichen schon sehr weit. Vor dem Hintergrund des Klimawandels empfiehlt es sich diese weiterhin konsequent umzusetzen und regelmässig zu überprüfen. Unter Berücksichtigung der neusten wissenschaftlichen Erkenntnisse sind sie gegebenenfalls anzupassen. Eventuell ergeben sich auch neu aufzunehmende Themen (z.B. thermischer Eintrag in den Untergrund und sein Einfluss auf das Grundwasser).
- Die ARAs im Thurgau wurden mehrheitlich in den 1970 Jahren gebaut. Da mehrere ARAs in den nächsten Jahren an ihre Kapazitätsgrenzen stossen werden, empfiehlt es sich, die Standorte bezüglich des Kosten-Nutzen-Verhältnisses und allfälliger Auswirkungen des Klimawandels zu überprüfen, um die Abwasserreinigung langfristig zu erhalten und optimieren.
- Die bestehende Siedlungsentwässerung ist Richtung gewässerverträglicher und klimaangepasster Siedlungsentwicklung mit naturnahem Wasserhaushalt ("Schwammstadt") zu fördern und zu etablieren. Zur Verbesserung der Entsorgungssicherheit, gerade in Bezug auf Extremereignisse, empfiehlt es sich eine gesamtheitliche Betrachtung der verschiedenen Wasserwirtschaftsthemen (Hochwasser, Oberflächenabfluss, Starkregenereignisse etc.) zu verfolgen.

Die nachfolgend beschriebenen Handlungsfelder und Stossrichtungen bauen auf den bestehenden Instrumenten und Aktivitäten des Kantons Thurgau auf.

### 7.3.1.5. Handlungsfelder und Stossrichtungen

Tabelle 35: Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Wasserwirtschaft und Hydrologie".

<b>Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Wasserwirtschaft und Hydrologie"</b>
<p><b>Handlungsfeld: Monitoring Gewässer</b></p> <p>Messungen meteorologischer, chemischer und hydrologischer Parameter in Fließgewässern, Seen und im Grundwasser helfen, den Einfluss des Klimawandels auf Gewässer zu erkennen und besser zu verstehen. Auf diesen Daten und Erkenntnissen aufbauend können entsprechend bessere Grundlagen im nachhaltigen Umgang mit den vorhandenen Wasserressourcen und zur Anpassung an den Klimawandel erarbeitet werden. Sie dienen als Basis, um Massnahmen zu entwickeln und klimabedingte Risiken zu mindern und somit Gewässer resilienter gegenüber dem Klimawandel zu machen.</p> <p><i>Beitrag Anpassung an den Klimawandel:</i> Messnetze/Monitorings, Rechen- und Prognosemodelle helfen in verschiedenen hydrologischen Bereichen, die Vulnerabilität der Gewässer und Wasserressourcen gegenüber Extremereignissen (z.B. Hitze, Trockenheit, Hochwasser) zu identifizieren.</p> <p><b>Stossrichtungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Weiterentwicklung des bestehenden Messnetzes/Monitorings durch verbesserte Rechen- und Prognosemodelle sowie Messnetze für Fließgewässer, Seen und Grundwasser:</i> Die bestehenden Messnetze/Monitorings sind bereits gut ausgebaut. Diese sollen in Abstimmung mit den unterschiedlichen Bedürfnissen aus den anderen hydrologischen Handlungsfeldern weitergeführt und nach Bedarf weiterentwickelt werden (z.B. Erweiterung der Messnetze um hydrologische, chemische und meteorologische Parameter).</li> </ul>
<p><b>Handlungsfeld: Wasserressourcenmanagement/Wasserversorgung</b></p> <p>Mit einer vorausschauenden Bewirtschaftung der Wasserressourcen können vorübergehende Wasserknappheiten, die mit dem Klimawandel häufiger werden, bewältigt und Wassernutzungskonflikte zwischen den verschiedenen Wassernutzungen vermieden werden. Gleichzeitig kann eine langfristige und nachhaltige Bewirtschaftung der Wasserressourcen für die verschiedenen Wasserbezüger (z. B. Bevölkerung, Industrie, Landwirtschaft) gewährleistet werden, wobei die Wassernachfrage auf das Wasserdargebot abgestimmt ist. Die Resilienz der Versorgungsinfrastruktur ist gegenüber klimatischen Änderungen zu stärken (z.B. Schutz der unverzichtbaren Anlagen und des "Lifelinenetzes", Behebung von systemischen und organisatorischen Schwachstellen, optimierte intelligente Vernetzung der Wasserversorger), damit der steigenden Eintrittswahrscheinlichkeit einer schweren Mangellage in der Trink- und Brauchwasserversorgung durch Extremereignisse begegnet</p>

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Wasserwirtschaft und Hydrologie"

und die Abwasserentsorgung sichergestellt werden kann. Neben dem regionalen Wasserressourcenmanagement braucht es auch eine allgemeine Sensibilisierung für einen nachhaltigen Umgang mit Wasser für einen optimalen und klimaangepassten Schutz und Nutzung der Wasserressourcen.

*Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel:* Eine nachhaltige und schonende Nutzung der Wasserressourcen und Gewässer ermöglicht es, im Falle von Extremsituationen wie bei Trockenheit und Hitze (z. B. Niedrigwasserereignisse) Nutzungen zu priorisieren, Nutzungskonflikte zu vermeiden und eine Übernutzung der Wasserressourcen zu verhindern.

### Stossrichtungen:

- *Schaffung eines gesamtheitlichen Wassermanagements:* Mittels einer gesamtheitlichen Betrachtung der Wasserwirtschaft auf regionaler Ebene (Einzugsgebiet) kommt man von sektoralen und kleinräumigen Strukturen weg, die mit fortschreitendem Klimawandel vermehrt an ihre Grenzen stossen. Dieses integrale Einzugsgebietsmanagement ermöglicht die Vereinheitlichung der sektoralen Vorgehensweisen und begünstigt eine gesamtheitliche und umfassendere Bewirtschaftung der Wasserressourcen. Die intelligente Vernetzung der einzelnen Wasserversorgungen im Kanton wird auf Basis der GWP weiter optimiert. Für die gesamtheitliche Betrachtung der Wasserwirtschaft müssen die institutionellen Voraussetzungen geschaffen bzw. verbessert werden (z.B. Planung der übergeordneten Koordination der Wasserwirtschaft, Lösungsansätze zum nachhaltigen Umgang mit Gewässern und Wasserressourcen).
- *Klimaangepasste Trink- und Brauchwasserversorgungsplanung:* Die bestehende "Koordinierte Trinkwasserversorgungsplanung von regionaler und überregionaler Bedeutung" wird mit der für schwere Mangellagen ergänzt. Die laufende Brauchwasserversorgungsplanung entflechtet die Brauch- von der Trinkwasserversorgung und ermöglicht es, dass die Brauchwassernutzung auch in schweren Mangellagen so lange wie möglich aufrechterhalten werden kann. Die bestehenden Grundlagen über die relevanten Grundwasservorkommen braucht es für eine nachhaltige Ressourcenplanung zu verbessern (z. B. Grundwassermodelle, gemeinsames Datenmodell im Bereich Trink- und Grundwasser), welche in Normal- und Extremsituationen eine nachhaltige Bewirtschaftung der Nutzung für Trink- und Brauchwasserzwecke sicherstellt. s. Landwirtschaft und Ernährung: HF. Klimaangepasste landwirtschaftliche Strukturen
- *Reduktion der Verluste in der Trinkwasserinfrastruktur:* Nicht alle Trinkwasserversorgungen messen und bilanzieren die Verluste in der Trinkwasserinfrastruktur, die durch Lecks in den Rohrnetzen entstanden sind, gemäss dem anerkannten Stand der Technik. Im Rahmen der GWP's ist ein aktuelles und zielführendes Wassermessungskonzept zu entwickeln und darauf aufbauend eine Rehabilitation der Rohrnetze, regelmässige Rohrnetzuntersuchungen und Sanierungen von Leckagen vorgenommen. Die Verlustbilanzierung soll geschärft werden, um die Verluste auf ein akzeptables Niveau zu reduzieren.
- *Sensibilisierung und Information verschiedener Wasserbezüger zum allgemein sparsamen Umgang mit Wasserressourcen:* Neben der Einberufung des Fachstabs Trocken-



## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Wasserwirtschaft und Hydrologie"

heit soll der Kanton im Rahmen möglicher Massnahmen der Brauchwasserversorgungsplanung künftig Bevölkerung/Industrie/Landwirtschaft/Gewerbe zu einem allgemein sparsameren Umgang mit Brauchwasser, v.a. während Trocken- und Hitzeperioden sensibilisieren, womit das Bewusstsein für die Begrenztheit der Wasserressourcen geschärft und entsprechende Handlungsmöglichkeiten (z.B. Vorlagen für Gemeinden, Beratungsangebote) aufgezeigt werden können.

- *Schutz- und Nutzungsplanung Wasserkraft:* Es ist im kantonalen Richtplan festzulegen, bei welchen Gewässern (Bspw. Thur, Sitter und Murg) auf Konzessionsgesuche für die Wasserkraftnutzung eingetreten wird. Bei kleineren Gewässern soll die Nutzung der Wasserkraft ausgeschlossen werden.

### Handlungsfeld: Siedlungsentwässerung

Die Abwasserreinigung selbst reagiert nur wenig anfällig auf den Klimawandel, durch die zunehmende Empfindlichkeit der Gewässer können höhere Anforderungen an die Abwasserreinigung resultieren. Der Klimawandel stellt mit den zunehmenden Starkniederschlägen auch die Entwässerung im Siedlungsraum vor neue Herausforderungen. Damit die Gewässer auch während Zeiten mit geringer Wasserführung der Fliessgewässer nicht zusätzlich durch eine zu geringe Verdünnung in den Abläufen der ARAs belastet werden, müssen einige ARAs eventuell in der Reinigung optimiert oder regionalisiert werden. Um die Gewässer vor zusätzlichem hydraulischem Stress durch die Einleitung von Regenabwasser aus Siedlungsentwässerung zu schützen und einer Überforderung der Entwässerungssysteme bei Intensivniederschlägen zu vermeiden, kann mehr Regenwasser in den Siedlungen versickern und zurückgehalten werden. So gestaltet sich die Siedlungsentwicklung gewässerverträglicher und klimaangepasst mit einem naturnahen Wasserhaushalt.

*Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel:* Gewässer und Wasserqualität werden durch eine klimaangepasste Siedlungsentwässerung geschützt, der Stress auf die Gewässerökosysteme reduziert und die Widerstandsfähigkeit erhöht. Mit dem zusätzlichen Rückhalt von Regenwasser in Siedlungen können Hitzebelastung und Überflutungsrisiko und verstärkte Stoffeinträge in Gewässer gemindert werden.

#### Stossrichtungen:

- *Strategie für eine klimaangepasste Abwasserreinigung:* Mittels mindestens 2 Studien ARA TG 2050 (Teil 1: Kemmental-Thur, Teil 2: Aach-Bodensee) soll ermöglicht werden die Standorte der bestehenden ARAs zu überprüfen, um in einer optimierten langfristigen kantonalen Strategie festzulegen, wie die Abwasserreinigung (Zusammenschluss mit grösseren ARAs und Anschluss an leistungsstärkere Gewässer, Standort-Stärkung) erhalten und optimiert werden kann (z.B. zusätzliche Reinigungsstufen, Sanierungsmassnahmen zur Verbesserung der Wasserqualität in den Gewässern).
- *Unterstützung bei der Etablierung eines kommunalen Risikomanagements "Überflutungsschutz":* Um die Gewässer vor zusätzlichem hydraulischem Stress (Einleitung von Regenabwasser aus Siedlungsentwässerung) zu schützen und einer Überforderung der Entwässerungssysteme bei Intensivniederschlägen zu vermeiden, soll mehr Regenwasser in den Siedlungen versickern und zurückgehalten werden. Hierzu braucht es einen

## **Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Wasserwirtschaft und Hydrologie"**

Paradigmenwechsel in der Baukultur und ein kommunales Risikomanagement für den "Überflutungsschutz". Für Letzteres bedarf es einer Verbesserung der institutionellen Voraussetzungen.

- *Förderung naturverträglicher Regenwasserbewirtschaftung und einer wassersensiblen Ortsentwicklung:* Eine naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung wird in raumplanerischen Prozessen nicht berücksichtigt. Es braucht einen Paradigmenwechsel in der Baukultur (z.B. mehr Grün- und Wasserrückhalteflächen im Siedlungsraum) und eine Förderung von Verdunstung, Versickerung, Retention und Grundwasserneubildung in einer wassersensiblen Ortsentwicklung. Um diesen Prozess zu unterstützen, empfiehlt es sich die institutionellen Voraussetzungen zu verbessern, ein gesamtheitliches Regenbewirtschaftungskonzept zu entwickeln und die GEP anzupassen.

### **Handlungsfeld: Aquatische Ökosysteme und Biodiversität**

→ Wird im Sektor "Biodiversität" thematisiert.

### **Handlungsfeld: Gewässerschutz und Gewässerqualität**

Der Gewässerschutz sorgt dafür, dass die Gewässer ihre Funktion als Lebensraum für Pflanzen und Tiere, als Trinkwasserressource und Erholungsraum möglichst dauerhaft erfüllen und als Grundlage für wirtschaftliche Aktivitäten dienen können und auch raumplanerisch geschützt sind. Oft stehen Gewässer durch anthropogene Stressoren (z. B. Verbauungen, Schadstoffeinträge, Veränderung der Abflussdynamik) in Quantität und Qualität unter Druck, die Folgen des Klimawandels kommen hinzu oder verstärkt die Stressoren. Entsprechend ist es entscheidend das Gewässerschutzgesetz konsequent umzusetzen, um die Widerstands- und Anpassungsfähigkeit der Gewässer gegenüber dem Klimawandel möglichst rasch zu stärken. Dazu bedarf es einer Reduktion der stofflichen Belastung (s. auch Handlungsfeld Siedlungsentwässerung), die rasche Umsetzung von Revitalisierungen und Sanierungen der Wasserkraft, eine gesetzeskonforme Festlegung, Gestaltung und Bewirtschaftung des Gewässerraums und die Sicherung ausreichender Wassermengen in den Gewässern. Da auch die Beanspruchung der Gewässer durch die Gesellschaft mit fortschreitendem Klimawandel zunimmt, wird der Gewässerschutz und die Abstimmung mit anderen Bereichen immer wichtiger (z.B. Hochwasserschutz, Gewässernutzung). Bestehende Konzepte und Praktiken bezüglich Gewässerschutz sind zu prüfen und vor dem Hintergrund des Klimawandels bei Bedarf zu optimieren.

Die kantonale Trinkwasserversorgungsplanung hat gezeigt, dass im Thurgau trotz der zu erwartenden Klimaveränderungen mit einem geringeren Wasserdargebot und einem grösseren Wasserbedarf auch in Zukunft genügend Trinkwasser zur Verfügung steht. Dies jedoch nur unter der Voraussetzung, dass bestehenden Trinkwasserfassungen weiterhin genutzt resp. auch in einem grösseren Umfang genutzt werden können. Defizite bestehen im Ausscheiden von Schutzzonen oder von Zuströmbereichen. Diese helfen die für die Trinkwasserversorgung notwendige Grundwasserqualität sicherzustellen.

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Wasserwirtschaft und Hydrologie"

*Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel:* Mit der konsequenten Umsetzung des Gewässerschutzes können die Gewässer und Wasserressourcen gegenüber den Folgen des Klimawandels widerstands- und anpassungsfähiger gemacht und vor Übernutzung besser geschützt werden.

### Stossrichtungen:

- *Ausscheidung und konsequenter Schutz von bestehenden und neuen Grundwasserschutzzonen von Quell- und Grundwasserfassungen:* Zwar sind heute etwa 50 % der Grundwasserschutzzonen öffentlich- rechtlich ausgeschieden, die öffentlich-rechtlichen Nutzungsbeschränkungen werden aber von den Gemeinden teilweise nicht konsequent durchgesetzt. Bis 2024 sollen 90 % der Schutzzonen ausgeschieden sein. Der Regierungsrat hat dem Amt für Umwelt den Auftrag zur Überprüfung der hydrogeologischen Grundlagen und rechtlichen Konformität aller Grundwasserschutzzonen erteilt. Konflikte bei den Grundwasserschutzzonen sollen identifiziert und den Eigentümerinnen der Quell- und Grundwasserfassungen darlegt werden. Das AfU kann Fassungseigentümerinnen bei der Erstellung einer Konflikt- und Massnahmenplans unterstützen sowie ausgelaufene Konzessionen zur Trinkwasserförderung und -nutzung nur unter Einhaltung definierter Voraussetzungen verlängern. Durch einen konsequenten Grundwasserschutz werden die bestehenden Grundwasservorkommen gesichert, um die bestehenden Trinkwasserfassungen auch unter geänderten Klimabedingungen weiterhin zu nutzen.
- *Bezeichnung der Zuströmbereiche  $Z_U$  bei allen Quell- und Grundwasserfassungen von öffentlichem Interesse:* Obwohl die rechtliche Voraussetzung bestehen, wurden bisher im Kanton Thurgau noch keine Zuströmbereiche bezeichnet. Falls Massnahmen bei der Bewirtschaftung innerhalb eines Zuströmbereichs angezeigt sind, wird das Landwirtschaftsamt Grundeigentümer und Pächter entsprechend beraten. Entschädigungen für die Nutzungsbeschränkungen innerhalb des Zuströmbereichs werden vom Bund, vom Kanton und den Fassungseigentümern entrichtet. Damit kann sichergestellt werden, dass die Grundwasservorkommen klimaangepasster sind.
- *Koordination Raumentwicklung mit planerischem Grundwasserschutz:* Heute geschieht die Koordination zwischen diesen beiden Planungen meist nur punktuell. Die Grundwasserressourcen und deren Nutzung stehen durch gesellschaftliche und sozioökonomische Faktoren zunehmend unter Druck, der Klimawandel kann diese verstärken. Um die Themen Klimawandel und Gewässerschutz bereits in der Orts- und Nutzungsplanung zu berücksichtigen, ist das gewässerschutzrechtliche Koordinationsgebot konsequent umzusetzen. Für eine bessere Koordination zwischen dem Grundwasserschutz und Bau und Planung braucht es entsprechende Schulungen von Fachleuten aus Raumentwicklung und Bau.

### Handlungsfeld: Hochwasser und Starkniederschläge

→ Wird im Sektor "Umgang mit Naturgefahren" thematisiert

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Wasserwirtschaft und Hydrologie"

### Handlungsfeld: Grundwassertemperatur

Untersuchungen zu erhöhten urbanen Grundwassertemperaturen und der Subsurface Urban Heat Island (SUHI)-Effekt zeigen, dass eine Kombination verschiedener Einflussfaktoren wie die zunehmende Bodenversiegelung, die thermische Nutzung des Untergrundes, aber vor allem auch wärmeemittierende Untergrundstrukturen wie Tunnelbauten und Tiefgaragen in einem Anstieg der Grundwassertemperaturen resultieren. Es hat sich gezeigt, dass in urbanen Gebieten der anthropogene thermische Einfluss beheizter Untergrundstrukturen größer ist als die zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels. Siedlungsentwicklung wird zunehmend auch im Untergrund stattfinden. Thermische Beeinträchtigungen urbaner Untergrundressourcen werden vermehrt zu Konflikten zwischen den verschiedenen Nutzern und thermischen Kontaminationen führen und die Grundwasserqualität mindern. Die Auswirkungen von SUHI auf die Untergrundtemperaturen entwickeln sich somit zu einem globalen Grundwasserqualitätsproblem. Der Wärmeverlust von Untergrundstrukturen über das Erdreich kann bis zu 50 % der jährlichen Wärmelast eines Gebäudes betragen. Mit zunehmend effizienter werdender oberirdischer Gebäudeisolation gewinnt eine detaillierte Betrachtung unterirdischer Wärmeverluste vermehrt an Bedeutung.

*Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel:* Reduktion des anthropogenen thermischen Einflusses auf das Grundwasser.

#### Stossrichtungen:

- *Berücksichtigung der allgemeinen Grundwasserschutzmassnahmen zu bestehenden oder potentiellen Nutzungskonflikten in der Raumentwicklung und bei Bauvorhaben:* Der thermische Eintrag auf den Untergrund ist heute weder auf gesetzlicher Ebene noch in der Planungs- und Baupraxis ein Thema. Dieses soll in der Raumentwicklung und bei Bauvorhaben mehr Gewicht bekommen. Der Kanton könnte den thermischen Eintrag auf den Untergrund in die Prüfung von Planungsgesuchen aufnehmen (herauszufinden, welche Regionen betroffen sind und wie gross der Beitrag durch die Infrastrukturen ist) und Messnetze / Monitorings und Rechenmodelle verbessern (s. HF Monitoring Gewässer). Bei den konkreten Bauvorhaben bräuchte der Kanton rechtliche Grundlagen, u.a. für den Vollzug und Gesetzesanpassungen. Damit kann der thermische Eintrag durch anthropogene Nutzungen auf das Grundwasser gemindert werden.

### 7.3.1.6. Querschnittsbezüge

Zwischen dem Sektor "Wasserwirtschaft und Hydrologie" und anderen Sektoren im Klimaschutz und in der Anpassung an den Klimawandel bestehen verschiedene Schnittstellen und Bezüge. Diesen Schnittstellen soll im Rahmen der sektorübergreifenden Zusammenarbeit Rechnung getragen werden. Zentral für den Sektor "Wasserwirtschaft und Hydrologie" sind folgende Schnittstellen (Tabelle 36):

Tabelle 36: Schnittstellen zwischen dem Sektor "Wasserwirtschaft & Hydrologie" und anderen Sektoren

<b>Schnittstellen des Sektors "Wasserwirtschaft &amp; Hydrologie" zu den Sektoren...</b>
<p><b>Energieversorgung/-produktion (Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wassermanagement/Wasserversorgung: Während Zeiten mit geringer Wasserführung ergeben sich für kleinere und evtl. mittlere Fließgewässer Konflikte bei der Wassernutzung mit anderen Wassernutzungen und Schutzanliegen</li> <li>- Kontrolle von Restwassermengen in Gewässern</li> <li>- Kühlwassernutzung und Wärmeeinleitung in Gewässer (exkl. Grundwasser)</li> <li>- Potenzial für die thermische Nutzung von Gewässern</li> </ul>
<p><b>Umgang mit Naturgefahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hochwasserschutz und -bewältigung</li> <li>- Revitalisierung von Gewässern</li> <li>- Trinkwasserversorgung in schweren Mangellagen</li> </ul>
<p><b>Landwirtschaft und Ernährung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Klimaangepasste landwirtschaftliche Strukturen</li> <li>- Wassermanagement/Brauchwasserverteilung ausserhalb der Bauzone</li> <li>- Bewässerungsbedarf und Stofftransport durch Niederschlag und Bewässerung (Eintrag von Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln in Gewässer)</li> <li>- Sensibilisierung und Information der landwirtschaftlichen Wasserbezüger in schweren Mangellagen</li> <li>- Bezeichnung der Zuströmbereiche (Z<sub>U</sub>)</li> </ul>
<p><b>Wald</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erhaltung der Waldstrukturen, welche die nötigen Filterleistungen erbringen, um Grundwasser aus Waldgebieten weiterhin als Trinkwasser zu nutzen</li> </ul>
<p><b>Biodiversität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erwärmung der aquatischen Ökosysteme</li> <li>- Wasserverteilung: Abstimmung des steigenden Wasserbedarfs auf die Bedürfnisse der verschiedenen Lebensräume im Rahmen einer integralen Wasserbewirtschaftung</li> <li>- Bekämpfung und Prävention der Ausbreitung invasiver Neobiota entlang von Gewässern</li> <li>- Vermeidung/Verminderung von Beeinträchtigungen der Wasserqualität durch Massenvermehrung aquatischer Organismen (z.B. Algenblüten) in ruhigen Gewässern</li> </ul>
<p><b>Gesundheit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Während Zeiten geringer Wasserführung ergeben sich für kleinere, evtl. auch mittlere Fließgewässer Konflikte bei der Wassernutzung (inkl. Trinkwassernutzung)</li> </ul>

### Schnittstellen des Sektors "Wasserwirtschaft & Hydrologie" zu den Sektoren...

- Ausbreitung von Krankheitserregern in wärmeren Wasserressourcen und Gewässern, welche die Wasserqualität mindern
- Körperhygiene und Seuchengefahr bei der Trinkwasserversorgung in schweren Mangellagen

### Raumentwicklung

- Lokale Wasserspeichermöglichkeiten
- Förderung eines kommunalen Risikomanagements "Überflutungsschutz"
- Etablierung einer wassersensiblen Ortsentwicklung mit naturverträglicher Regenwasserbewirtschaftung
- Koordination Raumentwicklung mit planerischem Grundwasserschutz
- Verminderung thermischer Einträge durch anthropogene Nutzungen auf das Grundwasser
- Wasserversorgung zur Bewässerung von Grün-/Erholungsräumen

## 7.3.2. Umgang mit Naturgefahren

### 7.3.2.1. Auswirkungen des Klimawandels

Die Zunahme von Infrastrukturwerten und Siedlungserweiterungen in Gefahrengebieten führen dazu, dass die Risiken durch Naturgefahren in der Schweiz zunehmen. Die Auswirkungen des Klimawandels verstärken die Gefährdung durch Naturereignisse. Die wichtigsten Einflussfaktoren des Klimawandels auf Naturgefahrenprozesse stellen die Zunahme von hydrometeorologischen Extremsituationen und die Auswirkungen der Temperaturerhöhung dar (BAFU 2012). Ohne Klimaschutzmassnahmen steigt die mittlere Lufttemperatur im Thurgau bis Ende des Jahrhunderts (2085) voraussichtlich um 3.1 bis 5.0 °C (NCCS 2018). Die Luft nimmt dadurch mehr Feuchtigkeit auf, der Wasseranteil der Luft ist entsprechend grösser, was generell zu turbulenteren Prozessen führt. Die künftig intensiveren und häufigeren Extremereignisse können auch zu Jahreszeiten und in Gebieten vorkommen, die bisher verschont geblieben sind (BAFU 2012). Die grössten Herausforderungen für den Kanton Thurgau sind das steigende Risiko für Hochwasser und Starkniederschläge und ein sich änderndes Niederschlagsregime. In den letzten Jahrzehnten haben die sozioökonomischen Entwicklungen, wie die Expansion des Siedlungsraums und eine höhere Wertedichte, zu einer Erhöhung des Schadenspotenzial geführt, welche die Verwundbarkeit von Infrastrukturen mitbeeinflussen (Köllner et al. 2017). Extreme Wetterereignisse, deren Eintrittswahrscheinlichkeit künftig zunimmt, verursachen in der Folge grössere Schäden.

In vielen Gebieten des Thurgaus kann es zu vermehrten **Hochwassern** kommen. So kam es z.B. an der Thur in den letzten Wintern häufiger zu Hochwassermeldungen. Starkniederschlagsereignisse intensivieren und häufen sich, folglich nehmen Überschwemmungen, Oberflächenabflüsse und die Hochwassergefahr zu. Starkniederschläge sind vor allem ein Sommerphänomen, da die heftigsten Niederschläge oft in Zusammenhang mit Gewittern auftreten. Seltene Ereignisse, die heute z.B. nur alle 100 Jahre vorkommen, treten künftig öfter auf.

Auf der anderen Seite nehmen im Sommer der mittlere Niederschlag und die Anzahl Regentage ab. **Trockenperioden** mit Schwerpunkt im Sommer verlängern sich, wodurch die Wahrscheinlichkeit für sommerliche Waldbrände im Thurgau ansteigt (NCCS 2018).

Für die Entwicklung von **Stürmen** weisen Klimamodelle unterschiedliche Tendenzen auf. Wärmere Luft nimmt mehr Wasserdampf auf und mehr latente Energie befindet sich in der Atmosphäre, weshalb im Allgemeinen davon auszugehen ist, dass künftig Stürme heftiger werden könnten. Des Weiteren liegt die Schweiz an der Grenze der Gebiete mit Zunahme (Nordeuropa) bzw. Abnahme (Südeuropa) der Intensität von Tiefdruckgebieten und der dazugehörigen Sturmwinde. Diese konkurrierenden Faktoren und die Systemkomplexität verunmöglichen eine robuste Aussage zur Veränderung von Stürmen in einem wärmeren Klima zu machen. Für die Simulation von **Gewittern** ist die räumliche Auflösung von Klimamodellen meist zu grob, wodurch es schwierig ist, einen längerfristigen Trend für die Entwicklung von Hagelgewittern zu machen. Im Mittelland bestehen durch die hohe Wertkonzentration und intensive landwirtschaftliche Nutzung grosse Schadenspotenziale, wenn es zu Sturm- und Hagelereignissen kommt (Köllner et al. 2017).

### 7.3.2.2. Prioritäre klimabedingte Risiken und Chancen für den Umgang mit Naturgefahren

Im Folgenden sind die wichtigsten klimabedingten Risiken und Chancen für den Thurgau vertieft erläutert (Tabelle 37):

Tabelle 37: Die wichtigsten klimabedingten Risiken und Chancen im Sektor Umgang mit Naturgefahren.

Grosses Risiko	Mittleres Risiko	Geringes Risiko	Geringe Chance	Mittlere Chance	Grosse Chance
----------------	------------------	-----------------	----------------	-----------------	---------------

Risiko/Chance
<b>1. Sachschäden aufgrund von Hochwasserereignissen oder Starkniederschlägen</b>
<p>Vermehrte Starkniederschlagsereignisse vor allem im Sommer sowie mehr Niederschlag in Form von Regen statt Schnee und frühere Schneeschmelze im Einzugsgebiet der Thur erhöhen das Risiko von Oberflächenabflüssen sowie von Hochwasser und Überschwemmungen.</p> <p>Dadurch mehren sich Schäden an Gebäuden, Fahrzeugen und Infrastrukturen (inkl. Schutzbauten, Wasserver- und -entsorgungsinfrastrukturen) und ökonomische Einbussen durch eingeschränkte Erreichbarkeit und/oder Betriebsunterbrüche. Eine Herausforderung für das Naturgefahrenmanagement stellt das steigende Schadenspotenzial dar, da die Wertedichte im bebauten Raum stetig zunimmt. Für den Bevölkerungsschutz ergeben sich bei Extremwetterereignissen primär bei der Vorbeugung und Bewältigung von Starkregenereignissen besondere Herausforderungen, da diese nicht ortsgenau vorhergesagt werden können und entsprechend die Vorwarnzeit oftmals kurz ist. Lokal können sie unerwartete Ausmasse annehmen. In besiedelten Gebieten ist die Gefahr von Oberflächenabfluss besonders gross, da der Versiegelungsgrad hoch und entsprechend die Aufnahmefähigkeit der Böden verringert ist und</p>

## Risiko/Chance

die Siedlungsentwässerung dafür nicht ausgelegt ist. Unterführungen, Keller und Erdschosse können so in kurzer Zeit unter Wasser gesetzt werden. Des Weiteren können Bäche sehr schnell anschwellen und über die Ufer treten und zu Überschwemmungen führen.

## 2. Sachschäden aufgrund von Sturm- und Hagelaktivität

Die künftige Entwicklung von Sturm- und Gewitteraktivität (inkl. Hagelaktivität) ist unklar, aber auch unter der aktuellen Situation ist das Risiko von Sachschäden mittel bis gross. Im Gebäudereich hängt das Schadensausmass massgeblich von der Empfindlichkeit der Bausubstanz ab. Grosse Ereignisse können Infrastrukturen direkt oder indirekt betreffen (z.B. Unterbruch von wichtigen Verkehrsachsen, Lebensmittelversorgung) und vermehrte Schäden und ökonomische Einbussen verursachen. Lokal können Gewitter mit Hagel sehr heftig ausfallen und erhebliche Schäden verursachen. Hauptsächlich sind Gebäude, landwirtschaftliche Kulturen (im Freien und Gewächshäuser) und Fahrzeuge betroffen (s. Sektor Landwirtschaft und Ernährung) (Köllner et al. 2017).

## 3. Sach- und Personenschäden aufgrund von Hitze, Trockenheit und Waldbränden

Häufigere und längere Hitzeperioden und längere Trockenheitsperioden erhöhen das Risiko für Waldbrände, zumal der Thurgau im schweizweiten Vergleich ein relativ trockener Kanton ist (s. Sektor Wald). In der Trinkwasserversorgung der Gemeinden muss für eine genügende Löschwasserreserve gesorgt werden, um jederzeit ausreichend Löschwasser für Feuerwehreinsätze zur Verfügung zu haben.

Durch Hitze und Trockenheit nehmen künftig auch die Schäden an Erholungsgebieten und Kulturland zu. Hitzebedingte Störungen des Strassen- und Schienenverkehrs durch die Verformung von Strassenbelägen und Schienen treten ebenfalls öfter auf. Ein geringes Risiko besteht durch Hitzebelastung der Bevölkerung, wobei besonders vulnerable Personen (z.B. Kinder, ältere Menschen) gefährdet sind (s. Sektor Gesundheit).

→ Details zur Waldbrandgefahr sind im Sektor Wald beschrieben.

## 4. Abnahme der Schäden und Unterhaltskosten infolge abnehmender Schneefälle

Durch mildere Temperaturen im Winter fällt vermehrt Niederschlag in Form von Regen statt Schnee. Hierdurch nimmt die Wahrscheinlichkeit für eisbedingte Schäden an Strasseninfrastrukturen ab, die Unterhaltskosten u.a. für Strassenräumungen sinken.



### 7.3.2.3. Sektorziele

Der Kanton Thurgau setzt sich im Sektor "Umgang mit Naturgefahren" die folgenden Sektorziele im Bereich Anpassung an den Klimawandel:

Tabelle 38: Sektorziele "Umgang mit Naturgefahren"

Sektorziele Umgang mit Naturgefahren
Die bestehende Gefährdung durch Naturgefahren ist reduziert und die Entstehung neuer Gefährdungen vermieden.
Die Gesellschaft ist bezüglich klimabedingter Gefährdungen durch Naturgefahren sensibilisiert.
Die Grundlagen der natur- und klimabedingten Gefährdungen sind auf dem neuesten Stand gehalten.

### 7.3.2.4. Bestehende Aktivitäten und zusätzlicher Handlungsbedarf

Verschiedene bestehende Aktivitäten und Massnahmen des Kantons Thurgau tragen zur Anpassung an den Klimawandel bei:

#### Hochwasserschutz

- **Messnetze:** Mit hydrometrischen Daten aus den Messnetzen für Fliessgewässer wird die Hoch- und Niederwasserstatistik erstellt. Sie liefern Grundlagendaten für die Erarbeitung von Hochwasserschutzprojekten. Sie bilden auch eine wichtige Grundlage, um Erkenntnisse über den Einfluss des Klimawandels im Thurgau zu gewinnen.
- **Gefahrenkarte:** Der Kanton ist verpflichtet behördenverbindliche Gefahrenkarten zu erstellen. Die Gemeinden überführen diese grundeigentümerverbindlich in die Ortsplanung. Im Rahmen von Baugesuchen ist die Gefahrenkarte zu berücksichtigen.
- **Naturgefahren-Informationen:** Der Kanton Thurgau bietet zurzeit online folgende Naturgefahren-Information an (Thurgau 2021g):
  - Gefahrenkarten im ThurGIS-Viewer als Grundlage für die Richt- und Nutzungsplanung sowie die Beurteilung von Baugesuchen.
  - Gefahrenhinweiskarte auf dem ThurGIS-Viewer zur Erkennung von Gefährdungen ausserhalb Bauzone.
  - Gefahrenhinweiskarte Oberflächenabfluss zur Erkennung von Gefährdung durch Hochwasser aus Oberflächenabfluss.
  - Hydrologische Informationen auf der Webseite hydrodaten.tg.ch mit aktuellen Daten zu Niederschlag, Abfluss und Grundwasser.

- **Gesetz über den Wasserbau und den Schutz vor gravitativen Naturgefahren (WBSNG) und Kantonaler Richtplan:** Der Kanton Thurgau hat mit diesem Gesetz eine aktuelle gesetzliche Grundlage, welche die Zuständigkeit für den Schutz vor gravitativen Naturgefahren sowie deren Finanzierung regelt. In diesem, sowie im Kantonalen Richtplan Kap. 1.11 Naturgefahren, sind die Aufgaben des Kantons sowie der Gemeinden zum Schutz der Menschen sowie von Sachgütern vor Naturgefahren definiert. Die Schutzzielmatrix für Hochwasser im kantonalen Richtplan gibt dem Kanton und den Gemeinden das notwendige Schutzniveau vor.
- **Massnahmen gegen gravitative Naturgefahren:** Gemäss Gesetz über den Wasserbau und den Schutz vor gravitativen Naturgefahren (WBSNG) sind die Gemeinden zuständig für die Überwachung der Gefahrengebiete und zur Ergreifung der erforderlichen Massnahmen zum Schutz vor den übrigen gravitativen Naturgefahren wie Rutschung, Steinschlag etc.
- **Hochwasserschutzkonzept "Thur+":** Das Konzept Thur+ ist die Grundlage für künftige Korrektionsmassnahmen an der Thur.
- **Projekt "Hydrologische Berechnungsknoten Kanton Thurgau":** Bezogen auf alle Fliessgewässer wird eine einheitliche und aktuelle Hochwasserstatistik geschaffen. Diese ist notwendig, um sicherzustellen, dass alle Bauwerke wie Brücken, Durchlässe wie auch die Hochwasserschutzprojekte richtig dimensioniert werden.
- **Integrales Risikomanagement von Naturgefahren:** Gemäss kantonalem Richtplan (Unterkapitel 1.11) leistet die Raumentwicklung einen wesentlichen Beitrag zur Prävention möglicher Schäden durch Naturereignisse und ist ein wichtiger Bestandteil des integralen Risikomanagements. In erster Linie soll mit raumplanerischen Massnahmen wie Ein-, Um-, Auszonungen oder der Sicherung von Freihaltezonen eine angepasste Nutzung sichergestellt werden, die auf die Gefahrensituation Rücksicht nimmt. Damit können bestehende Risiken reduziert und neue vermieden werden. Reicht dies nicht aus, sind technische (Schutzbauten wie Hochwasserschutzdämme, Retentionsräume oder Steinschlagschutznetze) oder organisatorische Massnahmen (z.B. Alarmsysteme) erforderlich.
- **Kantonaler Führungsstab:** Bei langandauernden Hochwassern am Bodensee unterstützt der kantonale Führungsstab regionale Führungsstäbe durch Beratung, kantonsweite Koordination von Einsatzmitteln und -kräften, Abklärungen bezüglich Gesundheitsgefährdung, Beratung und Koordination im Bereich wassergefährdende Flüssigkeiten und Abwasseranlagen sowie der Nachrichtenbeschaffung und Informationsvermittlung und der Ereignisdokumentation.

- **Fachstab Hochwasserdienst Thur:** Das Amt für Bevölkerungsschutz und Armee und das Amt für Umwelt führen gemeinsam den Fachstab Hochwasserdienst Thur. Damit wird sichergestellt, dass im Hochwasserfall Schäden an den Hochwasserschutzbauten der Thur frühzeitig erkannt und präventiv bauliche Massnahmen ergriffen werden, um grossflächige Überschwemmungen aufgrund von Damnbrüchen zu vermeiden.
- **Umgang mit Elementarschäden:** Grundlagen im Umgang mit Elementarschäden werden von Kanton und hauptsächlich von der Vereinigung kantonaler Feuerversicherungen erarbeitet. Die Präventionsstiftung der Kantonalen Gebäudeversicherungen erarbeitet regelmässig Syntheseberichte zu spezifischen Präventionsfragen gegen Elementarschäden, die als Basis für weitere Arbeiten dienen. Die Kantonale Gebäudeversicherung entschädigt für Elementarschäden an Gebäuden im Rahmen der gesetzlichen Bestimmungen und kann nach einem Schadenereignis verlangen, dass Massnahmen zur Schadensprävention umgesetzt werden (z.B. Schwellen gegen Hochwasser). Die Einschätzungen erfolgen fallweise und nicht nach Abschätzungen künftiger Entwicklungen von Klimaszenarien. Die Naturgefahrenkarten bilden bei Baubewilligungsverfahren eine wichtige Grundlage in gefährdeten Zonen.
- **Informationsmaterial der Gebäudeversicherung zu "Schutz vor Naturgefahren":** Die Gebäudeversicherung unterstützt mit Informationsmaterialien die Hauseigentümerinnen und -eigentümer, Bauherrschaften, Fachleute aus Bau und Planung dabei, geeignete Vorkehrungen für naturgefahrnsicheres Bauen zu treffen.

### **Zusätzlicher Handlungsbedarf**

- Die bestehenden Messnetze sind bereits gut etabliert, bedürfen aber weiterentwickelt zu werden (z.B. Hoch- und Niedrigwasser soll zuverlässig erfasst und die entsprechenden statistischen Werte laufend verbessert werden).
- Die Gefahrenkarten des Kantons sind regelmässig sowie auch ereignisbezogen nachzuführen. Die Überarbeitung hat dem aktuellen Stand der Technik zu entsprechen und die neusten Erkenntnisse zu berücksichtigen, z.B. Integration Gefährdung durch Oberflächenabflüsse.
- Es ist sicherzustellen, dass für alle Fliessgewässer Unterhaltskonzepte vorliegen und im Rahmen des Unterhalts berücksichtigt werden.
- Es ist sicherzustellen, dass alle Gemeinden eine Notfallplanung erstellt haben und regelmässig nachführen. Es ist zu prüfen, ob auf der Basis von Niederschlagsprognosen lokale Hochwasserwarnungen für Fliessgewässer erstellt werden können.
- Die "Risiken Thurgau" haben sich gut etabliert, bedürfen aber einer Überarbeitung, wobei die Prozesse, Ressourcen und Massnahmen hinsichtlich Effizienz geprüft werden sollten, dies auch für seltene Ereignisse mit hohem Schadenspotenzial.
- Intensivierung der Beratungs- und Informationstätigkeit bezüglich Naturgefahren
- Ereignisdokumentation von grösseren Schadenereignissen

### 7.3.2.5. Handlungsfelder und Stossrichtungen

Tabelle 39: Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Umgang mit Naturgefahren".

<b>Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Umgang mit Naturgefahren"</b>
<b>Handlungsfeld: Naturgefahrenprävention</b>
<p>Bei der Prävention von Naturgefahren wird zuerst versucht, den Gefahren auszuweichen. Entsprechend wird die Nutzung des Raumes angepasst. Ist dies nicht möglich, kommen Massnahmen baulicher, technischer oder biologischer Art zum Einsatz, welche den gefährlichen Naturprozess abwenden oder dessen Intensität reduzieren sollen (PLANAT 2021). Präventionsmassnahmen dienen dazu, dass keine Gefährdungen durch Naturgefahren entstehen oder sich diese nur begrenzt auswirken (Bundesrat 2012). Die Prävention umfasst die folgenden Handlungsschritte:</p> <p>A) Die Gefahrenbeurteilung aller relevanten Naturgefahrenprozesse erfolgt unter Berücksichtigung der vorhandenen Schutzbauten.</p> <p>B) In der kommunalen Nutzungsplanung wird die Gefährdung gemäss Gefahrenkarte in Form der überlagernden Gefahrenzone berücksichtigt.</p> <p>C) Die Gemeinden prüfen in einer der Notfallplanung die Gefährdung durch Naturgefahren und erstellen eine entsprechende Einsatzplanung zum Schutz der gefährdeten Objekte und Infrastruktur.</p> <p><i>Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel:</i> Gefahrenbeurteilung und Prävention von Naturgefahren werden unter geänderten Klimabedingungen wichtiger. Deren Ausrichtung auf den neuen Stand des Wissens, unter Berücksichtigung des Klimawandels, ermöglichen es, Naturgefahrenrisiken zu mindern.</p> <p><b>Stossrichtungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Weiterentwicklung des bestehenden Messnetzes:</i> Das Messnetze für Niederschlag- Abfluss- und Grundwasser soll für die Erfassung von Extremwerten optimiert und ausgebaut werden. Beispielsweise sollen Abflussmessstellen umgebaut werden, um sicherzustellen, dass Niedrigwasserabflüsse zuverlässig gemessen werden können.</li><li>- <i>Anpassung der Anforderungen der kantonalen Elementarschadenprävention an den neusten Stand der Technik, unter Berücksichtigung des Klimawandels:</i> Für bekannte Gefährdungen müssen Bauherren Objektschutzmassnahmen umsetzen und deren Wirksamkeit nachweisen, welche in der Baubewilligung aufgeführt sind. Die Gebäudeversicherung prüft diese auf Plausibilität. Die Objektschutzpraxis wird mit jener der SIA-Norm abgeglichen.</li><li>- <i>Ausbau/Weiterentwicklung der Methodik zum Erkennen von Naturgefahrenprozessen:</i> Die Gefahrenkarten sollen laufend aktualisiert werden. Aufgrund der Bundesvorgaben ist der Oberflächenabfluss sowie das jeweilige Risiko von Personen- und Sachschäden aufgrund von Naturgefahren in die Gefahrenkarte zu integrieren. Dadurch soll sichergestellt werden, dass Naturgefahrenprozesse umfassend in der Gefahrenkarte abgebildet wer-</li></ul>

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Umgang mit Naturgefahren"

den. Die Berücksichtigung eines möglichen Schadenausmasses im Rahmen der Risiko-  
beurteilung soll gewährleisten, dass Projekte zur Schadensminimierung priorisiert werden  
können.

- *Unterhaltskonzepte für Fliessgewässer:* Mit Unterhaltskonzepten für Fliessgewässer und  
der Festlegungen von Unterhaltsmassnahmen soll die langfristige Funktionstüchtigkeit  
bestehender Schutzbauten (Dämme, Rückhaltebecken etc.), die Sicherung der notwendi-  
gen Abflusskapazität für den Hochwasserfall sowie die Förderung von wertvollen Lebens-  
räumen erhalten und gefördert werden. Es soll sichergestellt werden, dass für jedes  
Fliessgewässer ein Unterhaltskonzept vorliegt.
- *Notfallplanung in allen Gemeinden und regelmässige Nachführung:* In § 25 der Verord-  
nung des Regierungsrates zum Gesetz über den Wasserbau und den Schutz vor gravita-  
tiven Naturgefahren (WBSNV; RB 721.11) ist festgelegt, dass Kanton und Gemeinden in  
ihren Zuständigkeitsbereichen organisatorische und planerische Massnahmen treffen, die  
zur Begrenzung von Schäden infolge von gravitativen Naturgefahren beitragen. Die Not-  
fallplanung ist eine solche Massnahme und umfasst die Vorsorge, die Erhöhung des Be-  
reitschaftsgrades, den Ereignisfall und die Nachsorge. Es ist sicherzustellen, dass alle  
Gemeinden eine Notfallplanung erstellt haben und regelmässig nachführen.
- *Weiterentwicklung der risikobasierten Raumentwicklung in der kantonalen Richtplanung:*  
Eine risikobasierte Raumentwicklung orientiert sich nicht nur an den bestehenden Gefah-  
ren, sondern an den Risiken, die durch neue Nutzungen oder Nutzungsintensivierung  
entstehen können. Sie ermöglicht eine differenziertere Betrachtung der Naturgefahren,  
die über die blossе Überführung der Gefahrenkarten in die Nutzungsplanung hinausgeht.  
Das Konzept des integralen Risikomanagements ist zwar bereits im aktuellen kantonalen  
Richtplan integriert. Es ist aber zu prüfen, ob der kantonale Richtplan diesbezüglich an-  
gepasst werden muss (z. Bsp. mit Kriterien zur Risikobewertung, vgl. kantonaler Richt-  
plan Kanton Freiburg). s. Sektor Raumentwicklung: HF Einbezug von Risiken in der  
Raumentwicklung.
- *Unterstützung bei der Sensibilisierung/Information und Ausbildung der Bevölkerung und  
des Baugewerbes im Bereich Auswirkungen des Klimawandels auf Naturgefahren:* Der  
Kanton informiert die Bevölkerung über die Naturgefahrenrisiken und den Umgang mit  
diesen Risiken, die aufgrund des fortschreitenden Klimawandels wichtiger werden. Die  
Bevölkerung kann somit eigenverantwortlich handeln. Das Baugewerbe kann der Kanton  
in seiner Eigenverantwortung verstärkt unterstützen, indem er Bauherrschaften, Architek-  
tinnen und Architekten, Planende etc. hinsichtlich Objektschutzmassnahmen und Sicher-  
heitsstandards sensibilisiert. Somit ist die Bevölkerung im Ereignisfall besser vor Natur-  
gefahren geschützt.

## Handlungsfeld: Umgang mit Hochwassern und Starkniederschlägen

Im Zuge der Klimaänderung muss mit zunehmender Häufigkeit von Hochwassern und loka-  
len Starkniederschlägen gerechnet werden. Das Schadenspotenzial steigt mit der zuneh-  
menden Wertedichte im bebauten Raum. Insbesondere ist davon auszugehen, dass Schä-  
den infolge Oberflächenabfluss weiter zunehmen. Das Thurtal ist hinsichtlich Überschwem-

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Umgang mit Naturgefahren"

mungen exponiert. Auch für Seegemeinden, vor allem am Untersee, besteht die Wahrscheinlichkeit für Überschwemmungen. Mittels raumplanerischer und baulicher Massnahmen wie Hochwasserschutzprojekten werden die Gewässer sowie die Infrastruktur auf die künftig zu erwartenden intensiveren Starkniederschläge und deren grösser ausfallende Wassermengen optimiert. Für den zukünftigen Hochwasserschutz ist es entscheidend, den Klimawandel zu berücksichtigen.

*Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel:* Mit der Berücksichtigung des Klimawandels im Hochwasserschutz und im Umgang mit Starkniederschlägen können Schäden an Personen und Infrastruktur verringert werden.

### Stossrichtungen:

- *Intensivierung des betrieblichen und baulichen Unterhalts der Gewässer und der Schutzbauten:* Der Kanton und die Gemeinden haben in ihrem Zuständigkeitsbereich sicherzustellen, dass der Hochwasserschutz wie im Rahmen eines Hochwasserschutzprojektes geschaffen, ungeschmälert erhalten bleibt. Durch die Intensivierung des Unterhaltes können die Abflusskapazität besser gewährleistet und die Funktion der Hochwasserschutzbauten erhalten werden. Beispielsweise ist sicherzustellen, dass Hochwasserprofile nicht einwachsen, aufgelandete Vorländer abgetragen, Geschiebesammler geleert, Gewässersohlen nicht auflanden und Hochwasserdämme nicht durch Bewuchs oder Tierbauten geschwächt werden.
- *Intensivierung von Hochwasserschutzmassnahmen an Gewässern:* Defizite im Hochwasserschutz, bspw. zu geringe Abflusskapazität, zu kleine Durchlässe etc., sind durch den Kanton sowie die Gemeinden auf der Basis einer Massnahmenpriorisierung zu beheben und damit die Schutzziele gemäss kantonalem Richtplan zu gewährleisten. Auf der Basis des Konzepts Thur+ hat der Kanton den Hochwasserschutz sowie die Revitalisierungsziele für die Thur in den nächsten Jahrzehnten zu realisieren.
- *Intensivierung von Schutzmassnahmen gegen Oberflächenabfluss:* Bei zukünftigen Massnahmen zum Schutz gegen Naturgefahren ist der Oberflächenabfluss zu berücksichtigen.
- *Schutz vor Überflutung innerhalb von Siedlungen:* Innerhalb von Siedlungen ist eine Überforderung der Siedlungsentwässerung bei Intensivniederschlägen zu vermeiden. Hierzu ist ein Paradigmenwechsel in der Siedlungsplanung, der Siedlungsstruktur und Baukultur (bspw. Schwammstadt) und ein kommunales Risikomanagement für den "Überflutungsschutz" erforderlich (s. HF Siedlungsentwässerung im Sektor Wasserwirtschaft und Hydrologie).
- *Intensivierung der Beratungs- und Informationstätigkeit:* Der Informationsfluss zwischen Bund, Kanton und Gemeinden bezüglich neuer Erkenntnisse hinsichtlich gravitativer Naturgefahren soll verbessert werden. Damit soll sichergestellt werden, dass die Gemeinden in fachlicher und technologischer Hinsicht die neusten Erkenntnisse operativ umsetzen können.
- *Ereignisdokumentation:* Bei grösseren Schadensereignissen durch gravitative Naturgefahren erstellt das Amt für Umwelt Ereignisdokumentationen. Diese Dokumentationen umfassen Daten zu der Ereignisgrösse wie Niederschlagsmengen- und Intensitäten, die

### **Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Umgang mit Naturgefahren"**

Lage der Überflutungsflächen (Überflutungskarten) sowie Schadensanalysen. Die kommunalen Behörden verfügen damit über die grundlegenden Informationen, um präventive Massnahmen zur Verhinderung weitere Schäden zu treffen. Hierbei sind die präventiven organisatorischen Massnahmen im Sinne der kommunalen Notfallplanung als auch technische bauliche Massnahmen gemeint (z.B. Hochwasserschutzprojekte).

#### **Handlungsfeld: Umgang mit Wald- und Flurbränden**

→ Wird im Sektor Wald thematisiert.

### **7.3.2.6. Querschnittsbezüge**

Zwischen dem Sektor "Umgang mit Naturgefahren" und anderen Sektoren in der Anpassung an den Klimawandel bestehen verschiedene Schnittstellen und Bezüge. Diesen Schnittstellen soll im Rahmen der sektorübergreifenden Zusammenarbeit Rechnung getragen werden. Zentral für den Sektor "Umgang mit Naturgefahren" sind folgende Schnittstellen (Tabelle 40):

*Tabelle 40: Schnittstellen zwischen dem Sektor "Umgang mit Naturgefahren" und anderen Sektoren im Bereich der Anpassung an den Klimawandel.*

#### **Schnittstellen des Sektors "Umgang mit Naturgefahren" zu den Sektoren...**

##### **Wasserwirtschaft & Hydrologie**

- Hochwasserschutz und -bewältigung
- Revitalisierung von Gewässern

##### **Landwirtschaft und Ernährung**

- Gewässer- und Abflusskorridore vor Überbauung sichern; (Wieder-)Beanspruchung von Gewässerraum für Hochwasserschutz und oder die Schaffung von Entlastungskorridoren und geplanten Überflutungszonen
- Landwirtschaftliche Nutzung an neue Gefahrenlage anpassen

##### **Wald**

- Erhaltung der Waldfunktionen unter veränderten klimatischen Bedingungen und nach Ereignissen (Trockenheit, Stürme, Waldbrand), v.a. die Waldwirkungen "Erosionsschutz" und "Wasserspeicherung".

##### **Biodiversität**

- Einbezug von ökologischen Aspekten bei der Planung und Gestaltung von Schutz- und Präventionsmassnahmen in den Bereichen Hochwasserschutz und Revitalisierungen
- Prävention und Bekämpfung der Ausbreitung von invasiver Neobiota im Bereich von Schutz- und Präventionsinfrastruktur (v.a. Hochwasserschutz, ingenieurbioologische Massnahmen)

- |  |
|--|
| - Berücksichtigung ökologischer Aspekte bei der Erhaltung der Schutzwaldfunktion in Waldreservaten |
|--|

<b>Raumentwicklung</b>
------------------------

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- Risikobasierte und langfristig ausgerichtete Raumentwicklung als nachhaltiges Instrument der Gefahrenprävention zur Vermeidung bestehender Risiken und Vermeidung neuer Risiken und Sicherung von Freiräumen</li><li>- Hochwasserkorridore, Bodenversiegelung, Oberflächenabflusskarte, Hitze</li></ul> |
|---|

### 7.3.3. Landwirtschaft und Ernährung

#### 7.3.3.1. Auswirkungen des Klimawandels

Die Landwirtschaft im Thurgau steht vor der Herausforderung, sich aufgrund des Klimawandels an verändernde Standortbedingungen anpassen zu müssen. Perioden anhaltender Hitze und Trockenheit stellen die landwirtschaftliche Produktion vor grosse Herausforderungen. Häufigere Extremereignisse wie Starkniederschläge sowie Witterungsextreme (Kälte, Trockenheit, Nässe) setzen landwirtschaftlichen Kulturen zu. Steigende Durchschnittstemperaturen und milde Winter begünstigen die Ausbreitung von Krankheiten und Schädlingen. Erschwerend kommt hinzu, dass der klimatische Trend von besonderen, variablen Witterungsverhältnissen überdeckt werden kann. Diese Variabilität macht es schwierig, geeignete Massnahmen zu treffen und die klimabedingten Risiken verlässlich zu minimieren.

Zusätzlich zu den klimatischen Veränderungen stellen sozioökonomische Rahmenbedingungen die Landwirtschaft vor grosse Herausforderungen. Die grösste Schwierigkeit besteht wohl darin, dass immer weniger Kulturland zur Verfügung steht, zum einen wegen der weiterhin boomenden Bautätigkeit, zum anderen aufgrund zunehmender Extensivierungs-, Renaturierungs- und Revitalisierungsprojekte. Der schwindenden landwirtschaftlichen Nutzfläche stehen die wachsende Bevölkerung und der steigende Nahrungsmittelbedarf entgegen. Den Auftrag der Landwirtschaft, einen signifikanten Beitrag zur Ernährungssicherung zu leisten, wird immer schwieriger zu erfüllen.

Der grösste Teil der Landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) im Thurgau besteht aus Grünflächen (59 %). Der Anteil offener Ackerfläche beträgt 35 % (mit Weizen, Silo-/Grünmais und Zuckerrüben als Hauptkulturen). Dauerkulturen belegen etwa 5 % der LN. Mit diesen pflanzenbaulichen Produktionsstrukturen und in Kombination mit der bedeutsamen Tierhaltung leistet die Thurgauer Landwirtschaft einen überproportional grossen Beitrag zur Ernährungssicherung in der Schweiz. Wegen dieser Produktionsstrukturen ist die Anpassung der Landwirtschaft an den Klimawandel allerdings auch ein besonders komplexes Thema.

Die Landwirtschaft ist darauf angewiesen, dass die natürlichen Ressourcen Boden, Wasser und Luft in ausreichender Quantität und Qualität vorhanden sind. Gleichzeitig ist sie mitverantwortlich dafür, dass die Wasser-, Boden- und Luftqualität erhalten bleibt. Die Landwirtschaft ist also sowohl Verursacherin als auch Betroffene von Beeinträchtigungen der natürlichen Ressourcen. Mit einer standortgerechten Bodenbewirtschaftung leistet die Landwirtschaft einen wichtigen Beitrag zum Erhalt der natürlichen Ressour-



cen. Die Landwirtschaftsflächen standortgerecht zu bewirtschaften bedeutet, die räumlich unterschiedlichen Produktionspotenziale bestmöglich nutzen und gleichzeitig die natürlichen Lebensgrundlagen zu erhalten.

### 7.3.3.2. Prioritäre klimabedingte Risiken und Chancen für die Landwirtschaft und Ernährung

Im Folgenden sind die wichtigsten klimabedingten Risiken und Chancen für den Thurgau vertieft erläutert (Tabelle 45):

Tabelle 41: Die wichtigsten klimabedingten Risiken und Chancen im Sektor "Landwirtschaft und Ernährung".

Grosses Risiko	Mittleres Risiko	Geringes Risiko	Geringe Chance	Mittlere Chance	Grosse Chance
----------------	------------------	-----------------	----------------	-----------------	---------------

Risiko/Chance
<p><b>1. Ertrags- und Qualitätseinbussen im Pflanzenbau durch Trockenheit und Hitze</b></p> <p>Klimawandelbedingte Änderungen des Niederschlagsregimes führen vermehrt zu Niederschlagsdefiziten, welche landwirtschaftliche Trockenheit verursachen. Landwirtschaftliche Trockenheit verursacht Ertragsreduktionen und Qualitätseinbussen im Pflanzenbau; die Ertragssicherheit sinkt. Ohne Bewässerungsmöglichkeit wird der Anbau gewisser Kulturen (z.B. Kartoffeln, Gemüse) erschwert oder verunmöglicht. Hohe Temperaturen verstärken die Trockenheit, indem sie die Wasserverdunstung erhöhen.</p>
<p><b>2. Ertrags- und Qualitätsreduktionen sowie Bewirtschaftungseinschränkungen durch Ausbreitung von Schadorganismen</b></p> <p>Klimatische Veränderungen beeinflussen den Krankheits-, Schädlings- und Unkrautbefall im Pflanzenbau. Je nach Witterung entwickeln sich gewisse Krankheiten und Schädlinge rascher und befallen landwirtschaftlichen Kulturen stärker als bisher. Steigende Durchschnittstemperaturen und milde Winter begünstigen die Ausbreitung neuer Krankheiten, Schädlinge und Unkräuter, die grosse Schäden verursachen können. Nicht immer stehen geeignete Bekämpfungsmöglichkeiten zur Verfügung. Ganze Produktionszweige können gefährdet sein.</p> <p>Auch in der Tierhaltung kann die Ausbreitung neuer (vektorübertragener) Tierkrankheiten durch den Klimawandel begünstigt werden.</p>
<p><b>3. Bodenerosion und Schäden an landwirtschaftlichen Kulturen durch Starkniederschläge oder Hochwasserereignisse</b></p> <p>Intensive oder langanhaltende Niederschläge erhöhen das Risiko von Überschwemmungen und Bodenerosion. Während der vegetationsarmen Zeit (Herbst, Winter) ist das Erosionsrisiko grundsätzlich grösser als während der vegetationsreichen Zeit. Starkniederschläge können allerdings auch dann beträchtliche Schäden an Kulturen und Böden anrichten, z.B. durch</p>

<b>Risiko/Chance</b>
Überschwemmungen, Oberflächenabfluss, stauende Nässe oder Hagelschlag.
<b>4. Leistungseinbussen in der Tierhaltung durch Hitzestress</b>
Hitzestress wirkt sich negativ auf die Tiergesundheit und das Tierwohl aus. Zum einen leiden die Tiere unter direktem, physiologischem Stress. Zum anderen steigt die Anfälligkeit gegenüber Krankheiten und Schädlingen. Der Ertrag und die Qualität der tierischen Produkte sinken. Die Mortalität der Tiere nimmt zu.
<b>5. Strukturelle Probleme durch unzureichende Anpassungsmöglichkeiten gewisser Produktionssysteme oder einzelner Landwirtschaftsbetriebe an die Auswirkungen des Klimawandels</b>
Spezial- und Dauerkulturen (z.B. Obst, Beeren) haben eine grosse Bedeutung in der Thurgauer Landwirtschaft. Für den Anbau von Dauerkulturen sind langfristige Investitionen nötig. Dementsprechend gross ist die Betroffenheit dieser Spezialkulturen durch den Klimawandel. Massnahmen zur Anpassung an den Klimawandel wie etwa der Aufbau einer Bewässerungsinfrastruktur verursachen einen grossen technischen und finanziellen Aufwand. Die Situation wird durch hohe ökologische Erwartungen und Qualitätsanforderungen oder durch sich ändernde Konsumgewohnheiten verschärft.
<b>6. Klimabedingte Import- und Exporteinschränkungen</b>
Preisschwankungen auf den Agrarmärkten als Folge von klimatischen Extremereignissen werden aufgrund der Vernetzung der Märkte lokal stärker spürbar. Die Verfügbarkeit von Produktionsfaktoren (Dünger, Futtermittel, Treibstoffe) kann gestört sein. Die inländische landwirtschaftliche Produktion wird dadurch erschwert oder verteuert. Lieferengpässe bei importierten Nahrungsmitteln können die Ernährungssicherheit gefährden.
<b>7. Ertragssteigerungen im Pflanzenbau aufgrund steigender Durchschnittstemperaturen und längerer Vegetationsperiode</b>
Steigende Durchschnittstemperaturen bewirken längere Vegetationsperioden und höhere Temperatursummen. Das Produktionspotential im Futterbau, bei gewissen Acker- (z.B. Mais) und Spezialkulturen steigt. Auch der Anbau von "neuen", wärmeliebenderen Kulturen wird möglich. Allerdings können die Vorteile längerer Vegetationsperioden nur bei ausreichender Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit sowie bei ausreichender Pflanzengesundheit effektiv genutzt werden.
<b>8. Qualitätssteigerung im Pflanzenbau durch veränderte klimatische Bedingungen möglich</b>
Eine längere Vegetationsperiode und eine längere Sonnenscheindauer können sich unter

<b>Risiko/Chance</b>
Umständen positiv auf die Produktionsqualität landwirtschaftlicher Kulturen auswirken. Allerdings ist zu beachten, dass auch diese Chance nur bei ausreichender Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit sowie bei ausreichender Pflanzengesundheit genutzt werden kann.

### 7.3.3.3. Sektorziele

In Übereinstimmung mit dem "Zukunftsbild Land- und Ernährungswirtschaft Schweiz 2050" des Bundesamts für Landwirtschaft setzt sich der Kanton Thurgau folgende Sektorziele:

*Tabelle 42: Sektorziele "Landwirtschaft und Ernährung"*

<b>Sektorziele Landwirtschaft und Ernährung</b>
Die Thurgauer Landwirtschaft ist vielfältig strukturiert, an die jeweiligen Standortbedingungen angepasst und marktorientiert. Gleichzeitig trägt der Kanton Thurgau zum nationalen Ziel einer inländischen Nahrungsmittelproduktion von mindestens 50 % bei.
Die Bewirtschaftungsmethoden erhalten und fördern die Bodenfruchtbarkeit. Die angebauten Kulturen und Sorten sind bedürfnisgerecht, ressourceneffizient, standortangepasst und widerstandsfähig.
Die Nutztierhaltung ist tierfreundlich. Die eingesetzten Rassen sind widerstandsfähig, standortangepasst und verwerten das Futter effizient.
Landwirtschaft, Verarbeitung und Handel verfolgen eine gemeinsame Qualitätspositionierung und stellen neben Genuss und Herkunft auch Gesundheit, soziale Aspekte und Tierwohl in den Vordergrund.

### 7.3.3.4. Bestehende Aktivitäten und zusätzlicher Handlungsbedarf

#### Grundlagen

- **Landwirtschaftliche Grundbildung am Arenenberg:** In der landwirtschaftlichen Grundbildung am Arenenberg werden theoretische Kenntnisse und praktische Fähigkeiten in den Bereichen Tierhaltung, Pflanzenbau, Landtechnik und Agrarwirtschaft vermittelt. Die ökologischen Zusammenhänge werden erklärt, und es wird aufgezeigt, wie gesunde Nahrungs- und Futtermittel produziert werden, ohne dabei die Umwelt zu belasten.
- **Weiterbildung Landwirtschaft und Ernährung am Arenenberg:** Die Weiterbildung Landwirtschaft vermittelt die Fähigkeiten, welche nötig sind, um einen Landwirtschaftsbetrieb zukunftsorientiert und umweltgerecht zu führen und weiterzuentwickeln. Die Weiterbildung im Bereich Ernährung und Hauswirtschaft setzt sich, unter

anderem, mit gesunder Ernährung, Nachhaltigkeit und rationeller Haushaltsführung auseinander.

- **Landwirtschaftliche Beratung am Arenenberg:** Den Thurgauer Landwirten steht am Arenenberg ein breites Beratungsangebot in Pflanzenbau, Tierhaltung, Energie und Betriebsführung zur Verfügung. Neue Erkenntnisse über Notwendigkeiten und Möglichkeiten zur Anpassung an den Klimawandel fliessen laufend in die Beratung ein und bilden so einen integralen Bestandteil der Beratungstätigkeit.
- **Versuchstätigkeit:** Auf den landwirtschaftlichen Versuchsbetrieben am Arenenberg und in Güttingen sowie auf der Swiss Future Farm in Tänikon werden Innovationen in der Landwirtschaft aktiv vorangetrieben. Der kantonseigene Landwirtschaftsbetrieb Arenenberg ermöglicht einen praxisbezogenen Unterricht und die Untersuchung von Fragestellungen im Ackerbau, in der Milchwirtschaft und im Weinbau. Auf den Versuchsbetrieben Güttingen und Tänikon werden, gemeinsam mit Agroscope und weiteren Partnern, neue, klimaangepasste Produktionstechniken getestet. Auf dem Gutsbetrieb Brunnegg werden, in Kooperation mit dem Pächter, mit Agroscope und weiteren Branchenvertretern (u.a. Forum Ackerbau) Versuche durchgeführt. Auf der Swiss Future Farm in Tänikon besteht eine Kooperation zwischen der GVS Agrar AG, der AGCO Corporation und dem Arenenberg. Die Kooperation dient dazu, aus den Möglichkeiten digitaler Technologien praxisrelevante Lösungen für eine nachhaltige, klimaangepasste Produktion zu schaffen. Mit der Anwendungsregion "smarte Technologien", einem Projekt von Agroscope, Agridea und den Kantonen Thurgau und Schaffhausen wird die Agrarforschung gestärkt, der Wissensaustausch gefördert und die Entwicklung von Lösungen für die landwirtschaftliche Praxis beschleunigt.
- **Pflanzenschutzdienst:** Der Pflanzenschutzdienst des Arenenbergs ist die Fachstelle für Fragen rund um den Pflanzenschutz. Er informiert regelmässig und aktuell und bietet darüber hinaus Unterstützung bei konkreten Fragen im Zusammenhang mit Krankheiten, Schädlingen, invasiven Arten und besonders gefährlichen Schadorganismen.

## Information und Sensibilisierung

- **Fachtagungen, Weiterbildungsanlässe, Beratungsangebote:** Es besteht ein breites Angebot an Informationsveranstaltungen und Weiterbildungsmöglichkeiten mit Themenbezug zur Anpassung an den Klimawandel, welche durch die kantonale Verwaltung und/oder den Arenenberg organisiert werden.
- **Innovationsforum Ernährungswirtschaft:** Das Innovationsforum Ernährungswirtschaft ist eine Tagung im Bereich Agri-Food zur Förderung des Wissens- und Technologietransfers in Tänikon zugunsten der ganzen Wertschöpfungskette von Lebensmitteln. Die Tagung richtet sich an Vertreterinnen und Vertreter aus Forschung, Industrie, Gewerbe, Dienstleistung, Landwirtschaft, Politik und Verwaltung.

- **Kompetenznetzwerk Ernährungswirtschaft:** Das Kompetenznetzwerk Ernährungswirtschaft ist Dienstleister für die Akteure der gesamten Wertschöpfungskette Land- und Ernährungswirtschaft – national wie international. Durch Vernetzung, Beratung, Wissenstransfer und Innovation werden *win-win*-Situationen geschaffen, die zu Beschäftigung und Wertschöpfung in der Branche auch unter geänderten Klimabedingungen führen.
- **Pflanzenschutzinformationen Feldbau/Gemüsebau/Obst/Beeren:** Die Arenenberg-Fachberaterinnen und -berater publizieren regelmässig Berichte, Merkblätter, Anbauinformationen. Die Fachinformationen können auch als News-Mails abonniert werden.
- **Thurgauer Bauer:** Der Thurgauer Bauer ist das Organ des Verbandes Thurgauer Landwirtschaft. Er liefert aktuelle Informationen über landwirtschaftliche und landwirtschaftsnahe Themen. Mitarbeitende des Arenenbergs schreiben regelmässig Artikel zu praxisrelevanten Themen für den Thurgauer Bauer.
- **Trockenheitsbulletins:** Bei akuter Trockenheit publiziert die kantonale Verwaltung Trockenheitsbulletins. Die Bulletins informieren die Öffentlichkeit über das aktuelle Wasserdargebot, die Wetterprognose, das erwartete Trockenheitsrisiko und über allfällige Massnahmen.

## Planungen

- **Brauchwasserversorgungsplanung:** Mit der kantonalen Brauchwasserversorgungsplanung werden ein Massnahmenkatalog und entsprechende Instrumente für eine Brauchwasserversorgung im Kanton entwickelt. Diese sollen die Brauchwasserbeschaffung, -förderung, -speicherung und -verteilung für den zukünftigen Bedarf der Landwirtschaft, des Gewerbes, der Industrie sowie der Bevölkerung in normalen Jahren, aber auch in klimatischen Extremjahren, sicherstellen und eine nachhaltige Bewirtschaftung der Wasserressourcen ermöglichen.
- **Projekt AquaSan:** In der Vergangenheit wurden die Grenzwerte der Gewässerschutzverordnung für Pflanzenschutzmittel in der Salmsacher Aach und des Eschli-baches überschritten. Das Projekt AquaSan hat zum Ziel, den Gewässereintrag von Pflanzenschutzmitteln zu quantifizieren und zu reduzieren. Die Reduktion wird mit praxisnahen und betriebsgerechten Bodenschutzmassnahmen, mit modernen Technologien und Alternativen zu synthetischen Pflanzenschutzmitteln angestrebt. Das Projektgebiet umfasst etwa neunzig Landwirtschaftsbetriebe mit Obst-, Beeren-, Gemüse- und Ackerbau auf einer Gesamtfläche von 2'274 Hektaren.

## Regulative Instrumente

- **Landwirtschaftsgesetz und Direktzahlungsverordnung:** Die Agrarpolitik ist grundsätzlich national geregelt. Das Landwirtschaftsamt Thurgau ist, unter anderem, verantwortlich für den Direktzahlungsvollzug. Im Rahmen der Direktzahlungsverordnung fördern der ökologische Leistungsnachweis und die Ressourceneffizienzbeiträge eine nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen, welche unter geänderten klimatischen Bedingungen besonders relevant ist. Weitere Beiträge unterstützen z.B. Massnahmen zum Erhalt der Biodiversität, der Landschaftsqualität und der Versorgungssicherheit.
- **Bekämpfung von Neobiota:** Regulative Instrumente zur Bekämpfung von Neobiota finden sich auf Bundesebene unter anderem im Umweltschutzgesetz, in der Freisetzungs-, der Pflanzengesundheits- und der Direktzahlungsverordnung, sowie auf kantonaler Ebene in der Landwirtschaftsverordnung.

## Bauliche und technische Massnahmen

- **Förderung von Strukturverbesserungsmassnahmen durch Bund und Kanton:** Das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) und der Kanton unterstützen Massnahmen, die dazu beitragen, Struktur und Wasserhaushalt von Böden zu erhalten und zu verbessern. Die Strukturverbesserungsverordnung bildet die Rechtsgrundlage dafür.
- **Pflanzenschutzoptimierung mit *Precision Farming* (PFLOPF):** Bis 2026 läuft in den Kantonen Aargau, Thurgau und Zürich das Ressourcenprojekt „Optimierung und Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes mit Precision-Farming-Technologien“ (PFLOPF). Das Ziel des Projektes ist, den Pflanzenschutzmitteleinsatz mit technologiebasierten Massnahmen um mindestens 25 Prozent zu reduzieren. Etwa sechzig Landwirtschaftsbetriebe beteiligen sich am Projekt. Auf ungefähr 900 Hektaren Acker-, Gemüse-, Obst- und Rebfläche werden ressourcenschonende Technologien eingesetzt.
- **Teilflächenspezifische N-Düngung mit digitalen Technologien:** Das Projekt ist eine Zusammenarbeit von Agroscope, der ETH Zürich und der Swiss Future Farm. Darin wird untersucht, ob die Stickstoffapplikation mittels Drohnen-, Satellitenbild und Felddaten unter Praxisbedingungen optimiert, und die Stickstoffeffizienz erhöht werden kann. Das Projekt ist Teil der Anwendungsregion "smarte Technologien".
- **Neuer Stall für Milchkühe am Arenenberg:** Im neuen Milchviehstall am Arenenberg wurden sowohl Klimaschutz- als auch Massnahmen zur Anpassung an den Klimawandel umgesetzt. Dank des optimierten Stallklimas verbessert sich beispielsweise die Befindlichkeit der Kühe bei Hitze.

## Zusätzlicher Handlungsbedarf

Die Risiken von Produktionsausfällen durch Witterungseinflüsse, Krankheiten oder Schädlinge werden durch die bestehenden Aktivitäten ungenügend abgedeckt. Vielerorts fehlen Bewässerungsmöglichkeiten. Für eine koordinierte Versorgung der Landwirtschaft mit Brauchwasser wird eine kantonale Bewässerungsstrategie benötigt.

Für eine zielgerichtete Düngung, einen wirksamen, flexiblen Pflanzenschutz und eine effiziente Bewässerung werden bessere Prognosemodelle benötigt. Die Digitalisierung bietet in dieser Hinsicht grosse Chancen – allerdings nur, wenn genügend Daten (z.B. Wetterdaten) in guter Qualität vorhanden sind. Sowohl bei der Datenbeschaffung und der Datenanalyse als auch bei den Instrumenten zur Verbreitung relevanter Resultate besteht Handlungsbedarf.

Die Digitalisierung bietet neue Möglichkeiten für die landwirtschaftliche Betriebsberatung in Hinblick auf langfristige, strukturelle Anpassungen. Informationen über langfristige Veränderungen bei den (klimatischen) Produktionsbedingungen müssen den Landwirtinnen und Landwirten zur Verfügung stehen. Diese Informationen helfen ihnen, die Ausrichtung ihrer Betriebe zu planen und ergänzen das landwirtschaftliche Bildungs- und Beratungsangebot.

### 7.3.3.5. Handlungsfelder und Stossrichtungen

Tabelle 43: Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Landwirtschaft und Ernährung"

<b>Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Landwirtschaft und Ernährung"</b>
<b>Handlungsfeld: Klimaangepasste landwirtschaftliche Strukturen</b>
<p>Die Auswirkungen des Klimawandels sind im Pflanzenbau deutlich spürbar. Die Anpassungsfähigkeit der gegenwärtigen Anbausysteme stösst mancherorts an ihre Grenzen. Die natürlichen Produktionsgrundlagen (Boden, Wasser) werden durch klimatische Extremereignisse beeinträchtigt. Veränderte Rahmenbedingungen gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Art verstärken strukturelle Probleme in der Landwirtschaft.</p> <p>Klimaangepasste landwirtschaftliche Strukturen ermöglichen eine nachhaltige Nutzung der räumlich und zeitlich unterschiedlichen Produktionspotenziale. Die Risikoexposition wird verringert, die Resilienz der Landwirtschaftsbetriebe wird verbessert. Ein nachhaltiges Ernährungssystem trägt dazu bei, die natürlichen Lebensgrundlagen zu erhalten.</p> <p><i>Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel:</i> Risikominimierung und Stärkung der Resilienz landwirtschaftlicher Betriebe</p>
<b>Stossrichtungen:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Zukunftsbild "Landwirtschaft und Ernährung Thurgau 2050" skizzieren:</i> Ein Zukunftsbild "Landwirtschaft und Ernährung Thurgau 2050" wird skizziert. Das Zukunftsbild zeigt, mit welchen Strukturen im Thurgau eine nachhaltige und an den Klimawandel angepasste Land- und Ernährungswirtschaft betrieben werden kann. Es gibt zudem Auskunft über</li></ul>

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Landwirtschaft und Ernährung"

mögliche Umsetzungspfade. Somit legt das Zukunftsbild die Grundlage für koordinierte Aktivitäten im Bereich Anpassung an den Klimawandel.

- *Regionale Diversifizierungsstrategien fördern:* Die landwirtschaftliche Produktion hängt nicht nur von den Standortbedingungen und vom Klima ab, sondern auch von den nachgelagerten Strukturen und den Absatzmöglichkeiten. Mit bestehenden Instrumenten wie der Neuen Regionalpolitik (NRP) des Bundes, Projekten zur regionalen Entwicklung (PRE), und dem Entwicklungsprozess ländlicher Raum (ELR) werden Strategien zur regionalen Diversifizierung und zum Aufbau regionaler Wertschöpfungsketten entwickelt. Die regionalen Diversifizierungsstrategien stellen eine Verbindung zwischen dem Zukunftsbild "Landwirtschaft und Ernährung Thurgau 2050" und der landwirtschaftlichen Praxis her.
- *Kantonale Brauchwasserversorgungsplanung entwickeln:* Die Landwirtschaft im Kanton Thurgau hatte in der jüngeren Vergangenheit gebietsweise mit erheblicher Wasserknappheit zu kämpfen. Bei akuter Wasserknappheit wurden Wasserentnahmen aus Fließgewässern oder Bezüge aus den Trinkwasserversorgungsnetzen eingeschränkt und so die Bewässerung verunmöglicht. Mit dem Projekt "kantonale Brauchwasserversorgungsplanung" wird eine koordinierte Versorgung der Landwirtschaft, des Gewerbes, der Industrie und der Bevölkerung mit Brauchwasser angestrebt. Das regionale Wasserdargebot wird mit dem Wasserbedarf verglichen und eine ressourcenschonende Wasserbewirtschaftung angestrebt. Dort, wo bauliche Massnahmen nötig und möglich sind, um den Wasserbedarf zu decken, werden diese skizziert. Ein besonderes Augenmerk liegt auf der landwirtschaftlichen Bewässerung. Die Kombination besserer Vorhersagemodelle und der Digitalisierung ermöglicht eine bedarfsgerechte, effiziente Bewässerung. (s. Wasserwirtschaft & Hydrologie: HF Wasserressourcenmanagement/Wasserversorgung)

### Handlungsfeld: Klimaangepasste Landwirtschaftspraxis

In Ergänzung zum vorherigen Handlungsfeld beschäftigt sich das Vorliegende mit der Frage, wie negative Auswirkungen des Klimawandels in der landwirtschaftlichen Praxis minimiert werden können. Die zunehmend extremen Witterungsverläufe stellen einerseits den Pflanzenbau vor grosse Herausforderungen. Insbesondere die negativen Auswirkungen von Trockenheit, Hitze und Starkniederschlägen (direkte Effekte), sowie Krankheiten, Schädlinge und Unkräuter (indirekte Effekte) sind von Bedeutung. Andererseits führt die zunehmende Anzahl Hitzetage in den Sommermonaten zu verstärktem Hitzestress bei Nutztieren. Durch den Hitzestress reduziert sich das Wohl, die Gesundheit und die Leistung der Tiere. Da die Fütterung der Nutztiere im Thurgau zu einem grossen Teil auf der regionalen Rau- und Krafftutterproduktion beruht, gefährden klimabedingte Ertragsreduktionen im Pflanzenbau die Futtermittellieferung der Nutztiere.

Damit der Pflanzenbau "klimafit" wird, müssen die Anbausysteme widerstandsfähiger gestaltet werden. Bodenschonende, wassersparende Anbautechniken für stresstolerante Sorten sind ebenso gefragt wie zusätzlicher Witterungsschutz bei Spezialkulturen. Des Weiteren müssen die Landwirtinnen und Landwirte in der Lage sein, klimawandelbedingte Herausfor-



## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Landwirtschaft und Ernährung"

derungen im Pflanzenschutz wirksam, effizient und umweltschonend zu meistern. Regulatorische Anpassungen sind nötig, um beispielsweise resiliente Produktionssysteme zu fördern oder um flexiblere Fruchtfolgen zu ermöglichen. In der Tierhaltung gilt es in erster Linie Hitzestress bei Nutztieren zu verhindern oder zu reduzieren.

*Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel:* Stärkung der Widerstandsfähigkeit der Anbausysteme

### Stossrichtungen:

- *Anbausysteme resilienter gestalten:* Auf intensive Niederschläge folgt eine Periode anhaltender Trockenheit. Hagelschlag oder starker Krankheits- oder Schädlingsbefall kann ganze Ernten vernichten. Je nach Kultur und Anbausystem fallen Anpassungsmassnahmen unterschiedlich aus. Während im Acker- und Gemüsebau bodenschonende und wassersparende Bodenbearbeitungsmethoden wichtiger werden, gewinnt beispielsweise im Obstbau der Witterungsschutz weiter an Bedeutung. Bei allen Kulturen werden krankheitsresistente, stresstolerante Sorten benötigt. Digitale Boden- und Düngerkarten sollen eine wirksame und nachhaltige Bewirtschaftung unterstützen. Für jedes Anbausystem sollen Möglichkeiten geprüft werden, die der Anpassung an klimawandelbedingte Herausforderungen dienen und gleichzeitig der Gefahr von Bodenerosion entgegenwirken und die Fruchtbarkeit der landwirtschaftlich genutzten Böden langfristig erhalten.
- *Integrierten Pflanzenschutz fördern:* Der Pflanzenschutz muss nicht nur ökologischer werden, sondern auch flexibler, um zeitlich und räumlich stärker variierenden Epidemien gewachsen zu sein. Verlässliche, digitale Prognosemodelle werden als Grundlage für einen wirksamen und effizienten Pflanzenschutz benötigt. Durch Versuchs- und Beratungstätigkeit können nachhaltige Bekämpfungsprogramme geprüft und in die Praxis übertragen werden. Überregionale und interkantonale Bemühungen für das Monitoring neu auftretender Schadorganismen werden aktiv unterstützt.
- *Hitzestress in der Tierhaltung reduzieren:* Hohe Temperaturen machen besonders den Milchkühen zu schaffen. Beim Bau neuer Ställe können die Anforderungen an das Tierwohl problemlos berücksichtigt werden. Doch auch bei bestehenden Ställen helfen bauliche Veränderungen und technische Massnahmen, den Hitzestress der Tiere zu verringern. Darüber hinaus spielt das Weidemanagement eine wichtige Rolle bei der Vermeidung von Hitzestress. Das Risiko von Unterbrüchen in der Elektrizitäts- und Wasserversorgung muss mitberücksichtigt werden. Bestehende finanzielle Beiträge (Direktzahlungen) wie BTS und RAUS sollen im Austausch zwischen den Kantonen und mit dem BLW weiterentwickelt werden. Den Landwirtinnen und Landwirten wird die Verwendung langlebiger, robuster Tierrassen empfohlen.

## Handlungsfeld: Verarbeitung, Handel und Transport

Eine wirksame Anpassung des Ernährungssystems an den Klimawandel setzt voraus, dass die Nahrungsmittelverarbeitung und der Handel die Bemühungen der Primärproduktion unterstützen. Eine gemeinsame Produkt- und Qualitätspositionierung stellt, nebst Genuss und Herkunft, auch Gesundheit, soziale Aspekte und Tierwohl in den Vordergrund. Der Detailhandel bietet eine breite Auswahl entsprechend positionierter Produkte an. Die Konsumentinnen und Konsumenten kaufen nachhaltig und tierfreundlich hergestellte Lebensmittel und

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Landwirtschaft und Ernährung"

bevorzugen dabei regional oder zumindest im Inland erzeugte Produkte. Die Umwelt- und Sozialkosten sind in den Marktpreisen der Lebensmittel berücksichtigt und es besteht für die Konsumentinnen und Konsumenten Transparenz hinsichtlich der ökologischen und sozialen Auswirkungen ihres Konsums.

*Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel:* Einbezug der ganzen Wertschöpfungskette in den Prozess zur Anpassung des Ernährungssystems an den Klimawandel.

### Stossrichtungen:

- *Den Konsum klimaangepasster Produkte und Sorten fördern:* Das Handlungsfeld "klimaangepasste Landwirtschaftspraxis" zielt darauf ab, die Primärproduktion dem fortschreitenden Klimawandel anzupassen. Die dazu nötigen Anpassungen ergeben nur dann Sinn, wenn die Produkte weiterverarbeitet, verkauft und konsumiert werden. Was nützen etwa neue, robuste Sorten, wenn sie vom Handel oder von den Konsumenten abgelehnt werden? – Die kantonale Verwaltung prüft Möglichkeiten, wie der Konsum klimaangepasster Produkte und Sorten gefördert werden kann. Der Austausch mit Branchenvertretern ist dabei zentral.
- *Den Konsumentinnen und Konsumenten realistische Qualitätserwartungen vermitteln:* Der fortschreitende Klimawandel und die davon verursachten Witterungsextreme führen zu grossen Qualitätsschwankungen bei landwirtschaftlichen Produkten. Bei ästhetischen Mängeln ist die Toleranz aus ernährungstechnischer Sicht gross, bei anderen besteht eine geringere Toleranz oder gar keine. Im Austausch mit Branchenvertretern prüft die kantonale Verwaltung Möglichkeiten, wie die Qualitätspositionierung der Produkte (insbesondere Frischprodukte wie Gemüse und Obst) verbessert werden kann.

## Handlungsfeld: Forschung, Bildung und Beratung

Forschung, Bildung und Beratung arbeiten bei der Anpassung der Thurgauer Landwirtschaft an den Klimawandel eng zusammen. Die Beratung ist in stetigem Austausch mit der Forschung und der Praxis und fungiert dadurch als Schaltstelle für den Dialog zwischen den Akteuren. Die Rahmenbedingungen für das gemeinsame Suchen von Lösungen für die Anpassung an den Klimawandel werden dadurch geschaffen. Die Berater bilden sich laufend weiter und können die Landwirte kompetent unterstützen. In der Ausbildung werden zukünftige Landwirtinnen und Landwirte befähigt, Aspekte der Anpassungen an den Klimawandel bei ihrem Handeln zu berücksichtigen.

*Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel:* Stärkung des Wissens zur Anpassung an den Klimawandel in der Landwirtschaft

### Stossrichtungen:

- *Anpassung an den Klimawandel in der landwirtschaftlichen Bildung und Beratung vertiefen:* Landwirtschaft und Anpassung an den Klimawandel sind untrennbar miteinander verbunden. Landwirtschaft zu betreiben bedeutet immer auch Anpassung an den Klimawandel zu betreiben. Das Thema Anpassung an den Klimawandel war schon immer ein wichtiges Thema der landwirtschaftlichen Bildung und Beratung. Dennoch gilt es, die Anpassung an den Klimawandel in diesen Bereichen vertieft zu be-

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Landwirtschaft und Ernährung"

handeln. Zielkonflikte müssen ebenso aufgezeigt werden wie Handlungsoptionen. Die Erkenntnisse aus der Klimaforschung, der landwirtschaftlichen Forschung und anderen relevanten Forschungsgebieten müssen weiterhin in die Bildungs- und Beratungsangebote einfließen. Von besonderer Bedeutung sind dabei Aspekte der Digitalisierung, Prognosemodelle, Bewässerungstechniken und klimaschonende Anbausysteme. Eine grosse Herausforderung für die Lehr- und Beratungspersonen besteht darin, zur Förderung einer nachhaltigen Landwirtschaft, langfristige Vorteile stärker zu gewichten als kurzfristige Nachteile.

- *Vernetzung und Wissensaustausch ermöglichen:* Viele Ideen und Lösungsansätze für die Anpassung an den Klimawandel sind vorhanden, werden diskutiert und ausprobiert. Alle bisher besprochenen Themen, und vielleicht auch weitere, sind betroffen. Wichtig ist, dass interessierte Landwirtinnen und Landwirte und Personen aus den nachgelagerten Bereichen der Wertschöpfungskette mit anderen Personen in Kontakt kommen und ihr Wissen und ihre Erfahrungen austauschen können. Das Innovationsforum Ernährungswirtschaft und das Kompetenznetzwerk Ernährung sind Beispiele zweier attraktiver bestehender Plattformen.

In Absprache mit der landwirtschaftlichen Beratung und mit anderen Institutionen ist zu prüfen, ob für die kantonale Verwaltung Handlungsmöglichkeiten bestehen, um die Vernetzung und den Wissensaustausch zielgerichtet zu unterstützen.

- *Forschung und Innovation fördern:* Die Zusammenarbeit mit der Forschung auf nationaler Ebene (insbesondere Agroscope, FiBL, ETH) wird weitergeführt und gepflegt. Auch auf kantonaler Ebene wird die Forschungstätigkeit auf den Versuchsbetrieben weitergeführt. Die Forschungs- und Versuchstätigkeit betrifft alle, für die landwirtschaftliche Produktion relevanten Bereiche, z.B. Tierhaltungssysteme und Herdenmanagement, sowie Techniken des Pflanzenbaus und die Sortenwahl. Neue Erkenntnisse im Bereich Anpassung an den Klimawandel sollen, nach erfolgreicher Prüfung, in die Praxis übertragen werden, damit alle Akteure des Ernährungssystems einen Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel leisten können.

### 7.3.3.6. Querschnittsbezüge

Zwischen dem Sektor "Landwirtschaft und Ernährung" und anderen Sektoren im Klimaschutz und in der Anpassung an den Klimawandel bestehen verschiedene Schnittstellen und Bezüge. Diesen Schnittstellen soll im Rahmen der sektorübergreifenden Zusammenarbeit Rechnung getragen werden. Zentral für den Sektor "Landwirtschaft und Ernährung" im Teil Anpassung an den Klimawandel sind folgende Schnittstellen (Tabelle 44). Schnittstellen im Teil Klimaschutz sind in Kapitel 6.3.5.5. geschildert.

Tabelle 44: Schnittstellen zwischen dem Sektor "Landwirtschaft und Ernährung" und anderen Sektoren in der Anpassung an den Klimawandel.

<b>Schnittstellen des Sektors "Landwirtschaft und Ernährung" zu den Sektoren...</b>
<p><b>Wasserwirtschaft und Hydrologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Landwirtschaftliche Wassernutzung, Brauchwasserverteilung ausserhalb der Bauzone</li> <li>- Stofftransport durch Niederschlag und Bewässerung (Eintrag von Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln in Gewässer)</li> </ul>
<p><b>Umgang mit Naturgefahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Flächenkonkurrenz zwischen Sicherung Gewässerraum für Hochwasserschutz, Entlastungskorridore und landwirtschaftlicher Nutzung</li> <li>- Landwirtschaftliche Nutzung an neue Gefahrenlage anpassen</li> </ul>
<p><b>Biodiversität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prävention und Bekämpfung invasiver Neobiota und Schadorganismen in der Landwirtschaft</li> <li>- Sicherstellung vielfältiger Landschaften im Miteinander von Lebensmittelproduktion und ökologischer Vernetzung</li> <li>- Auswirkungen auf aquatische Lebensräume bei Wasserentnahme aus Bewässerung und Eintrag von Nährstoffen, Pflanzenschutzmitteln in Gewässer</li> </ul>
<p><b>Gesundheit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Überwachung, Prävention und Bekämpfung neu auftretender, potenziell gesundheitsschädigender Arten bzw. Vektoren/Wirtstieren für Infektionserreger</li> </ul>
<p><b>Raumentwicklung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Flächen sichern für deren gemeinsame Nutzung für Landwirtschaft und Raumnutzungen für Anpassung an den Klimawandel</li> </ul>

#### 7.3.4. Wald

Im Wald sind Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel eng verbunden, da nur ein gesunder, klimaangepasster Wald eine Senkenfunktion erfüllen kann. Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel werden deshalb mit dem Ziel der langfristigen Erhaltung der Waldfunktionen integral betrachtet.

##### 7.3.4.1. Auswirkungen des Klimawandels

Mit ca. 21 % Waldanteil an der Gesamtkantonsfläche gehört der Thurgau zu den waldarmen Kantonen. 56 % des Thurgauer Waldes sind in privatem, 44 % in öffentlichem Besitz (Bürgergemeinden und Gemeinden, Kooperationen, Kanton und Bund). Damit hat der Thurgau im interkantonalen Vergleich einen sehr hohen Privatwaldanteil. Der

Klimawandel gefährdet die Waldfunktionen. Abnehmende Niederschläge und höhere Temperaturen, kombiniert mit einer höheren Verdunstung, führen zu häufigeren und längeren Trockenperioden, besonders im Sommer. Diese klimabedingten Veränderungen belasten Bäume zunehmend stärker und führen wiederum zu einer höheren Baumsterblichkeit infolge Schwächung durch Wassermangel (Austrocknung vom Pflanzengewebe und Unterbrechung der Wasserzufuhr) und letztlich zu Beeinträchtigungen von Waldbeständen (z.B. Borkenkäfer oder Pilze) (NCCS 2018a). Wissenschaftlich ist das Wissen im Bereich Wald und Klimawandel mit Abschluss des Forschungsprogramms Wald und Klimawandel (Pluess et al. 2016) und der interkantonalen Walddauerbeobachtung gut abgestützt. Die klimabedingte Veränderung der Waldstandorte, das immer häufigere Auftreten invasiver Arten und Massenvermehrungen einheimischer Schadorganismen (bspw. Borkenkäfer) und die temperatur- und trockenheitsgesteuerte Veränderung mikrobiell angetriebener biogeochemischer Kreisläufe, u.a. die Aktivität im Boden, können sich ökologisch und ökonomisch stark auswirken. Baumarten mit vergleichsweise geringen Standortansprüchen (v.a. bezüglich Sommertrockenheit) können wahrscheinlich besser mit der kommenden Klimaveränderung umgehen, und künftig häufiger vorkommen. Die Fichte (33 % des Holzvorrats im Thurgau) mit ihrem flachen Wurzelwerk ist an wärmeren Lagen bereits heute und durch die künftig zunehmende Sommertrockenheit noch mehr gefährdet. Hinzu kommen Umweltfaktoren wie ein hoher Stickstoffeintrag, der kombiniert mit Sommertrockenheit gemäss den Ergebnissen der interkantonalen Walddauerbeobachtung zu einer höheren Mortalität bei der Fichte führt. Es ist zu vermuten, dass mit der künftig vermehrt auftretenden Sommertrockenheit langfristig der Holzzuwachs zurückgehen und sich ein geringerer Vorrat einstellen dürfte. Damit würde sich die Holzproduktion verringern und der Wald weniger Kohlenstoff binden. Mit etwa 10 % ist der Anteil Schutzwald im Thurgau aus nationaler Sicht vergleichsweise gering. Seine Funktion liegt fast ausschliesslich in der Verstärkung des Bodens zum Schutz vor Erosion und Rutschungen. Grundsätzlich wäre hierzu eine möglichst dichte und dauernde Bestockung in Schutzwäldern erwünscht. Es ist zu vermuten, dass dieses waldbauliche Ziel künftig in geringerem Masse erfüllbar sein wird. Mit zunehmenden Temperaturen, längeren und häufigeren Trockenperioden erhöht sich schlussendlich auch die Waldbrandgefahr.

#### 7.3.4.2. Prioritäre klimabedingte Risiken und Chancen für den Wald

Im Folgenden sind die wichtigsten klimabedingten Risiken und Chancen für den Thurgau vertieft erläutert (Tabelle 45):

Tabelle 45: Die wichtigsten klimabedingten Risiken und Chancen im Sektor "Wald".

Grosses Risiko	Mittleres Risiko	Geringes Risiko	Geringe Chance	Mittlere Chance	Grosse Chance
<b>Risiko/Chance</b>					
<b>1. Veränderung der Holzproduktion/Ertragseinbussen in der Waldwirtschaft</b>					
Mit dem Klimawandel und den damit einhergehenden höheren Temperaturen ändert sich die Standorteignung wichtiger Baumarten und damit auch die Anteile der einzelnen Baumarten					

## Risiko/Chance

am Gesamtvorrat. Allen voran der Anteil der Fichte, der heute noch einen Drittel des Gesamtvorrats im Thurgau ausmacht, wird massgeblich abnehmen. Die heute noch stark auf die Fichte ausgerichtete Holzwirtschaft könnte mit Abnahme des Rohstoffs in einen Engpass laufen. Gemäss Ressourcenpolitik Holz 2030 soll die Verwendung von Schweizer Holz und Holzprodukten zunehmen. Dies ist nur mit einer Ausrichtung der Holzwirtschaft auf die künftig im Wald vorhandenen Baumarten möglich.

## 2. Negative Effekte vermehrter Trocken- und Hitzeperioden

Mit fortschreitendem Klimawandel ist mit zunehmenden Hitze- und Trockenperioden im Sommer zu rechnen. Betreffend Trockenheit sind vor allem mit Fichten bestockte Flächen in den tieferen Lagen gefährdet, zumal mit dem damit einhergehenden Trockenstress die Abwehrfähigkeit der Fichte gegenüber Schadenorganismen wie dem Borkenkäfer stark geschwächt ist. Ebenso sind auf Schotterböden stockende Wälder, wie beispielsweise im Raum Diessenhofen, wegen der raschen Austrocknung dieser Böden besonders gefährdet. Mit vermehrter Sommertrockenheit geht ein vermindertes Wachstum, u.a. wegen geschädigter Leitgefässe, und eine höhere Mortalität der Bäume einher. Hiervon sind v.a. die Nutz- und die Schutzfunktion des Waldes negativ beeinflusst. Auch wenn im Thurgau keine grösseren, zusammenhängenden Waldflächen bestehen, ist künftig mit einem mittleren Risiko bei der Waldbrandgefahr durch vermehrte und längere Trocken- und Hitzeperioden zu rechnen, wovon auch Siedlungen in Waldesnähe betroffen sein können. Hierbei ist der Mensch als Auslöser von Waldbränden berücksichtigt, der schweizweit für mehr als die Hälfte der Waldbrände verantwortlich ist. Vor dem Hintergrund steigender Freizeitaktivitäten im Wald wird seine Rolle beim Umgang mit Feuer im Wald noch wichtiger.

## 3. Ausbreitung von Schadorganismen

Der Klimawandel in Kombination mit den stetig zunehmenden internationalen Handels- und Personenströmen führt dazu, dass mehr Arten neue Lebensräume erreichen, sich dort etablieren und zum Teil ein erhebliches Risiko für den Wald und die Waldfunktionen darstellen können. Etablieren sich solche Schadorganismen, Krankheitserreger und invasive Arten, kann dies grosse Schäden mit sich bringen, wie etwa das Eschentriebsterben oder der Asiatische Laubbockkäfer zeigen. Aber auch heimische Schadorganismen wie der Borkenkäfer bei der Fichte profitieren von veränderten Klimabedingungen, die Massenvermehrungen begünstigen.

## 4. Beeinträchtigung der Speicher-Leistungen des Waldes

Der Wald dient sowohl als CO<sub>2</sub>- wie auch als Trinkwasserspeicher. Mit zunehmender Sommertrockenheit ist der Zuwachs reduziert und weniger CO<sub>2</sub> wird fixiert. Die Leistung des Waldes als Trinkwasserspeicher und -filter erhält mit zunehmender Sommertrockenheit noch mehr Bedeutung. Sehr trockene Böden haben wasserabweisende Eigenschaften und nehmen bei Niederschlag Wasser erst mit Verzögerung auf. Dies kann die Wasserspeicherung hemmen und die Erosion erhöhen.

### 7.3.4.3. Sektorziele

Der Kanton Thurgau setzt sich im Sektor "Wald" die folgenden Sektorziele:

Tabelle 46: Sektorziele "Wald"

Sektorziele Wald
Der Wald ist vital, vielfältig und mit standortgerechten, wärme- und trockenheitstoleranten Baumarten bestockt. Durch den Klimawandel begünstigte negative Umwelteinflüsse sind minimiert.

### 7.3.4.4. Bestehende Aktivitäten und zusätzlicher Handlungsbedarf

Verschiedene bestehende Aktivitäten und Massnahmen des Kantons Thurgau im Bereich Wald tragen schon zur Anpassung an den Klimawandel bei:

- **Waldstandortkarte:** Sie weist den Thurgauer Wald flächendeckend, abhängig von Umweltfaktoren wie z.B. Lokalklima, Geländeform, Boden, Gesteinsunterlage und Pflanzenarten, unterschiedliche Waldgesellschaften zu. Für jede Waldgesellschaft ist für den damit charakterisierten Standort die Palette typischerweise anzutreffender Baumarten beschrieben. Die Wahl standortgerechter Baumarten richtet sich nach der lokal vorkommenden Waldgesellschaft.
- **Strategiepapier "Waldbau und Klimaveränderung":** Das Strategiepapier entwickelt praktikable und zweckmässige Massnahmen für den Wald im Thurgau, um mit möglichen klimabedingten Veränderungen und deren Auswirkungen auf den Wald umgehen zu können. Die Empfehlungen richten sich nach den waldbaulichen Zielen, Vielfalt, Naturnähe, Vitalität und Stabilität von Wäldern zu erhalten und fördern, um so klimabedingte Risiken zu minimieren. Der Naturnähe wird mit der Förderung standortgerechter Baumarten gemäss Waldstandortkarte entsprochen.
- **Waldentwicklungsplan (WEP) Thurgau 2020:** Er stellt die verschiedenen öffentlichen Interessen am Wald sicher und garantiert eine einheitliche Planung über einen Zeitraum von 20-25 Jahren. Er enthält Karten zu Waldfunktionen und berücksichtigt die klimabedingten Auswirkungen auf Wälder. In sechs Handlungsfeldern für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung wurden behördenverbindliche, kantonale Grundsätze und Ziele festgelegt und Massnahmen vorgeschlagen. Die Umsetzung des WEP erfolgt über Ausführungspläne, Verträge, Verfügungen und Projekte.
- **Interkantonale Walddauerbeobachtung:** Der Kanton Thurgau trägt mit sechs Beobachtungsflächen seit mittlerweile 15 Jahren zur Interkantonalen Walddauerbeobachtung mit rund 190 Flächen bei. Mit wissenschaftlichen Methoden werden auf diesen Flächen der Gesundheitszustand der Bäume wie auch viele Umweltparameter erfasst. Die Zeitreihe erlaubt das Erkennen von Veränderungen. Zudem können Beziehungen zwischen dem Gesundheitszustand und Umweltparametern hergeleitet werden. Bezüglich Untersuchung der Folgen des Klimawandels sind vor allem Trockenheitsparameter von Bedeutung.

- **Projekt zur Gewährleistung einer effektiven Interventionsorganisation im Waldbrandbereich:** Die heutige Interventionsorganisation (Feuerwehren) ist noch nicht ausreichend für künftige Waldbrandrisiken gewappnet. Um dies zu verbessern und Massnahmen zur Reduktion von Waldbrandrisiken zu treffen, ist das erwähnte Projekt in Gange.

### Zusätzlicher Handlungsbedarf

Die künftig erwarteten Klimaveränderungen liefern ein Argument, die heutige waldbauliche Stossrichtung beizubehalten und zu intensivieren. Die bestehende Strategie und die darauf basierenden Massnahmen machen den Thurgauer Wald klimatauglicher und tragen so zur Minderung klimabedingter Risiken bei. Die Aufgaben des Kantons liegen dabei in der Information, Beratung und im Setzen finanzieller Anreize mit Beitragsinstrumenten. Die neusten Erkenntnisse über klimabedingte Auswirkungen auf den Wald sollen in die Planungen und Umsetzungen einfliessen, wobei die bestehenden Aktivitäten weiterhin konsequent umgesetzt werden müssen. Auch bei der Gefahrenprävention im Waldbrandbereich sollen die angestossenen Bestrebungen weiterverfolgt und gegebenenfalls verstärkt auf die künftige Gefahrenlage ausgerichtet werden.

Die nachfolgend beschriebenen Handlungsfelder und Stossrichtungen bauen auf den bestehenden Instrumenten und Aktivitäten des Kantons Thurgau auf.

### 7.3.4.5. Handlungsfelder und Stossrichtungen

Tabelle 47: Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Wald".

<b>Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Wald"</b>
<b>Handlungsfeld: Klimatauglicher Wald</b>
<p>Der Klimawandel verändert wichtige ökologische Rahmenbedingungen für Wälder. Im Sinne der nachhaltigen Waldbewirtschaftung haben die Verantwortlichen die Aufgabe, die sich daraus ergebenden Risiken für die Wälder frühzeitig zu erkennen und zu minimieren sowie den Wald, gemäss den waldbaulichen Zielen der Strategie "Waldbau und Klimaveränderung" klimatauglich zu machen. Aktionismus ist allerdings fehl am Platz, zumal im Falle der Sommer-trockenheit bislang vor allem die alten Bäume litten. Vielmehr sollen Gelegenheiten wie die Wiederbewaldung von Schadensflächen (Sturm, Borkenkäfer, etc.) für die Anpassung der Baumartenmischung an den Klimawandel genutzt werden. Ansonsten sollen die Kräfte auf die Umwandlung sogenannter klimasensitiver Bestände gerichtet werden, die aufgrund ungünstiger Baumartenmischung potenziell besonders gefährdet sind. Grundlage für alle Massnahmen bildet die Waldstandortkarte, welche die Herleitung der für die lokalen Gegebenheiten typischerweise vorkommenden Baumarten ermöglicht. D.h., es gibt keine pauschale Baumartempfehlung, diese ist vom Waldstandort abhängig.</p> <p><i>Beitrag Anpassung an den Klimawandel:</i> Durch die Förderung von Vielfalt und standortgerechten Baumarten wird die Widerstandskraft der Wälder gegenüber dem fortschreitenden Klimawandel gestärkt und Wälder können ihre verschiedenen Funktionen und Ökosystemleistungen auch künftig erbringen.</p>



## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Wald"

### Stossrichtungen:

- *Naturnaher Waldbau*: Standortgerechte, einheimische Baumarten sollen gemäss Waldstandortkarte gefördert werden. Zwecks guter Risikostreuung ist auf Baumartenvielfalt zu setzen. Der Kanton kann dies in folgenden Bereichen unterstützen:
  - Umsetzung von Forschungsergebnissen betreffend Wald und Klimawandel (Pluess et al. 2016) durch Weiterbildung von Förstern und Waldeigentümern: Das Forstamt hat bereits in der nahen Vergangenheit Weiterbildungskurse betreffend Wald und Klimawandel organisiert. Zudem ist die Umsetzung der sogenannten Tree-App für den Kanton Thurgau in Gange, die basierend auf der forstlichen Standortkarte flächendeckend eine Baumartenempfehlung unter Berücksichtigung des künftig erwarteten Klimas erlaubt. Diese Aktivitäten sollen künftig verstärkt werden.
  - Systematische Herleitung klimasensitiver Waldbestände (Huber et al. 2021): Dies sind Bestände auf Standorten, die sich mit dem Klimawandel stark verändern können und sich durch eine für diese Veränderung ungünstige Baumartenzusammensetzung auszeichnen. Für diese Flächen ist der Handlungsbedarf für eine Waldumwandlung erhöht.
  - Es sollen grundsätzlich Massnahmen zur Förderung naturnaher Bestockungen mit finanziellen Anreizen unterstützt werden. Im Speziellen ist der Erhalt, bzw. die Erhöhung der Baumartenvielfalt sowie das Einbringen und die Förderung anpassungsfähiger Baumarten anzustreben. Wo sinnvoll (klimasensitive Waldbestände) soll auch ein Fällen vor Hiebsreife unterstützt werden. Die bestehenden Beitragsinstrumente (Forstamt Thurgau 2020) verfolgen bereits Grossteils obengenannte Ziele. Mit der künftigen Verfügbarkeit weiterer Grundlagen betreffend Wald und Klimawandel sollen die Instrumente künftig weiterverbessert werden.

### Handlungsfeld: Verminderung der negativen Umwelteinflüsse auf den Wald

Vermehrte Trocken- und Hitzephasen machen Bäume anfälliger für den Befall von Schädlingen und Krankheiten. Auch begünstigt der Klimawandel die Ansiedlung und Ausbreitung invasiver Neobiota. Zudem erhöht sich künftig mit zunehmender Sommertrockenheit die Waldbrandgefahr. Massnahmen für einen klimatauglichen Wald sollen gefördert werden (s. HF "Klimatauglicher Wald"). Neben Baumartenvielfalt soll auch die genetische Vielfalt gefördert werden. Mit diesen Massnahmen wird eine zweistufige Risikoverteilung angestrebt mit Förderung der Baumartenvielfalt auf der ersten und der Förderung der genetischen Vielfalt innerhalb von Baumarten auf der zweiten Stufe. Die Waldbrandgefahr ist räumlich vor allem nach der Siedlungsnähe, dem Schutzwaldstatus und in Abhängigkeit der Zugänglichkeit des Waldes für die Brandbekämpfung zu gewichten. Grundsätzlich ist der Thurgauer Wald sehr gut mit LKW-befahrten Waldstrassen erschlossen. Es gibt schlechter erschlossene Gebiete, beispielsweise im Raum Fischingen, wo die Brandbekämpfung vermutlich schwieriger wäre. Herausfordernd ist die Bereitstellung ausreichender Wasserspeichermöglichkeiten in Trockenperioden für die Brandbekämpfung. Des Weiteren kann bei starker Rauchentwicklung die Gesundheit der Bevölkerung beeinträchtigt werden. Im Ereignisfall ist innert kurzer

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Wald"

Zeit geeignetes Material zur Waldbrandbekämpfung in ausreichenden Mengen bereitzustellen.

*Beitrag Anpassung an den Klimawandel:* S. HF "Klimatauglicher Wald". Mit der Minimierung negativer Umwelteinflüsse kann der Wald seine Funktionen und Leistungen besser erbringen.

### Stossrichtungen:

- *Prüfung/Entwicklung einer Strategie für den Umgang mit Waldbränden:* Zwecks Prüfung des Bedarfs einer Strategie ist der heutige Stand der Waldbrandgefahr (besonders gefährdete Gebiete, Erschliessung) und der Bekämpfungsgrundlagen (d.h. Pläne, Infrastruktur und Ausrüstung) zu analysieren.
- *Weiterentwicklung der Instrumente zur Einschätzung der Waldbrandgefahr und zur Kommunikation an Bevölkerung:* Das BAFU führt gegenwärtig mit IGNIS ein neues Werkzeug zur Unterstützung der Waldbrandgefahr-Einschätzung ein. Bereits heute erfolgt die Information zur Waldbrandgefahr über die MeteoSchweiz-App, ab Gefahrenstufe 3 erfolgt eine Medienmitteilung. Die gegenwärtige Praxis soll beibehalten, wobei aber Abläufe/Grundlagen betreffend Kommunikation weiter verbessert werden sollen.
- *Naturnaher Waldbau:* s. HF "Klimatauglicher Wald"
- *Überwachung sowie frühzeitige Bekämpfung von Schadorganismen und invasiver Neobiota verstärken und ausbauen:* Das Forstamt und das Amt für Umwelt finanzieren punktuell Massnahmen zur Bekämpfung. Die Bekämpfung stützt sich auf das kantonale Strategie- und Umsetzungskonzept invasiver gebietsfremder Organismen. Bei Quarantäneorganismen sind die Vorgaben des Bundes zu befolgen. Künftig sind neu auftretende Arten verstärkt zu beobachten, zu dokumentieren und, sofern möglich, Neobiota so früh wie möglich zu bekämpfen (mit dem Bekämpfungsfokus auf Arten, die sich noch nicht etabliert haben). Hierzu braucht es auch den Erfahrungsaustausch mit anderen Kantonen und Nachbarländern.
- *Sensibilisierung der Bevölkerung betreffend Umgang mit invasiver Neobiota:* Die Bevölkerung wird heute bereits teils zum Umgang mit invasiver Neobiota informiert. Künftig soll die Sensibilisierung optimiert werden mit dem Ziel, dass Neobiota nicht mehr aktiv in Gärten eingebracht wird und das illegale Deponieren von Gartenabraum im Wald reduziert wird.

### 7.3.4.6. Querschnittsbezüge

Zwischen dem Sektor "Wald" und anderen Sektoren im Klimaschutz und in der Anpassung an den Klimawandel bestehen verschiedene Schnittstellen und Bezüge. Diesen Schnittstellen soll im Rahmen der sektorübergreifenden Zusammenarbeit Rechnung getragen werden. Zentral für den Sektor "Wald" sind folgende Schnittstellen (Tabelle 48):

*Tabelle 48: Schnittstellen zwischen dem Sektor "Wald" und anderen Sektoren*

<b>Schnittstellen des Sektors "Wald" zu den Sektoren ...</b>
<b>Wasserwirtschaft &amp; Hydrologie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erhaltung der Waldstrukturen, welche die nötigen Filterleistungen erbringen, um Grundwasser aus Waldgebieten weiterhin als Trinkwasser nutzen zu können</li> </ul>
<b>Umgang mit Naturgefahren</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sicherstellung Schutzwaldfunktion und Umgang mit Waldbränden</li> </ul>
<b>Landwirtschaft und Ernährung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Agroforstwirtschaft</li> </ul>
<b>Biodiversität</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abstimmung der Anpassungsziele auf die Ökosystemfunktionen, insbesondere auch auf die Bedürfnisse der Biodiversität</li> <li>- Prävention der Ausbreitung invasiver Neobiota mit waldbaulichen Mitteln</li> <li>- Einsatz einheimischer Baumarten aus anderen z.B. trockeneren Wuchsgebieten oder anderer, nicht invasiver Baumarten, um die Ökosystemfunktionen auch bei einem starken Klimawandel zu gewährleisten</li> <li>- Entwicklung von waldbaulichen Massnahmen zur Steigerung der Anpassungsfähigkeit und der Risikodiversifizierung unter Berücksichtigung von Biodiversitätsaspekten</li> </ul>
<b>Raumentwicklung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sicherung von Frei- und Erholungsräumen</li> <li>- Sicherung des Schutzwaldes und der Schutzfunktion des Waldes</li> </ul>
<b>Klimaschutz generell</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Waldspeicher (CO<sub>2</sub>-Senke)</li> <li>- Holzproduktionsspeicher</li> <li>- Holznutzung (u.a. Bauholz, Energieholz) (Sektoren Energieproduktion, Gebäude)</li> </ul>

### 7.3.5. Biodiversität

#### 7.3.5.1 Auswirkungen des Klimawandels

Die Biodiversität steht aus verschiedenen Gründen unter Druck. Die intensive Landnutzung, insbesondere aufgrund der Landwirtschaft und der sich ausdehnenden Siedlungsräume, geht mit einer starken Habitatsfragmentierung, -zerstörung, Störungen und Stoffeinträgen einher. Zudem verdrängen invasive, gebietsfremde Arten (Neobiota) die einheimische Flora und Fauna und beeinträchtigen die Ökosysteme. Der Klimawandel kann den bestehenden Druck auf die Biodiversität direkt und indirekt verstärken.

Der direkte Einfluss des Klimawandels zeigt sich in der allgemeinen Temperaturzunahme, häufigeren und längeren Perioden sommerlicher Trockenheit und Hitzewellen sowie gleichzeitig feuchteren Wintern (Gunter 2016). Es kommt ganzjährig zu häufigeren und intensiveren Starkniederschlägen, und die Saisonalitäten verändern sich (Gunter 2016). Durch die veränderten Umweltbedingungen müssen Arten ihre Verbreitungsgebiete und ihre saisonalen Aktivitäten verschieben. Doch Tier- und Pflanzenarten können sich nur bis zu einem gewissen Grad an veränderte klimatische Bedingungen anpassen. Einige Arten werden mit der Veränderung des Wasserhaushalts, der Luft- und Wassertemperatur sowie der Saisonalitäten nicht Schritt halten können und verschwinden; auch Lebensräume verändern sich (Settele et al. 2014). Beispielsweise reagieren Arten der Flach- und Hochmoore teils empfindlich auf das veränderte Niederschlagsregime. Gleichzeitig verändert sich die Artenzusammensetzung, denn trockenheitsresistente, wärmetolerante, ausbreitungsstarke Arten und Generalisten werden sich ausbreiten und gebietsfremde, auch invasive Arten einwandern (Gunter 2016). Dagegen drohen insbesondere an kalte und feuchte/nasse Lebensräume angepasste, spezialisierte oder ausbreitungsschwache Arten zu verschwinden (Gunter 2016).

Der Klimawandel wirkt sich auch indirekt auf die Biodiversität aus, indem er die Umweltmilieus Wasser, Boden und Luft indirekt beeinflusst: Er verändert die Häufigkeit und Intensität von Wetterlagen (z.B. mehr Hochdrucklagen), von daran gekoppelten Zuständen der Atmosphäre (z.B. Sonne, Regen) sowie von verschiedenen natürlichen Prozessen (Humusabbau, Sauerstoffbindung im Wasser, usw.). Weiter beeinflusst er die relative Sauerstoffmenge in einem Umweltmilieu, z.B. in Flüssen während Trockenperioden. Die genannten Umweltmilieus beeinflussen sich gegenseitig und wirken gleichzeitig auf andere Umweltkomponenten. Eine Beeinträchtigung derer Qualität kann den Zustand natürlicher Lebensräume und darin ansässiger Arten beeinträchtigen: Höhere Wassertemperaturen sind problematisch für die Gewässerökologie, da u.a. wichtige Prozesse aquatischer Ökosysteme beeinträchtigt werden (z.B. Entwicklungsstadien, Immunsystem, etc.). Eine Beeinträchtigung der Bodenqualität kann die biologische Vielfalt im Boden mindern. Eine geringere Luftqualität (höhere Ozon-, Stickstoff- und Feinstaubkonzentrationen) mindert die Tiergesundheit und kann sich negativ auf das Pflanzenwachstum auswirken. Künftig nehmen indirekte Auswirkungen des Klimawandels zu (Köllner et al. 2017).

Der Klimawandel birgt insgesamt ein grosses Risiko für die Biodiversität, denn Biodiversitätsverluste sind oft irreversibel und somit von grosser Tragweite (Gunter 2016). Noch ungenügend erforscht ist, ab welchem Ausmass die klimatischen Veränderungen die Biodiversität und damit die Ökosystemfunktionen beeinträchtigen: Zumindest anfänglich sind negative Auswirkungen auf die Ökosystemleistungen zu erwarten, erst mit der Zeit sind positive Effekte möglich (z.B. Ansiedlung von wärmeliebenden Reptilien (Gunter 2016)). Von grosser Tragweite wird sein, ob Ökosysteme trotz veränderte Artenzusammensetzung ihre Funktion weiterhin erfüllen können.

#### **7.3.5.2. Prioritäre klimabedingte Risiken und Chancen für die Biodiversität**

Nach Einschätzungen der befragten Fachstellen zum Thema Biodiversität sind im Folgenden die wichtigsten klimabedingten Risiken und Chancen für den Thurgau vertieft erläutert (Tabelle 49):

Tabelle 49: Die wichtigsten klimabedingten Risiken und Chancen im Sektor "Biodiversität".

Grosses Risiko	Mittleres Risiko	Geringes Risiko	Geringe Chance	Mittlere Chance	Grosse Chance
----------------	------------------	-----------------	----------------	-----------------	---------------

## Risiko/Chance

### 1. Auftreten und Ausbreitung von Schadorganismen und invasiven Neobiota

Viele Schadorganismen oder invasive Neobiota können sich bei höheren Temperaturen besser ansiedeln und ausbreiten. Schadorganismen dezimieren und invasive Neobiota verdrängen dadurch vermehrt die einheimischen Arten: Mit milderem Wintern überwintern mehr potenzielle Schadorganismen und ihre Populationen entwickeln sich rascher, z.B. ermöglichen längere Wärmeperioden Insekten, zusätzliche Populationen zu bilden. Die invasiven gebietsfremden Organismen verursachen Schäden, indem sie sich z.B. negativ auf die menschliche und tierische Gesundheit auswirken oder einheimische Arten verdrängen. Vielfach fehlen der invasiven Neobiota die natürlichen Feinde. Dadurch stehen die einheimischen Arten zusätzlich unter Stress. In wärmerem Wasser können sich Krankheitserreger besser vermehren und die lokale Fischfauna zusätzlich schädigen. Wildtiere leiden ebenfalls unter Hitzestress, sind anfälliger für Parasitenbefall und ihre Sterblichkeit ist erhöht.

### 2. Veränderung der Lebensräume, Artenzusammensetzung und Landschaften

Arten können sich nur bedingt an durch den Klimawandel veränderte Umweltbedingungen anpassen, resp. sich in neue Gebiete mit für sie günstigen Lebensbedingungen verschieben. Einerseits gelingt langfristig die Anpassung an Umweltveränderungen nur, wenn Arten über die dazu nötige genetische Vielfalt und oder phänotypischer Plastizität<sup>13</sup> verfügen (Hoeck et al. 2016). Andererseits ist eine Verschiebung nur möglich, wenn in den neuen Lebensräumen nicht nur die thermischen Ansprüche, sondern auch die Summe aller anderen Lebensraumansprüche erfüllt sind (BAFU 2012). Der Klimawandel beeinflusst zudem das zeitliche Auftreten bestimmter Entwicklungsprozesse und stellt dadurch das Beziehungsgefüge zwischen Arten in Frage. Schlüpfen etwa Insektenraupen früher, so müssten Vögel früher aus ihren Winterquartieren zurückkehren, damit sie diese Nahrungsgrundlage nutzen können (Vittoz et al. 2010).

Gewisse Arten, wie etwa wärmeliebende Pflanzen, können von einer längeren Vegetationsperiode oder höheren Durchschnittstemperaturen profitieren. Hierdurch nimmt der Anteil an Laubbäumen zu, im Boden gibt es grössere Umsatzraten und somit eine höhere Artenvielfalt bei Bodenlebewesen. Nehmen Trockenstandorte zu, verbessern sich zudem die Bedingungen für manche Tagfalter, Reptilien und verschiedene spezialisierte Pflanzenarten.

### 3. Beeinträchtigung der Biodiversität durch Hitze und Trockenheit

<sup>13</sup> Eigenschaft von Organismen je nach Umweltbedingung verschiedene Formen auszubilden, um sich beispielsweise an veränderte Umweltbedingungen anzupassen (Sommer et al. 2016).

## Risiko/Chance

Besonders die aquatische Biodiversität nimmt durch den Klimawandel ab, Lebensräume werden homogener, Generalisten und wärmeliebende Arten profitieren. Kleinere Still- und Fließgewässer fallen zunehmend trocken, was den Druck auf feuchteliebenden Arten und Artengruppen (u.a. Libellen und Amphibien) erhöht. Durch die stabilere Schichtung in Seen reduziert sich der Austausch von Nährstoffen und Sauerstoff zwischen Tiefen- und Oberflächengewässern, was sich auf die Nahrungskette, Selbstreinigungsleistung und Seeökologie auswirkt. Auch die Nährstoffanreicherung in stehenden oder langsam fließenden Gewässern (Eutrophierung) kann begünstigt werden (Spektrum.de 2021). Erhöhte Wassertemperaturen stressen den Stoffwechsel von Fischen und schwächen ihr Immunsystem. Im Extremfall kann dies bei hitzeempfindlichen Äschen gar zum Tod führen (bei einer Wassertemperatur > 25 °C).

Flach- und Hochmoore reagieren empfindlich auf veränderte Niederschlagsverhältnisse. Bereits heute erreichen die Niederschläge teils nur knapp die benötigte Mindestmenge für ihren Erhalt (z.B. Hudelmoos). Mit zunehmender Sommertrockenheit dürfte sich dieses Problem akzentuieren. Durch den steigenden Wasserbedarf der Landwirtschaft und Siedlungen und entsprechend höhere Wasserentnahmen verstärkt sich während langer Trockenperioden der Druck auf aquatische Ökosysteme und Feuchtlebensräume zusätzlich.

Auch Waldökosysteme werden durch Hitze und Trockenheit zunehmend belastet. Bäume leiden unter Wasserstress, wodurch sie anfälliger sind für Schädlinge und die Waldbrand- und Windwurfgefahr zunimmt. Bei Wildtieren ist die Gesundheit eingeschränkt und die Sterblichkeit erhöht, weil Trinkgelegenheiten fehlen und weniger Nahrung verfügbar ist.

## 4. Veränderung der Biodiversität durch Hochwasser, Starkniederschlagsereignisse und durch die Änderung des Niederschlagsregimes

Für die Biodiversität stellen Naturereignisse, insbesondere, wenn sie als Extremereignisse (z.B. Hochwasser und Starkniederschläge) auftreten, oft Chancen dar, da ihre Dynamik zur Erhaltung gewisser Ökosysteme beiträgt (z.B. in Auen) (Köllner et al. 2017). Zwar können durch sie bestimmte Arten, die auf besondere Bedingungen angewiesen sind, verschwinden; gleichzeitig entstehen aber nach solchen Ereignissen auch wertvolle neue Pionierlebensräume. Pionierarten, also Arten, die lichte Lebensräume bevorzugen, besiedeln die betroffenen Standorte und bereichern somit die lokale Biodiversität. Treten Extremereignisse allerdings zu häufig oder zu ungünstigen Zeiten auf (z.B. Laichzeiten), können sie ganze Generationen auslöschen und die genetische Vielfalt beeinträchtigen. Sie können Lebens- und Rückzugsräume unzugänglich machen, wodurch die Sterblichkeit bei Fischen und Krebsen steigt. Adult- und Jungtiere können weggeschwemmt und Laichplätze zerstört werden. Die Sterblichkeit, Krankheitsanfälligkeit und Hemmung des Wachstums bei empfindlichen Wasserlebewesen sind erhöht, wenn Starkniederschläge nach Hitzetagen und/oder langen Trockenperioden vermehrt zu stark verschmutzten und erwärmten Abflüssen führen. Zudem wachsen auf Pionierlebensräumen häufig auch invasive Neophyten (gebietsfremde Pflanzen).

### 7.3.5.3. Sektorziele

Der Kanton Thurgau setzt sich im Sektor "Biodiversität" die folgenden Sektorziele:

Tabelle 50: Sektorziele "Biodiversität"

<b>Sektorziele Biodiversität</b>
Die Biodiversität ist reichhaltig und gegenüber Veränderungen resilient. Die Biodiversität und ihre Ökosystemleistungen sind langfristig erhalten.
Die Resilienz der Ökosysteme ist durch eine ökologische Infrastruktur mit quantitativ und qualitativ ausreichenden Kern- und Vernetzungsgebieten gewährleistet.
Invasive Neobiota mit hohem Schadenspotenzial und Schadorganismen sind frühzeitig erkannt und deren negative Auswirkungen minimiert.
Naturnahe Lebensräume in Städten und Dörfern puffern die negativen Auswirkungen des Klimawandels und tragen zur Lebensqualität bei.

#### 7.3.5.4. Bestehende Aktivitäten und zusätzlicher Handlungsbedarf

Verschiedene Aktivitäten und Instrumente des Kantons Thurgau im Bereich der Biodiversität tragen bereits zur Anpassung an den Klimawandel bei, mit dem Ziel einer reichhaltigen und resilienten Biodiversität:

- **Notfallkonzept "Trockenheit und Hitze":** Das Konzept dient dem Schutz aquatischer und hitzeempfindlicher Arten und Lebensräumen während Hitze- und Trockenperioden. Der Fischereiaufsicht hilft es einerseits bei künftigen Hitze- und Trockenperioden effizienter und effektiver agieren zu können, andererseits ist es ein Leitfaden für die gängige Abfischungspraxis. Es beinhaltet eine Liste mit allen bekannten Kaltwasserrefugien in Flüssen und Bächen, Massnahmen zu ihrem Schutz und den Erfahrungen der vergangenen Hitzeereignisse. Weiter umfasst es eine Liste der vom Austrocknen bedrohten Gewässer, informiert über die betroffenen Abschnitte und möglichen Umsiedlungsorte.
- **Gewässerrevitalisierungen:** Seit 2011 sind die Kantone zur Gewässerrevitalisierung verpflichtet und müssen einen Zeitplan für die Umsetzung festlegen. Primär sind jene Gewässerabschnitte zu revitalisieren, die einen grossen oder mittleren Nutzen für Natur und Landschaft im Verhältnis zum voraussichtlichen Aufwand aufweisen. 2014 wurde die strategische Planung der Fliessgewässer für die Periode 2015–2035 erstellt. Bis Ende 2022 wird die strategische Planung zur Revitalisierung der stehenden Gewässer für die Periode 2023–2043 erstellt.

Mit Revitalisierungsprojekten wird der natürliche Verlauf des Gewässers wiederhergestellt. Gewässer und Gewässerraum werden so gestaltet, dass sie einer vielfältigen Tier- und Pflanzenwelt als Lebensraum dienen können, die Wechselwirkungen zwischen ober- und unterirdischem Gewässer wiederhergestellt werden und eine standortgerechte Vegetation gedeihen kann. Dabei werden auch Lebensräume für gefährdete Fischarten von Kanton und Gemeinden schrittweise verbessert, z.B. werden bestehende Fischbarrieren schrittweise aufgehoben. Dies führt zu einer Vergrößerung der qualitativ hochwertigen Lebensräume, was wiederum eine Steigerung der Biodiversität zur Folge hat. Stark verzahnte Lebensräume mit einer grossen Artenvielfalt sind gegenüber klimatischen Veränderungen widerstandsfähiger.

- **Sanierung der Wasserkraft:** Bis 2030 werden alle Kraftwerke der Schweiz mit Fischwanderhilfen, Fischabstiegen und geeigneten Fischschutzanlagen versehen. Dies reduziert die durch die Wasserkraft entstandene Mortalität und ermöglicht eine ungehinderte Fischmigration. Die Verbreitung von genetischem Material verbessert sich, was wiederum Fischarten gegenüber sich verändernden Umweltbedingungen widerstandsfähiger macht. Zudem können durch eine ungehinderte Passage der Wasserkraftanlagen Refugialstandorte (z. B. Kaltwasserrefugien) einfacher aufgesucht werden.
- **Umsetzung des Landschaftsentwicklungskonzeptes (LEK):** Das LEK wird laufend umgesetzt: Kerngebiete werden neu ausgeschieden (z.B. Naturwaldreservate), saniert (z.B. Hochmoorregeneration Hudelmoos) oder rechtlich gesichert (diverse Flachmoore). Zur Vernetzung dieser Kerngebiete säen Landwirte und Kanton z.B. wertvolle Blumenwiesen an und pflanzen Hecken. "Ausbreitungshindernisse" (z.B. Strassen), welche die Vernetzung unterbinden, werden im Rahmen der regulären Strassensanierungsprojekte entschärft (z.B. Bau von Amphibiendurchlässen).
- **Weitere Massnahmen zur Biodiversitätsförderung:** Mit dem Projekt "Vorteil naturnah" unterstützt der Kanton Gemeinden, ihre öffentlichen Siedlungsflächen ökologisch aufzuwerten. Im Projekt "Zukunft Obstbau" wurden über 13'000 Bäume und über 680 m Hecken gepflanzt.
- **Neobiota-Monitoring Bodensee:** Die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IKGB) führt ein jährliches Monitoring im Bodensee durch, um u.a. die Entwicklung invasiver aquatischer Neobiota zu überwachen. Mit diesen Daten können Massnahmen zur Eindämmung invasiver aquatischer Neobiota ergriffen werden.
- **Strategie- und Umsetzungskonzept invasive, gebietsfremde Organismen:** Um Mensch und Tier vor gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch invasive Neobiota zu schützen, die heimische Artenvielfalt zu erhalten, Schäden an Infrastrukturen und Bauten zu verhindern sowie unumgängliche Kosten zur Bekämpfung möglichst effektiv einzusetzen, wurde das vierte Strategie- und Umsetzungskonzept invasive, gebietsfremde Organismen erstellt, das die Überwachung und den Umgang mit invasiven Neobiota regelt.

### Zusätzlicher Handlungsbedarf

Die Biodiversität in der Schweiz und im Thurgau ist bereits heute stark unter Druck. Der Klimawandel erhöht diesen zusätzlich. Die aktuellen Massnahmen reichen auch ohne den zusätzlichen Druck des Klimawandels nicht aus, um eine reichhaltige und widerstandsfähige Biodiversität zu erhalten. Die bisherigen Massnahmen müssen dringend verstärkt, ergänzt und deren Umsetzung beschleunigt werden sowie teils die Finanzierung gesichert werden. Einige Beispiele:

- Für den Erhalt der besonders bedrohten aquatischen Lebensräume, Feuchtgebiete und ihrer Arten soll die Umsetzung von Revitalisierungen und die Wiederherstellung des Wasserhaushaltes in für die Biodiversität wichtigen Kerngebieten künftig beschleunigt werden.



- Intakte Ökosysteme mit hoher Biodiversität und guter Vernetzung können den Einflüssen des Klimawandels besser widerstehen und sich auch besser an sie anpassen (Guntern 2016). Deshalb muss mehr darauf geachtet werden, dass generell natürliche Lebensräume in ihrer Qualität und Fläche erhalten, und zusätzliche naturnahe Lebensräume durch Massnahmen des Arten- und Lebensraumschutzes wiederhergestellt werden.
- Die geplante Weiterentwicklung des Landschaftsentwicklungskonzepts (LEK) unter der Berücksichtigung der Vorgaben der Ökologischen Infrastruktur bietet die Möglichkeit, die Qualität, Quantität und Vernetzung von Flächen für die Biodiversität gesamtheitlich und zukunftsgerichtet zu planen.
- Schutzgebiete alleine können die Erhaltung der Biodiversität nicht gewährleisten. Es braucht künftig mehr strukturreiche, durchlässige Vernetzungsgebiete zwischen Schutzgebieten (Guntern 2016), u.a. auch auf Gemeindeebene.
- Die bestehende Überwachung, Bekämpfung sowie Bekämpfungsüberprüfung von invasiven Neobiota soll ausgeweitet, intensiviert und die Entwicklungen besser abgebildet werden, ebenso die Sensibilisierung/Information der Bevölkerung zum Umgang mit invasiven Neobiota.

### 7.3.5.5. Handlungsfelder und Stossrichtungen

Tabelle 51: Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Biodiversität"

<b>Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Biodiversität"</b>
<b>Handlungsfeld: Arten und Lebensräume</b>
<p>Insbesondere nasse und feuchte Lebensräume wie Bäche, Flüsse, Seen, Weiher, Tümpel, Moore und Riedwiesen geraten mit dem Klimawandel besonders stark unter Druck. Sie sind bereits heute selten und ihre ökologische Qualität besorgniserregend. Die Quantität und ökologische Qualität dieser Lebensräume müssen zunehmen – einerseits für den Erhalt der Biodiversität, andererseits als Puffer für Starkniederschläge und Hochwasserereignisse, welche mit fortschreitendem Klimawandel zunehmen.</p> <p><i>Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel:</i> Hohe Biodiversität und intakte Ökosysteme federn die Auswirkungen des Klimawandels besser ab (z.B. Starkniederschläge). Die Leistungsfähigkeit von Ökosystemen ist mit einer hohen Artenzahl grösser.</p> <p><b>Stossrichtungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Rechtliche Sicherung und Aufwertung/Sanierung der Moore und Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung:</i> Es soll sichergestellt werden, dass diese Gebiete vollständig rechtlich gesichert sind und durch die Bewirtschaftung und Pflege eine optimale Lebensraumqualität erreicht wird. Dazu zählen die vollständige Ausscheidung von Nährstoff-Pufferzonen, insbesondere in Mooren von nationaler Bedeutung, die Wiederherstellung des Wasserhaushaltes (u.a. Hudelmoos) sowie weitere bauliche Aufwertungsmassnahmen (z. B. eingewachsene Bereiche wieder freilegen, Erstellung neuer Tümpel).</li> </ul>

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Biodiversität"

- *Förderung von kleinen Stillgewässern:* Die Erstellung von neuen Tümpeln ausserhalb von Schutzgebieten ist wichtig für den Erhalt u.a. von Amphibien und Libellen. Die bisherigen Massnahmen müssen verstärkt werden, gerade weil mit einem vermehrten Austrocknen gerechnet werden muss (Hitzesommer). Der Kanton kann künftig Gemeinden bei ihren Gestaltungsplänen vermehrt beratend unterstützen, zusätzliche Tümpel in den Siedlungen, im Wald und in der offenen Landschaft zu erstellen.
- *Wiedervernässung/standortangepasste Nutzung von organischen Böden und Moorböden:* Im Kulturland sollen nach Möglichkeit ehemalige (gesackte) Moorböden und organische Böden (Torfböden) wiedervernässt werden. Damit wird die CO<sub>2</sub>-Freisetzung gestoppt und ein Beitrag zum Klimaschutz geleistet. Gleichzeitig wird ein Mehrwert für die Biodiversität geschaffen.
- *Prüfung Regelungen zu Wasserentnahmen aus Fliessgewässern:* Künftig soll geprüft werden, wie die geltenden Regelungen den veränderten Klimabedingungen Rechnung tragen sollen (z.B. Schwellenwerte für Wasserentnahmeverbote).
- *Erarbeitung und Umsetzung einer kantonalen Biodiversitätsstrategie bis Ende 2022:* Die Strategie wird die bisherigen sowie neue Massnahmen zu Förderung der Biodiversität bündeln und den Mittelbedarf aufzeigen. Die Umsetzung startet voraussichtlich 2023. Dazu gehört auch, dass eine gezielte Artenförderung für die Erhaltung von Arten und Lebensräumen, für welche der Kanton Thurgau eine besondere Verantwortung trägt, erwägt wird. Gewisse Arten können allein mit Schutz- und Vernetzungsgebieten nicht erhalten werden. Für diese ist eine spezifische Artförderung notwendig.
- *Ausweitung der Information/Sensibilisierung und Beratung diverser Akteure:* Künftig bedarf es eines umfassenderen Informations-/Sensibilisierungs- und Beratungsangebots, um verschiedenen Bevölkerungsgruppen die Wichtigkeit der Biodiversität zur Anpassung an fortschreitenden Klimawandel aufzuzeigen (z.B. Wechselwirkung zwischen Klimawandel und Biodiversität). Denkbar sind beispielsweise individuelle Betriebsberatungen bei Landwirtinnen und Landwirten zur Förderung der Biodiversität.
- *Regelmässige Aktualisierung und konsequente Umsetzung der strategischen Revitalisierungsplanung für Fliessgewässer und stehende Gewässer:* Die bestehenden Planungen sind gut etabliert und werden in den laufenden Wasserbauprojekten berücksichtigt. Für den Erhalt der Biodiversität ist neben dem Gewässer auch der Gewässerraum ökologisch aufzuwerten. Gewässer sollen auf- oder wiederbestockt werden, damit sich das Wasser weniger stark erwärmt und die Fischfauna vor noch höheren Wassertemperaturen geschützt wird. Weiter sollen Rückzugsstellen für hitzeempfindliche Fischarten identifiziert und aufgewertet werden.
- *Förderung eines klimaangepassten Waldbaus:* s. Sektor Wald: HF Klimatauglicher Wald

## Handlungsfeld: Biodiversität im Siedlungsgebiet

Städte sind vom Hitzeinsel-Effekt betroffen. Die wirkungsvollsten Gegenmassnahmen sind mehr Bäume, Grün- und Wasserflächen sowie die Entsiegelung von Oberflächen. Diese sogenannten naturbasierten Ansätze zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel tragen einerseits zur Förderung der Biodiversität, andererseits zum Wohlbefinden der Menschen im Siedlungsraum bei.

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Biodiversität"

*Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel:* Ansätze, die auf funktions- und leistungsfähigen Ökosystemen basieren, mindern negative klimabedingte Veränderungen (z.B. Extremereignisse wie Hitze), verbessern dadurch das lokale und globale Klima und tragen zur Gesundheit bei (Settele 2014). Naturnahe Gewässer fördern die Biodiversität im und am Gewässerraum und mindern das Hochwasserrisiko.

### Stossrichtungen:

- *Umsetzung naturbasierter Lösungen zur Minderung der Hitze in Siedlungsräumen und Schaffung ökologisch wertvoller Lebensräume:* Planerische Prozesse berücksichtigen naturbasierte Lösungen (z.B. mehr Grün- und Wasserrückhalteflächen im Siedlungsraum) noch zu wenig. Es bedarf eines Paradigmenwechsels in der Siedlungs-/Städteplanung, um die Biodiversität im Siedlungsraum und die Lebensqualität zu fördern. s. Sektor Raumentwicklung: HF Ausrichtung der Siedlungsentwicklung auf den Klimawandel
- *Förderung einer naturverträglichen Regenwasserbewirtschaftung:* s. Sektor Wasserwirtschaft & Hydrologie: HF Siedlungsentwässerung

## Handlungsfeld: Biotopverbund/Vernetzung

Die Intensivierung der Landwirtschaft und die Ausbreitung des Siedlungsraums zerschneiden die Landschaft stark. Dies beeinträchtigt den genetischen Austausch zwischen Populationen einer Art und somit deren genetische Vielfalt. Dieser Austausch wird umso wichtiger, wenn Arten – bedingt durch den Klimawandel – in klimatisch geeignetere Gebiete wandern würden oder müssten, diese Wanderungen jedoch durch Barrieren in der Landschaft versperrt sind. Die gesamte Landschaft (inkl. Siedlungs- und Landwirtschaftsgebiet) muss biodiversitätsfreundlicher und durchlässiger werden, sodass Arten wandern können.

*Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel:* Die Ermöglichung der Wander- und Ausbreitungsbewegungen von Arten gewährleisten deren Erhalt. Eine hohe Zahl verschiedener Arten macht Ökosysteme resilienter gegenüber dem Klimawandel und seinen Auswirkungen. Funktionierende Ökosysteme wiederum leisten einen wichtigen Beitrag zur Abfederung von klimabedingten Veränderungen, nehmen CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre auf und können dieses langfristig speichern (Beitrag zum Klimaschutz).

### Stossrichtungen:

- *Planung, Aufbau und Erhalt einer Ökologischen Infrastruktur von Kern- und Vernetzungsgebieten und durchlässigen Landschaften:* Bis 2024 verlangt der Bund die fachliche Grundlage für den Aufbau einer Ökologischen Infrastruktur, welche die gesamtheitliche, zukunftsgerichtete Erhaltung der genetischen Vielfalt, der Artenvielfalt und der Lebensraumvielfalt ermöglichen soll – auch unter sich ändernden Umweltbedingungen (Klimawandel).
- *Entfernung von Ausbreitungshindernissen:* In Gewässern (Fischgängigkeit) und auf dem Land (z.B. Strassen und Eisenbahnen) soll die Beseitigung von Ausbreitungshindernissen (Barrieren) beschleunigt werden (Amphibiendurchlässe, Fischtreppe, etc.).

## Handlungsfeld: Umgang mit Schadorganismen und invasiven Neobiota

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Biodiversität"

Ein wärmeres Klima und mildere Winter führen dazu, dass künftig mehr potenzielle Schadorganismen in der Schweiz und somit auch im Thurgau überwintern und deren Populationen rascher entwickeln und weiter ausbreiten können als bisher. Längere Wärmeperioden ermöglichen es, dass Insekten zusätzliche Generationen bilden können (BAFU 2012). Der Klimawandel fördert auch Wachstum und Ausbreitung vieler gebietsfremder Arten und begünstigt ihr invasives Verhalten. Um die einheimische Biodiversität nicht zusätzlich unter Druck zu setzen, sollen die invasiven Neobiota und deren Hotspots frühzeitig identifiziert, besser abgebildet, intensiver überwacht und gezielt bekämpft werden.

*Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel:* Die Bekämpfung von Schadorganismen und invasiven Neobiota hilft, zusätzlichen Druck auf Ökosysteme durch die klimabedingten Veränderungen zu mindern.

### Stossrichtungen:

- *Ausweitung und Intensivierung der Überwachung und Bekämpfung problematischer Neobiota:* Verschiedene problematische Neobiota werden bereits überwacht. Künftig sollen neu auftretende Arten verstärkt beobachtet und dokumentiert werden sowie Neobiota mit hohem Schadenspotential so früh wie möglich bekämpft und eingedämmt werden. Hierzu sollen auch weiterhin der Austausch zu anderen Kantonen und Nachbarländern sowie Behörden gepflegt und Informationen über die Entwicklung von Problemorganismen gesammelt werden. Die bestehende Bekämpfung invasiver Neobiota soll ausgeweitet und intensiviert, die Bekämpfung zielgerichtet erfolgen, priorisiert und überprüft werden.
- *Intensivierung der Sensibilisierung der Gemeinden und Bevölkerung zum Umgang mit invasiven Neobiota:* Zum Umgang mit invasiven Neobiota soll die Gesellschaft stärker sensibilisiert werden, indem etwa die Frequenz erhöht und die Möglichkeiten zur Informationsübermittlung erweitert werden (z.B. Workshops mit Gemeinden, Flyer für Privathaushalte).

### 7.3.5.6. Querschnittsbezüge

Zwischen dem Sektor "Biodiversität" und anderen Sektoren im Klimaschutz und in der Anpassung an den Klimawandel bestehen verschiedene Schnittstellen und Bezüge. Diesen Schnittstellen soll im Rahmen der sektorübergreifenden Zusammenarbeit Rechnung getragen werden. Zentral für den Sektor "Biodiversität" sind folgende Schnittstellen (Tabelle 52):

Tabelle 52: Schnittstellen zwischen dem Sektor "Biodiversität" und anderen Sektoren.

#### Schnittstellen des Sektors "Biodiversität" zu den Sektoren...

##### Energieversorgung/-produktion

- Ausbau erneuerbarer Energie und Erhalt von Biodiversitätsflächen, z.B. Solaranlagen vs. Grünflächen
- Wassernutzung durch Wasserkraft und damit verbundene Auswirkungen auf Biodiversität

##### Wasserwirtschaft & Hydrologie

### **Schnittstellen des Sektors "Biodiversität" zu den Sektoren...**

- Erwärmung der aquatischen Ökosysteme
- Wasserverteilung: Abstimmung des steigenden Wasserbedarfs auf die Bedürfnisse der verschiedenen Lebensräume im Rahmen einer integralen Wasserbewirtschaftung
- Bekämpfung und Prävention der Ausbreitung invasiver Neobiota entlang von Gewässern
- Vermeidung/Verminderung von Beeinträchtigungen der Wasserqualität durch Massenvermehrung aquatischer Organismen (z.B. Algenblüten) in ruhigen Gewässern
- Trockenheit und niedriger Wasserstand sowie Retention von Wasser

### **Umgang mit Naturgefahren**

- Hochwasserschutz und -bewältigung
- Revitalisierung von Gewässern

### **Landwirtschaft und Ernährung**

- Erarbeitung von Massnahmen zur Prävention und Bekämpfung invasiver Neobiota und Schadorganismen und Förderung des Austauschs zu Erfolg und Misserfolg der Massnahmen
- Sicherstellung von vielfältigen Landschaften im Miteinander von Lebensmittelproduktion und ökologischer Vernetzung
- Wasserentnahme aus Gewässern zur Bewässerung und damit verbundene Auswirkungen auf aquatische Lebensräume
- Minderung des Drucks auf die Biodiversität durch Klimaschutzmassnahmen in der Landwirtschaft z.B. Reduktion des Einsatzes mineralischer Dünger (Minderung des N<sub>2</sub>O-Ausstosses)
- Revitalisierung von organischen Böden und Mooren als wichtige CO<sub>2</sub>-Senken

### **Wald**

- Abstimmung der Anpassungsziele auf die Ökosystemfunktionen, insbesondere auch auf die Bedürfnisse der Biodiversität
- Prävention der Ausbreitung invasiver Neobiota mit waldbaulichen Mitteln
- Einsatz einheimischer Baumarten aus anderen z.B. trockeneren Wuchsgebieten oder gebietsfremder, nicht invasiver Baumarten, um die Ökosystemfunktionen auch bei einem starken Klimawandel zu gewährleisten
- Entwicklung von waldbaulichen Massnahmen zur Steigerung der Anpassungsfähigkeit und der Risikodiversifizierung unter Berücksichtigung von Biodiversitätsaspekten
- Waldbiodiversität und Massnahmen zu Waldbrandprävention
- Minderung des Drucks auf die Biodiversität durch Massnahmen zur langfristigen Speicherung von CO<sub>2</sub> durch Holz-Senken

### **Gesundheit**

### **Schnittstellen des Sektors "Biodiversität" zu den Sektoren...**

- Überwachung neuer, gebietsfremder Arten, welche die menschliche und tierische Gesundheit beeinträchtigen (Vektoren, Wirtstiere, allergene Pflanzen)
- Berücksichtigung der Risiken von Feuchtbiotopen als potenzielle Habitate für neue, feuchtigkeitsliebende Vektoren
- Unterstützung der ökologischen Infrastruktur als zentrales Bindeglied zwischen Biodiversität und Gesundheit der Bevölkerung

### **Raumentwicklung**

- Einbindung von Biodiversitätsaspekten in die Siedlungsplanung und Ausscheidung ausreichend grosser und naturnaher Grünräume (zur Reduktion von Hitzeinseln)
- Erhaltung von vielfältigen Landschaften und ihren Ökosystemleistungen im Rahmen der Raumplanung

## **7.3.6. Gesundheit**

### **7.3.6.1. Auswirkungen durch den Klimawandel**

Der Klimawandel hat vielfältige direkte und indirekte Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit.

Häufigere und intensivere **Hitzewellen** (an mindestens drei aufeinander folgenden Tagen Tageshöchsttemperatur  $\geq 30$  °C) belasten den menschlichen Organismus. Kann dieser durch Schwitzen und erhöhte Durchblutung der Haut die Körpertemperatur unzureichend regulieren, kommt es zu Dehydrierung, Krämpfen und Bewusstlosigkeit. Besonders gefährdet sind Personen mit bestehenden chronischen Krankheiten des Herzens, der Lunge oder Niere, ältere Menschen und Säuglinge. Für den Organismus stark belastend sind Tropennächte (Tagestiefsttemperatur  $\geq 20$  °C), da sich der menschliche Organismus nicht mehr erholen kann. Die Wahrscheinlichkeit für Tropennächte ist in städtischen Gebieten grösser als auf dem Land, weil die Erwärmung tagsüber grösser und die Abkühlung in der Nacht geringer ist. Während Hitzewellen kann auch die Belastung durch bodennahes Ozon negative gesundheitliche Folgen haben, z.B. Atemwege, Lunge (BAFU et al. 2020). An heissen Tagen können sich Keime in Wasser und ungenügend gekühlten Lebensmitteln schneller vermehren, wodurch die Lebensmittelqualität und -sicherheit beeinträchtigt wird. Durch mehr UV-Strahlung nimmt die Bakterienbelastung in den oberen Wasserschichten ab. Längere Schönwetterperioden animieren Menschen zu vermehrter körperlicher Aktivität im Freien. Diese ist zwar grundsätzlich förderlich für die Gesundheit, die lange Exposition an der Sonne kann aber das Hautkrebsrisiko erhöhen.

Des Weiteren gibt es direkte und indirekte gesundheitliche Risiken durch **andere Extremereignisse** wie z.B. Hochwasser oder Starkniederschlagsereignisse. Hochwasser können eine unmittelbare Gefahr für Leib und Leben sein und nach Hochwasserereignissen können sich Mücken und Vektoren verstärkt vermehren und so Krankheiten

übertragen. Durch Starkniederschläge können Schadstoffe ins Trinkwasser geschwemmt werden und Bakterien und Keime die Gesundheit gefährden. Es könnte auch zu einer Mangelsituation bei Trinkwasser führen.

Die künftig höheren **Durchschnittstemperaturen** können die Ausbreitung von Schadorganismen begünstigen, welche Allergien auslösen oder Krankheiten übertragen können. Hierzu zählt die Ausbreitung von Zecken und zeckenübertragenden Krankheiten (z.B. Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME)). Mit steigenden Durchschnittstemperaturen ist eine Ausbreitung der Zecken in höhere Lagen und eine Verlängerung ihrer jahreszeitlichen Aktivität festzustellen. Voraussichtlich breiten sich in Zukunft mehr exotische Zeckenarten aus, die an ein warmes und trockenes Klima angepasst sind (BAFU 2012). Auch das Auftreten neuer gebietsfremder Arten (auch invasive) kann zu einer höheren Gesundheitsbelastung aufgrund vermehrter allergischer Krankheiten führen. Weiter besteht das Risiko, dass z.B. durch die Asiatische Tigermücke auch tropische Infektionskrankheiten übertragen werden. Ein wärmeres Klima kann auch andere, durch einheimische Mückenarten übertragene Krankheitserreger (z.B. West-Nil-Virus) begünstigen. Höhere Durchschnittstemperaturen verlängern die Vegetationsperiode im Frühling und somit die Pollensaison. Die tägliche Pollenkonzentration kann häufiger überschritten werden. Dies kann zu vermehrten Pollenallergien führen.

### 7.3.6.2. Prioritäre klimabedingte Risiken und Chancen für die Gesundheit

Im Folgenden sind die wichtigsten klimabedingten Risiken und Chancen für den Thurgau vertieft erläutert (Tabelle 53):

Tabelle 53: Die wichtigsten klimabedingten Risiken und Chancen im Sektor "Gesundheit".

Grosses Risiko	Mittleres Risiko	Geringes Risiko	Geringe Chance	Mittlere Chance	Grosse Chance
<b>Risiko/Chance</b>					
<b>1. Gesundheitliche Beeinträchtigung und verminderte Leistungsfähigkeit durch Hitze</b>					
<p>Ein gesunder menschlicher Organismus steuert seine Körpertemperatur durch Schwitzen und durch die Durchblutung der Haut. Hohe Temperaturen, hohe Luftfeuchtigkeit, geringe Windaktivität und die Sonneneinstrahlung erschweren die Regulierung der Körpertemperatur. Mögliche Auswirkungen hoher Temperaturen sind u.a. Regulationsstörungen (z.B. Dehydrierung, Überhitzung, Bewusstseinsstörungen) und Kreislaufprobleme sowie eine Verschlimmerung bestehender Leiden wie Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen bis hin zum Hitzetod. Tropennächte spielen für die gesundheitliche Belastung eine entscheidende Rolle, da sie die Erholung nach Hitzetagen verhindern. Der Hitzebelastung besonders ausgesetzt sind ältere oder geschwächte Personen und Kleinkinder (Köllner et al. 2017). Nehmen künftig Hitzeperioden zu, führt dies insbesondere in städtischen Gebieten zu vermehrten gesundheitlichen Beeinträchtigungen, da dort die Lufttemperaturen aufgrund der vielen versiegelten Flächen erhöht sind. In ländlichen Gebieten ist die Betroffenheit geringer.</p> <p>Hitze am Arbeitsplatz führt zu einem eingeschränkten Wohlbefinden, beeinträchtigt die Leistungsfähigkeit und führt damit zu Leistungseinbussen. Gefährdet sind Personen in Gebäuden</p>					

## Risiko/Chance

mit schlechter Wärmedämmung oder fehlender Klimatisierung und insbesondere Personen, die körperliche Arbeit im Freien verrichten (Köllner et al. 2017)

Ausserdem fördert eine hohe Lufttemperatur zusammen mit starker Sonneneinstrahlung die Entstehung von gesundheitsgefährdendem bodennahem Ozon. Langanhaltende Hochdrucklagen steigern die Ozonkonzentration zusätzlich. Ozon kann zu Augenbrennen, Husten, Asthma, Lungenkrankheiten, Einschränkungen in der Lungenfunktion und bei bestehender Vorbelastung zum Tod führen (Köllner et al. 2017).

## 2. Erhöhtes Risiko durch Allergene, Infektionskrankheiten und nicht übertragbare Krankheiten

Der Klimawandel beeinflusst die Verbreitung von Krankheitsüberträgern, -erregern und allergenen Pflanzen, was negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben kann. Krankheiten, die durch Vektoren wie Zecken und Mücken übertragen werden, nehmen zu (Köllner et al. 2017). Der Gemeine Holzbock, eine in der Schweiz häufig auftretende Zeckenart und kann die bakterielle Krankheit Lyme-Borreliose und die virale Krankheit FSME übertragen. Mit steigenden Mitteltemperaturen wird die Aktivitätsphase der Zecken länger und sie breiten sich auch in höhere Lagen aus. Entsprechend häufen sich künftig besonders Borreliose-Krankheitsfälle, da Viren wärmeempfindlich sind (Köllner et al. 2017). Der Thurgau ist bereits jetzt ein Hochrisikogebiet bezüglich FSME und viele Zecken sind mit Borrelien infiziert.

Höhere Temperaturen und veränderte Wettergeschehen können vermehrt ideale Bedingungen für die Entstehung und Verbreitung von Infektionskrankheiten schaffen, welche zwischen Tier und Mensch übertragbar sind (Zoonosen) (Umweltnetz-schweiz.ch 2021). So begünstigt der Klimawandel etwa die Überlebenswahrscheinlichkeit und die Verbreitung der Asiatischen Tigermücke, welche Dengue-, Chikungunya- und Zika-Viren übertragen kann (Köllner et al. 2017). Auch können Tiere Krankheiten übertragen, die es bislang nicht taten oder es zu einem Wirtwechsel kommen (Kühnis und Egger 2012).

Der Klimawandel führt künftig zu einer Verlängerung und zum Teil auch Intensivierung der Pollensaison. Die höheren Mitteltemperaturen verlängern die Vegetationsperiode und ermöglichen die Ausbreitung potenziell allergener Pflanzen in höhere Lagen, womit auch die Pollensaison länger ausfällt und allergen wirkende Pollen mehr verbreitet sind. Die erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Luft könnte bei einigen Pflanzen, z.B. beim Beifussblättrigen Traubenkraut, zudem zu einer erhöhten Pollenproduktion führen. Daraus können verstärkte allergische Reaktionen, eine Verlängerung der Belastungszeit und eine Erhöhung der Anzahl Allergiker resultieren (Köllner et al. 2017).

Infektionskrankheiten, die durch verdorbene Lebensmittel, Keime im Wasser übertragen werden, stellen zwar eine grosse Herausforderung dar, aber durch engmaschige Lebensmittelkontrollen ist das Risiko für künftige unerwartete gesundheitsgefährdende Ausbrüche nur gering.

## 3. Beeinträchtigung der Gesundheit durch Starkniederschlagsereignisse



<b>Risiko/Chance</b>
<p>Extreme Hochwasser können direkt zu einer Zunahme der Personenschäden (Verletzte, Todesfälle) führen. Kräftige Regenfälle können Schadstoffe aus Landwirtschafts- und Siedlungsflächen auswaschen und in Gewässer spülen, die wiederum ins Trinkwasser gelangen. Die entsprechenden Keime im Wasser gefährden die Gesundheit. In Tümpeln siedeln sich nach Hochwassern mehr Mücken an, welche Krankheiten übertragen können.</p>
<b>4. Sekundäre Effekte auf die menschliche Gesundheit</b>
<p>Künftig gibt es voraussichtlich vermehrte Schönwetterperioden, welche die Menschen zu mehr Aktivitäten im Freien animieren. Dies ist zwar förderlich für die Gesundheit und das psychische Wohlbefinden und durch vermehrte Exposition im Sonnenlicht produziert der Körper mehr Vitamin D. Allerdings kann es bei verstärktem Aufenthalt der Menschen zu mehr Sport-/Badeunfällen kommen, diesbezüglich wird aber ausreichend sensibilisiert. Zudem besteht bei erhöhter Exposition an der Sonne ein erhöhtes Hautkrebsrisiko.</p> <p>Sind die Temperaturen auch in der kalten Jahreszeit milder, gibt es weniger durch Kälte mitverursacht Erkrankungen, z.B. Atemwegserkrankungen.</p>

### 7.3.6.3. Sektorziele

Der Kanton Thurgau setzt sich im Sektor "Gesundheit" das folgende Sektorziel:

*Tabelle 54: Sektorziel "Gesundheit"*

<b>Sektorziel Gesundheit</b>
Negative gesundheitliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Bevölkerung sind minimiert.

### 7.3.6.4. Bestehende Aktivitäten und zusätzlicher Handlungsbedarf

Verschiedene bestehende Aktivitäten und Massnahmen des Kantons Thurgau tragen zur Minimierung gesundheitlicher Risiken durch den Klimawandel bei:

- **Informationsblätter Hitze:** Die Empfehlungen und Informationsblätter des Bundesamtes für Gesundheit (BAG) betreffend Hitze werden auf der Webseite des Amtes für Gesundheit publiziert. Es werden besonders Altersinstitutionen auf hitzeadäquates Verhalten aufmerksam gemacht. Gleiches gilt beim Thema Ozon.
- **Prävention Krebsliga:** Die Krebsliga macht im Sommer, unabhängig vom Amt für Gesundheit, in Schwimmbädern Präventionskampagnen, indem sie beispielsweise Sonnencremes verteilen.
- **Prävention Zecken:** Zusammen mit dem Personalamt empfiehlt das Amt für Gesundheit den Mitarbeitenden der kantonalen Verwaltung eine Impfung gegen FSME

zu machen, besonders jenen Personen, die sich häufig im Wald, am Waldrand oder in der Nähe von Biotopen aufhalten.

- **Pollen:** Die Aha-Stiftung sensibilisiert zum Pollenflug; unabhängig vom Amt für Gesundheit.
- **Lebensmittelsicherheit und Hygiene:** Das kantonale Laboratorium überprüft die Lebensmittelindustrie und Betriebe engmaschig auf verschiedenen Ebenen und erhält so ein Bild über die Lebensmittelsicherheit und Hygiene.

### Zusätzlicher Handlungsbedarf

Gesamthaft kommt es im Sektor Gesundheit nicht zu einem grossen zusätzlichen Handlungsbedarf aufgrund des Klimawandels. Viele Empfehlungen und Informationen sind auch unter fortschreitendem Klimawandel weiterhin anwendbar. Auch die Überprüfungen von Betrieben und der Lebensmittelindustrie durch das kantonale Laboratorium brauchen nicht intensiviert zu werden, da der Standard in der Lebensmittelsicherheit hoch ist. In der Lebensmittelherstellung ist die Einhaltung von Kühlketten ein grosses Thema und wird auch künftig – unabhängig vom Klimawandel – thematisiert und mit engmaschigen Kontrollen weitergezogen.

Handlungsbedarf besteht in einer Ausweitung bestehender Informations- und Sensibilisierungsmassnahmen auf weitere Bevölkerungsgruppen sowie einer verstärkten Interaktion und ämterübergreifender Information zwischen Gesundheit und anderen Sektoren, damit potenzielle Konflikte besser angegangen und Synergien genutzt werden (u.a. zwischen klimaangepasster Siedlungsentwicklung und Gesundheit sowie im Bereich gesundheitsrelevanter gebietsfremder Arten).

Die nachfolgend beschriebenen Handlungsfelder und Stossrichtungen bauen auf den bestehenden Instrumenten und Aktivitäten des Kantons Thurgau auf.

### 7.3.6.5. Handlungsfelder und Stossrichtungen

Tabelle 55: Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Gesundheit"

<b>Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Gesundheit"</b>
<b>Handlungsfeld: Minimierung klimabedingter Gesundheitsrisiken</b>
<p>Der Klimawandel stellt die Menschen und Institutionen, welche sich mit der Gesundheit beschäftigen, vor neue Herausforderungen. Die verstärkte Überwachung, Sensibilisierung und Information zu neuen bzw. steigenden gesundheitlichen Risiken ermöglicht es, Kenntnisse dazu zu verbessern und Prävention und Bekämpfung stärker auf diese Risiken auszurichten.</p> <p><i>Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel:</i> Die klimabedingten Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit werden gemindert.</p> <p><b>Stossrichtungen:</b></p>

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Gesundheit"

- *Verstärkte Überwachung von Krankheiten, die durch den Klimawandel an Bedeutung gewinnen:* Ein Monitoring zur Überwachung von durch den Klimawandel neu auftretenden oder wichtig werdender Krankheiten würde es ermöglichen, frühzeitig Massnahmen zu Prävention und Bekämpfung dieser Krankheiten zu ergreifen. Der Kanton kann sich beim Bund dafür einsetzen, ein solches, nationales Monitoring (für neue Krankheitsbilder oder neue Kategorien wie z.B. hitzebedingte Todesfälle) einzuführen.
- *Plan zum Umgang mit Hitzewellen:* Um ein koordiniertes Vorgehen der betroffenen kantonalen Stellen bei Hitzewellen zu ermöglichen, soll eine Strategie bzw. ein Plan zum Umgang mit Hitzewellen erstellt werden, mit Zuständigkeiten, Abläufen, Überwachungssystemen, Warnungen-/Interventionsplänen etc. Das Vorgehen könnte auch auf Spitäler ausgeweitet werden. Spezielles Augenmerk soll auf vulnerable Bevölkerungsgruppen wie Geringverdienende, chronisch Kranke, ältere Menschen und Kleinkinder gelegt werden, welche von den Folgen des Klimawandels besonders betroffen sind.
- *Sensibilisierung und Information bei Hitzewellen:* Empfehlungen und Informationen zum Umgang mit Hitze sollen ausgebaut und weitergetragen werden. Dazu werden die Bevölkerung und relevante Multiplikatoren (z.B. Pflegeheime, Gemeinden, Spitex) sensibilisiert/informiert, wie bei Hitzewellen eine gesundheitliche Beeinträchtigung verhindert werden kann. Dabei erfolgt eine Koordination der Massnahmen mit dem Bund. Ggf. können auch zielgruppenspezifische Informationsmaterialien entwickelt werden (z.B. für besonders vulnerable Gruppen, Arbeitende im Freien etc.).
- *Sensibilisierung und Information bei neu auftretenden Krankheiten und Zoonosen:* Bisher erhalten der Kanton und der Kantonsarzt vom Bund Empfehlungen und Informationen beispielsweise zu Zecken und verbreiten diese weiter. Diese Empfehlungen und Informationen sollen ausgebaut und weitergetragen werden, etwa durch Informationen an Fachpersonen und die breite Bevölkerung bei neu auftretenden Krankheiten und Zoonosen. Die Koordination der Aktivitäten erfolgt im Austausch mit dem Bund. Mögliche Synergien sollen auch für andere Massnahmen und Sensibilisierungskampagnen genutzt werden.

### 7.3.6.6. Querschnittsbezüge

Zwischen dem Sektor "Gesundheit" und anderen Sektoren im Klimaschutz und in der Anpassung an den Klimawandel bestehen verschiedene Schnittstellen und Bezüge. Diesen Schnittstellen soll im Rahmen der sektorübergreifenden Zusammenarbeit Rechnung getragen werden. Zentral für den Sektor "Gesundheit" sind folgende Schnittstellen (Tabelle 56):

Tabelle 56: Schnittstellen zwischen dem Sektor "Gesundheit" und anderen Sektoren.

#### Schnittstellen des Sektors "Gesundheit" zu den Sektoren...

##### Energieproduktion/-versorgung

- Festlegung/Umsetzung von Bauvorschriften, die auch unter veränderten Klimabedingungen ein angenehmes Wohn- und Arbeitsklima durch bau- und energietechnische optimierte

<b>Schnittstellen des Sektors "Gesundheit" zu den Sektoren...</b>
Regulierung der Innentemperatur gewährleisten. Besonderer Fokus soll dabei auf der vulnerablen Bevölkerung liegen, z.B. ältere Menschen, Kranke, Säuglinge
<b>Wasserwirtschaft &amp; Hydrologie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Während Zeiten geringer Wasserführung ergeben sich für kleinere, evtl. auch mittlere Fließgewässer Konflikte bei der Wassernutzung (inkl. Trinkwassernutzung)</li> <li>- Ausbreitung von Krankheitserregern in wärmeren Wasserressourcen und Gewässern, welche die Wasserqualität mindern</li> </ul>
<b>Landwirtschaft und Ernährung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Überwachung, Prävention und Bekämpfung von neu auftretenden Arten, die gesundheitsschädigend sind</li> <li>- Überwachung, Prävention und Bekämpfung von Vektoren/Wirtstieren, die für das Auftreten neuer und bereits bekannter Infektionserreger bedeutsam sind</li> </ul>
<b>Biodiversität</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Überwachung des Vorkommens und der Ausbreitung neu auftretender Arten, welche die menschliche und tierische Gesundheit beeinträchtigen (Vektoren, Wirtstiere, allergene Pflanzen)</li> <li>- Berücksichtigung der Risiken von Feuchtbiotopen als potenzielle Habitate für neue, feuchtigkeitsliebende Vektoren</li> <li>- Unterstützung der ökologischen Infrastruktur als zentrales Bindeglied zwischen urbaner Biodiversität und Gesundheit der urbanen Bevölkerung</li> </ul>
<b>Tourismus</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Klimabedingte Infektionskrankheiten, Pandemien</li> <li>- Freizeitverhalten bei Hitzewellen</li> </ul>
<b>Raumentwicklung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Klimaangepasste Siedlungsentwicklung: Minimierung des Wärmeinsel-Effektes in städtischen Gebieten (Durchlüftungskorridore, Vorgaben zu Oberflächenmaterialien, Begrünung/mehr Natur im Siedlungsraum, Wasserflächen)</li> </ul>

### 7.3.7. Tourismus

#### 7.3.7.1. Auswirkungen des Klimawandels

Die Aktivitäten des Thurgauer Tourismus sind mehrheitlich auf die Sommersaison ausgelegt. Als dessen Schwerpunkte gelten die Natur- und Kulturlandschaft einschliesslich See, kulturelle und historische Sehenswürdigkeiten und Denkmäler (z.B. Schlösser, Klöster, Museen). Er bringt als Wirtschaftszweig jährlich ca. 400 Millionen Franken an Einnahmen und erbringt 3.8 % des Gesamtwirtschaftsvolumens im Kanton. Die direkten

und indirekten klimabedingten Auswirkungen auf den Tourismus sind vielfältig und unterscheiden sich in der Schweiz stark, abhängig von den naturräumlichen Gegebenheiten. Es besteht die Möglichkeit, dass die Attraktivität des Landschaftsbildes durch den Klimawandel im Mittellandkanton Thurgau zum Teil negativ beeinflusst werden kann, etwa, wenn Flüsse oder Bäche trockenfallen. Die positiven Auswirkungen auf den Tourismus dürften aber überwiegen. Die höheren Temperaturen lassen Kältewellen und Frosttage seltener werden, Präferenzen könnten sich in Richtung mehr Ausflugs-tourismus, resp. Tages-/Kurzaufenthalte verschieben und zunehmen. Beim Sommertourismus kann die Saison (z.B. Camping, Wassersport, Baden, Biken, Wandern) verlängert werden, sodass bereits im Frühling oder bis in den Herbst Sommeraktivitäten ausgeführt werden und neue Aktivitätsideen aufkommen können (Jaag und Schnyder 2019). Die negativen Auswirkungen des Klimawandels zeigen sich durch die Zunahme von Naturgefahren (z.B. Hochwasser, Überschwemmungen, Stürme) und Extremereignissen (z.B. Trockenheit, Hitze, Starkniederschläge, Kälteeinsturz). Mehr und intensivere Starkniederschläge sowie mildere Winter erhöhen das Risiko für Hochwasser, was sich unter Umständen negativ auf touristische Infrastrukturen auswirken kann. Für die Tourismusschifffahrt am Untersee ist das steigende Hochwasserrisiko ein kleines Risiko, da je nach Pegelstand die Schiffe Brücken nicht mehr passieren können. Häufigere und intensivere Extremereignisse können vermehrt Schäden an den Infrastrukturen verursachen, sofern diese nicht ausreichend geschützt sind. In den Sommermonaten häufen und verlängern sich Hitze- und Trockenperioden und beeinträchtigen den Wasserhaushalt und die Wasserqualität empfindlich. Geringere Wasserstände im Sommer wirken sich v.a. auf dem Untersee und Rhein u.a. auf die Schifffahrt aus. Weniger Niederschlag im Sommer kann zu mehr Aktivitäten im Freien führen, auf der anderen Seite aber auch die Marketing Botschafter Früchte und Beeren aus dem Thurgau negativ beeinflussen. Eine steigende Schneefallgrenze bringt mittelmässige Chancen, wodurch das Tourismusangebot an Outdoor-Aktivitäten (Sommeraktivitäten) auch in die Wintersaison ausgedehnt werden kann, vor allem im Hinterthurgau und auf dem Seerücken.

### 7.3.7.2. Prioritäre klimabedingte Risiken und Chancen für den Tourismus

Im Folgenden sind die wichtigsten klimabedingten Risiken und Chancen für den Thurgau vertieft erläutert (Tabelle 57):

Tabelle 57: Die wichtigsten klimabedingten Risiken und Chancen im Sektor "Tourismus".

Grosses Risiko	Mittleres Risiko	Geringes Risiko	Geringe Chance	Mittlere Chance	Grosse Chance
----------------	------------------	-----------------	----------------	-----------------	---------------

<b>Risiko/Chance</b>
<b>1. Wirtschaftliche Einbussen infolge Naturereignisse</b>
<p>Vermehrte Hitzebelastung kann die Aktivität im Freien einschränken. Dadurch kann sich das touristische Angebot entweder nur zeitlich verschieben oder im schlimmsten Fall gemieden werden. Das zeitweilige Trockenfallen von Flüssen und Bächen kann sich negativ auf das Landschaftsbild auswirken und die Attraktivität schmälern. Einschneidend wird es für Fische</p>

## Risiko/Chance

und daraus abgeleitet für den Vertrieb regionaler Produkte oder Angebote (z.B. Ernährungswirtschaft). Bei Wasserknappheit dürften Wassernutzungen verstärkt gegeneinander abgewogen werden, wodurch das touristische Angebot im Schifffahrtsbereich, wegen zu wenig Tiefgang für die Schiffe, öfter eingeschränkt werden könnte. Vermehrte Algenblüte könnte im Sommer die Wasserqualität senken und das Baden oder sonstige Wasseraktivitäten in Seen stark einschränken. Dies stellt die grösste Herausforderung für den Tourismus im Thurgau dar. Besonders einschränkend ist dies für Aktivitäten, die unmittelbar am und im Wasser stattfinden. In milden Wintern setzt die Blüte von (Obst-)Bäumen, die zu einem der Hauptreisemotive im Frühling zählen, früher ein und das Risiko für eine Zerstörung durch die Frosttage steigt.

Auf der anderen Seite, wenn es künftig öfter und stärker regnet oder oberirdisch mehr Wasser abfließt, können bestimmte Infrastrukturen, Anlagen und Gebäude wegen Schäden eingeschränkt werden oder nicht nutzbar sein. Hochwasser, Starkniederschlagsereignisse und Oberflächenabflüsse haben im Ereignisfall ein hohes Schadenpotenzial und sind mit hohen Kosten für deren Behebung verbunden. Im Fall von Hochwassern besteht beim Bodensee und bei der Thur gesamtheitlich ein kleines Risiko. Allerdings ergibt sich am Rhein eine grössere Herausforderung bei Hochwasser, die Schifffahrt betreiben zu können, weil das Passieren unter Brücken zum Teil verunmöglicht wird. Im Falle der Thur sind die Risiken in Abhängigkeit der Realisierung des Thur+-Konzepts einzuordnen. Ziel ist es, ein Jahrhunderthochwasser durch die Stabilisierung der Sohlenlage und durch ökologische Aufwertungen schadlos ableiten zu lassen (Thurgau 2021h).

## 2. Ertragsgewinne im Sommertourismus

Bei grösserer Hitze suchen künftig mehr Menschen die Abkühlung in und an Gewässern, die Attraktivität von Gewässern zur Abkühlung steigt. Dies birgt eine grosse Chance für den Aktivtourismus, welcher im Thurgau ein bedeutender Tourismuszweig darstellt. Bei steigenden Mitteltemperaturen kann die Sommersaison mit ihren Angeboten auch in die Nebensaison (Frühling, Herbst) ausgedehnt und nach Möglichkeit erweitert werden: z.B. längere Schifffahrtsaison, Pop-up-Angebote in der Nebensaison, allgemein längere Verweildauer für Outdooraktivitäten. Mit mildereren Sommerabenden und weniger Regentagen nimmt die Mediterraanisierung im ländlichen und im urbanen Raum zu, was auch touristisch vermarktet werden kann. Demgegenüber begünstigt Hitze das Bedürfnis nach Kühlung in nahen Gewässern oder im negativen Fall für den Thurgauer Tourismus Ausflüge und Kurzreisen in kühlere, höher gelegene Gebiete.

### 7.3.7.3. Sektorziele

Der Kanton Thurgau setzt sich Sektor "Tourismus" die folgenden Sektorziele:

Tabelle 58: Sektorziele "Tourismus"

## Sektorziele Tourismus

Das touristische Angebot ist diversifiziert, innovativ und klimafreundlich.
Touristische Leistungsträger sind über klimafreundliche Tourismusangebote und Klimarisiken für den Tourismus sensibilisiert.

#### 7.3.7.4. Bestehende Aktivitäten und zusätzlicher Handlungsbedarf

Verschiedene bestehende Aktivitäten und Massnahmen des Kantons Thurgau tragen zur Anpassung an den Klimawandel bei:

- **Strategie Thurgau 2040:** Das ganzheitliche und langfristige Instrument schafft eine gemeinsame Sicht des Thurgaus der Zukunft. Ziel ist, einen andersartigen exklusiven Lebens-, Wirtschafts- und Kulturraum am Bodensee zu gewähren. Bestehende Qualitäten sollen dabei im Umfeld gesellschaftlicher und technologischer Veränderungen neu interpretiert, miteinander verbunden und um neue Dimensionen erweitert werden. Die Umsetzung erfolgt in den nächsten 20 Jahren und tangiert alle Akteure im Thurgau im privaten, gesellschaftlichen, wirtschaftlichen oder kulturellen Kontext.
- **Tourismusstrategie für den Thurgau – Aktualisierung 2020:** Die aktuelle Tourismusstrategie 2020 bildet die Basis und den Rahmen der Tourismusentwicklung des Kantons Thurgau für die nächsten Jahre. Sie dient als Fundament für die strategischen Arbeiten und Entscheide sowie deren Umsetzung wie die finanzielle Unterstützung des Tourismus durch den Kanton Thurgau, die Leistungsvereinbarung des Kantons mit Thurgau Tourismus oder Destinations- und Marketingstrategie von Thurgau Tourismus.
- **Interne und externe Aufklärung zum Thema Klima:** In den touristischen strategischen Vorgaben des Kantons findet das Thema Klima momentan keine Erwähnung. Das Amt für Wirtschaft und Arbeit bzw. die Fachstelle für Tourismus und Thurgau-Bodensee Tourismus begrüßen jedoch Bestrebungen der Branche und Leistungsträger, nachhaltige und klimafreundliche Angebote zu entwickeln. In der Nachhaltigkeitsstrategie für die Tourismusbranche im Thurgau hat die Destinationsmanagement Organisation Thurgau-Bodensee (DMO) Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung integriert. Die Aufgabe des Kantons kann künftig sein, entsprechende Rahmenbedingungen zu schaffen, die eine klimafreundliche Umsetzung der Tourismusstrategie flankieren. Dabei können durch vorhandene oder neue Förderinstrumente Impulse ausgelöst gesetzt werden.
- **Nachhaltige Tourismusangebote:** Es bestehen bereits einige klimafreundliche Angebote oder auch solche, welche die Naturverbundenheit wieder mehr ins Bewusstsein rücken wollen. **Velofahren und Wandern im Thurgau:** Es gibt ein breites Angebot auf rund 870 Kilometern beschilderten Freizeit-Routen, das sich für jeden Velofahrtyp und alle Altersklassen eignet. Es existieren weitere 1000 km an markierten Wanderwegen, welche zum Entdecken der Thurgauer Landschaft einladen.

Folgendes Angebot ist beispielhaft. Es sind ergänzende Nischenprodukte mit geringen Volumen und entsprechenden geringem Impact:

- **Übernachten im Himmelbett:** In den Himmelbetten von Thurgau Tourismus (Bubble-Hotel, Schlafen unter freiem Himmel und Tiny House) schläft man an attraktiven Orten mitten in den Thurgauer Gärten, Obsthainen, Rebbergen oder hoch über dem See. Die Himmelbetten sind während April bis Oktober an mehreren Standorten im Thurgau verfügbar.
- **Übernachten im Baudenkmal:** Übernachten in einer Mönchsklausen in der Kartause Ittingen, Fischerhäuser Romanshorn, im Kloster Fischingen Pater Bonifaz oder Achtsamkeitstage.
- **Initiierte Angebote von einzelnen Leistungsträger:** Zu erwähnen ist beispielsweise das 0-Kilometer-Menü der Kartause Ittingen, die Vogelschaurundfahrten der Schweizerischen Schifffahrtsgesellschaft Untersee und Rhein, das Wiesenmähen mit der Sense oder das Fischen auf dem Kundelfingerhof.

### Zusätzlicher Handlungsbedarf

- Es braucht einen institutionellen Dialog zum Thema Klima und zur Frage, wie dieser in die Zukunftsplanung des Thurgaus im Bereich des Tourismus eingebunden werden kann. Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel sollen in Strategien und Leitbildern Eingang finden und ein selbstverständlicher Bestandteil in der Gestaltung der Aktivitäten werden.
- Infrastrukturen und Anlagen müssen vermehrt auf die zunehmende Hitze angepasst werden (z.B. Kühlung, Beschattungsmöglichkeiten, Tränken). Weiter braucht es eine verstärkte Sensibilisierung und Information der Leistungsträger zu den Auswirkungen des Klimawandels im Thurgau sowie zur Reduktion von Naturgefahrenrisiken im Tourismusbereich.

Die nachfolgend beschriebenen Handlungsfelder und Stossrichtungen bauen auf den bestehenden Instrumenten und Aktivitäten des Kantons Thurgau auf.

### 7.3.7.5. Handlungsfelder und Stossrichtungen

*Tabelle 59: Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Tourismus"*

<b>Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Tourismus"</b>
<b>Handlungsfeld: Angebotsentwicklung und Kommunikation</b>
Das bestehende Angebot kann diversifiziert werden, indem die Aktivitäten im Freien nicht nur in der Sommer-, sondern auch in der Nebensaison (Frühling, Herbst) angeboten werden: z.B. längere Schifffahrtsaison, auch in Kombination mit anderen Angeboten wie Museumsbesuchen. Weiter können neue, innovative und klimafreundliche Angebote entwickelt werden, die während der ausgeweiteten Tourismussaison ausgeübt werden können: z.B. Beobachten von überwinterten Vögeln am Untersee, Nischenangebote, alternative Nutzung von Seminar- und Weiterbildungsörtlichkeiten auch an Wochenenden für Feiern und Hochzeiten. Thurgau-Bodensee Tourismus kann mit Unterstützung des Kantons einen umweltbewussteren und klimafreundlicheren Tourismus über Sensibilisierung/Information und



## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Tourismus"

Beratung bei den Dienstleistungsanbietern anregen. So können Klimathemen auch Einzug in die Vermarktung, Leitbilder von Dienstleistungsanbietern, Kommunikation und kantonalen Strategien finden.

Thurgau-Bodensee Tourismus kann mit Unterstützung des Kantons, klimafreundlichere Tourismusangebote über Sensibilisierung/Information und Beratung der Dienstleistungsanbieter fördern, indem das bestehende Angebot klimafreundlicher ausgestaltet wird und Innovationen getätigt werden, um neue klimafreundliche Angebote zu schaffen.

Es soll darauf geachtet werden, die bestehenden Potenziale (z.B. Bodensee und ländlicher Raum) weiter zu nutzen und auszubauen sowie die einheimische Bevölkerung mit Spezialangeboten stärker anzusprechen. Mittels Pop-up-Angeboten lassen sich flexiblere, kostengünstigere und ökologischere Angebote realisieren.

*Beitrag zu Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel:* Die Chancen, die sich mit ganzjährig höheren Temperaturen sowie der Ausdehnung der Sommer- in die Nebensaison bieten, können genutzt werden. Mit umwelt- und klimafreundlichen Tourismusangeboten kann das Bewusstsein der Dienstleister und Touristen für Umwelt, Klima und Nachhaltigkeit geschärft und gleichzeitig ein Beitrag zum Klimaschutz zur Emissionsminderung beigetragen werden.

### Stossrichtungen:

- *Sensibilisierung/Information und Beratung der Dienstleistungsanbieter zur Diversifikation des Tourismusangebots:* Das heutige Angebot hat den Schwerpunkt im Sommertourismus und ist gut etabliert. Das Angebot in der Nebensaison soll erweitert werden: z.B. Herbst- und Frühjahresschifffahrten, Führungen in Naturschutzgebiete in verschiedenen Jahreszeiten etc. Thurgau-Bodensee Tourismus kann mit Unterstützung des Kantons die Schaffung solcher Angebote unterstützen, indem er Tourismusanbieter in Fragen der Diversifizierung des Tourismusangebots informiert und berät.
- *Sensibilisierung/Information und Beratung der Dienstleistungsanbieter zur Förderung mehr klimafreundlicher Tourismusangebote:* Es bestehen bereits einige gute klimafreundliche Angebote und solche, welche die Naturverbundenheit fördern. Künftig können die Potenziale im Bereich "neuer ländlicher Raum" genutzt werden, z.B. nachhaltige Mobilität (Ausbau des Velotourismus mit Förderung von Naturbelägen) und Achtsamkeit und Entschleunigung (z.B. ähnlich wie die Jucker Farm in Zürich, einem Erlebnishof für Familien. Auch Anreize für einen Beitrag für Projekte zu Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel sollen geprüft werden. Leistungsträger werden teilweise bereits für klimafreundlichere Tourismusangebote sensibilisiert. Klimathemen sollen in der Ausbildung und Beratung von Leistungsträgern verstärkt Eingang finden, deren Bewusstsein für Natur und Klima soll gefördert werden. Thurgau-Bodensee Tourismus kann mit Unterstützung des Kantons Tourismusanbieter in Fragen der klimafreundlichen Ausgestaltung des Tourismusangebots informieren und beraten, indem die Schaffung einer Beratungsdienstleistung zu Klimathemen im Tourismusbereich geprüft wird, die Bedürfnisse der Leistungsträger sollen abgeholt werden.
- *Integration der Themen Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel im Tourismusleitbild, -strategie und -marketing des Thurgaus:* Das Thema Klima soll als verbindlicher

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Tourismus"

Bestandteil in Leitbilder, Strategien und ins Marketing sowie in Zielvereinbarungen mit Leistungsträgern integriert werden. Ein Kompetenzaufbau in der Beratung zu naturverbundenen und klimafreundlichen Tourismusangeboten ist zu prüfen.

### Handlungsfeld: Gefahrenminimierung

Starkniederschlagsereignisse führen im Eintrittsfall zu grossen Schäden an Tourismus- und Event-Infrastrukturen, wenn keine präventiven Massnahmen, Sicherheitskonzepte oder Frühwarnsysteme zur Schadensvermeidung umgesetzt werden. Die potenziellen Kosten im Ereignisfall übersteigen die Anpassungskosten bei Weitem. Kanton und Thurgau-Bodensee Tourismus könnten ihre touristischen Dienstleistungsanbieter und Eventveranstalter bei der Entwicklung von Notfall- und Sicherheitskonzepten oder Frühwarnsystemen verstärkt informieren/sensibilisieren. Solche Konzepte und Systeme könnten z.B. für Events und andere touristische Attraktionen konkrete Handlungsoptionen und -massnahmen für die Gefahrenprävention und im Ereignisfall vor Starkwetterereignissen aufzeigen.

*Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel:* Die Tourismus- und Eventinfrastrukturen können an veränderte Bedingungen durch den Klimawandel und seine Auswirkungen angepasst und widerstandfähiger gemacht werden. Die Anpassung an stärkere Wetterextreme ist die beste Vorsorge und hält die primären (Gebäude, Infrastruktur), sekundären (Betriebsausfälle) und tertiären Schäden (Imagekosten) geringer als im Ereignisfall.

#### Stossrichtungen:

- *Prüfung einer Beratungsdienstleistung bei der Entwicklung von Notfall-, Sicherheitskonzepten und Frühwarnsystemen zur Reduktion von Schäden durch Starkwetterereignisse:* Manche Veranstalter von Grossevents (z.B. Open Air Frauenfeld) haben Notfall- und Sicherheitskonzepte entwickelt, damit Schäden durch Starkwetterereignisse (Sturm, Gewitter, Überschwemmungen) reduziert oder vermieden werden können. Kanton und Thurgau-Bodensee Tourismus sollen prüfen, ob eine Beratungsstelle mit Dienstleistungen für ihre Dienstleistungsanbieter über die gesamte Branche zur Entwicklung solcher Notfall- und Sicherheitskonzepte geschaffen werden kann.

### 7.3.7.6 Querschnittsbezüge

Zwischen dem Sektor "Tourismus" und anderen Sektoren im Klimaschutz und in der Anpassung an den Klimawandel bestehen verschiedene Schnittstellen und Bezüge. Diesen Schnittstellen soll im Rahmen der sektorübergreifenden Zusammenarbeit Rechnung getragen werden. Zentral für den Sektor "Tourismus" sind folgende Schnittstellen (Tabelle 60):

Tabelle 60: Schnittstellen zwischen dem Sektor "Tourismus" und anderen Sektoren.

#### Schnittstellen des Sektors "Tourismus" zu den Sektoren...

**Energieproduktion/-versorgung**

<b>Schnittstellen des Sektors "Tourismus" zu den Sektoren...</b>
- Kühl- und Wärmebedarf bei Infrastrukturen des Tourismus
<b>Verkehr und Raum</b>
- Klimaschutz zur Positionierung und Vermarktung nutzen - Chancen für nachhaltigen und klimafreundlichen Tourismus nutzen, z.B. Verkehr mit Velo
<b>Wasserwirtschaft &amp; Hydrologie</b>
- Wasserqualität und zunehmende Aktivität im und am Bodensee - Wasserversorgung während Normal- und Extremsituationen auch für touristische Attraktionen
<b>Landwirtschaft und Ernährung</b>
- Vermarktung regionaler Produkte
<b>Gesundheit</b>
- Klimabedingte Infektionskrankheiten, Pandemien
<b>Raumentwicklung</b>
- Naturbeläge für Verkehrswege (z.B. Velowege)

### 7.3.8. Energieproduktion/-versorgung

#### 7.3.8.1 Auswirkungen des Klimawandels

Um den Klimawandel einzudämmen und gleichzeitig die Energieversorgung langfristig sicherzustellen, ist eine Abkehr von fossilen Energiequellen und ein massiver Ausbau erneuerbarer Energien notwendig. Erneuerbare Energieproduktion und -versorgung sind dabei von einer Reihe von direkten physischen Auswirkungen des Klimawandels betroffen.

Durch die prognostizierte **Erwärmung** wird der Wärmebedarf im Winter durch mildere Temperaturen abnehmen, der Strombedarf zur Kühlung von Gebäuden, Industrieprozessen und Verkehrsmitteln im Sommer hingegen zunehmen. Der verminderte Wärmebedarf trägt direkt zur Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstosses bei, während die Zunahme des Strombedarfs im Sommer eher einen geringen CO<sub>2</sub>-Effekt haben wird. Der direkte Effekt der Erderwärmung auf den CO<sub>2</sub>-Ausstoss wird von klar untergeordneter Bedeutung sein. Ein positiver Effekt einer Verschiebung der Elektrizitätsnachfrage vom Winter in den Sommer ist die bessere Ausgeglichenheit des Elektrizitätsbedarfs zwischen Sommer und Winter. Dies kommt der künftigen **Angebotsstruktur** etwas entgegen, da mit einem höheren Anteil an Photovoltaik-Produktion gerechnet wird, was insbesondere im Sommer zu einer Zunahme der Elektrizitätsproduktion führt (Akademie der Wissenschaften Schweiz 2016).

Beim **Energieangebot** wirkt sich die Klimaveränderung je nach Energiequelle unterschiedlich aus (Wasserkraft, Photovoltaik (PV), Biomasse): Die Elektrizitätsproduktion

aus **Wasserkraft** nimmt künftig im Winter durch grössere Abflussmengen zu. Wenn es im Winter vermehrt Hochwasser geben kann, birgt dies aber auch Risiken. Es können vermehrt Schäden an der Einrichtung zur Stromerzeugung und -übertragung und folglich wirtschaftliche Einbussen durch Betriebsunterbrüche entstehen, wodurch der Betrieb von Wasserkraftwerken zeitweise eingeschränkt ist. Im Sommer nimmt dagegen die Stromproduktion ab, vor allem während längeren Trockenperioden, dies wegen vermehrten tiefen Pegelständen in den Fliessgewässern.

Die **Elektrizitätsproduktion** aus **Photovoltaik** macht im TG mehr als die Hälfte aus. Künftig steigt die Wahrscheinlichkeit für kräftigere Extremereignisse wie Gewitter mit Hagel. Dies könnte vermehrte Schutzmassnahmen für PV-Anlagen bedeuten. Dank u.a. einer kürzeren Schneebedeckung steigt die Energieproduktion im Winter. Die **Energieproduktion** durch **Biomasse** hat bessere Bedingungen dank einer längeren Vegetationsperiode durch die höheren Temperaturen. Somit ist mit einer höheren Biomassenverfügbarkeit zu rechnen. Diese chemische Energie ist optimalerweise in kombinierter Strom-/Wärmeerzeugung und/oder für den Ersatz fossiler Treibstoffe zu verwenden (Akademie der Wissenschaften Schweiz 2016).

### 7.3.8.2. Prioritäre Risiken und Chancen des Klimawandels für die Energieproduktion/ -versorgung

Im Folgenden sind die wichtigsten klimabedingten Risiken und Chancen für den Thurgau vertieft erläutert (Tabelle 61):

Tabelle 61: Die wichtigsten klimabedingten Risiken und Chancen im Sektor "Energieproduktion/ -versorgung".

Grosses Risiko	Mittleres Risiko	Geringes Risiko	Geringe Chance	Mittlere Chance	Grosse Chance
<b>Risiko/Chance</b>					
<b>1. Ertragseinbussen in der Wasserkraft bei Trockenheit</b>					
Neben höheren Durchschnitts- und Höchsttemperaturen verlängern sich im Sommer Hitze- und Trockenperioden und werden häufiger. Hierdurch ist die Verdunstung höher und die Pegel v.a. in den kleineren und mittleren Fliessgewässern nehmen ab. Dadurch ist die Wasserkraftproduktion eingeschränkt, ebenso die Gewährleistung einer ausreichenden Restwassermenge.					
<b>2. Ausfall der leitungsgebundenen Energieversorgung infolge von Hochwasserereignissen und Starkniederschlägen</b>					
Bei häufigeren Hochwasserereignissen oder hohen Pegeln infolge von Starkniederschlagereignissen ist der Betrieb von Wasserkraftwerken beeinträchtigt und die Energieversorgung aus der Wasserkraft kann teils ausfallen, wenn die Leitungen beeinträchtigt sind.					
<b>3. Höherer Kühlbedarf von Gebäuden im Sommer</b>					

Längere und häufigere Hitzephasen sowie steigende Durchschnitts- und Maximaltemperaturen führen besonders in dicht bebauten Gebieten wie Städten zu einem steigenden Kühlbedarf in Gebäuden. Eine zu hohe Wärmebelastung wirkt sich negativ auf die Gesundheit aus. Kommt es künftig zu einem verbreiteten Einsatz von Geräten und Installationen für die Kühlung und Klimatisierung von Gebäuden, dürfte die nachgefragte Elektrizitätsmenge zunehmen. Künftig könnte die Wärmebelastung in den Städten Amriswil, Frauenfeld, Weinfelden, Kreuzlingen, Arbon und Romanshorn problematischer werden. Herausfordernd wird es sein, behagliche Wohn- und Arbeitsverhältnisse zu gewährleisten und gleichzeitig die energiepolitische Zielsetzung einer sparsamen Energienutzung zu erreichen.

#### 4. Reduktion des Winterstrombedarfs aufgrund des geringeren Heizwärmebedarfs

Mildere Temperaturen im Winterhalbjahr verringern insbesondere ab der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts (um 2085) die Energiemenge, die es zum Heizen braucht. Die eingesparte Energiemenge gleicht sich voraussichtlich mit der zusätzlich benötigten Energiemenge zur Kühlung im Sommerhalbjahr aus.

#### 5. Erhöhte Stromproduktion in der Wasserkraft im Winter

Die Nutzung der Wasserkraft ist eng mit dem Niederschlags- und Abflussregime gekoppelt. Auch Extremwetterereignisse und Temperaturveränderungen im Einzugsgebiet der Thurgauer Gewässer wirken sich auf die Stromproduktion, die Sicherheit und den Betrieb von Wasserkraftwerksanlagen aus. Während künftig milderem Wintern fällt mehr Niederschlag in Form von Regen statt als Schnee und die winterliche Niederschlagsmenge nimmt insgesamt zu. Die höheren Durchschnittstemperaturen lassen den Schnee in den Bergen früher schmelzen. Somit gibt es im Winter grössere Abflussmengen und die Stromproduktion in der Wasserkraft nimmt zu.

### 7.3.8.3. Sektorziele

Der Kanton Thurgau setzt sich im Sektor "Energieproduktion/-versorgung" die folgenden Sektorziele:

Tabelle 62: Sektorziele "Energieproduktion/-versorgung"

#### Sektorziele Energieproduktion/-versorgung

Die Energieversorgung (Strom und Wärme) ist jederzeit gewährleistet. Sie ist effizient und auf verschiedene Erzeugungs- und Speichertechnologien abgestützt. Die Energieversorgung basiert auf erneuerbaren und lokalen Quellen.

Die Energieinfrastruktur ist so abgesichert, dass sie auch in extremen Situationen funktioniert.

#### 7.3.8.4. Bestehende Aktivitäten und zusätzlicher Handlungsbedarf

Verschiedene bestehende Aktivitäten und Massnahmen des Kantons Thurgau im Sektor Energieproduktion/-versorgung tragen auch zur Anpassung an den Klimawandel bei. Die relevanten Aktivitäten sind im Kapitel 6.3.1.4 aufgeführt.

Die nachfolgend beschriebenen Handlungsfelder und Stossrichtungen bauen auf den bestehenden Instrumenten und Aktivitäten des Kantons Thurgau auf.

#### 7.3.8.5. Handlungsfelder und Stossrichtungen

Tabelle 63: Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Energieproduktion/-versorgung".

<b>Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor Energieproduktion/-versorgung</b>
<b>Handlungsfeld: Breit abgestützte Energieproduktion</b>
<p>Eine breit gefächerte Energieversorgung ist zentral, um diese auch unter geänderten Klimabedingungen sicherstellen zu können. Die Energieträger Sonne, Wind und Wasser können sich übers Jahr optimal ergänzen. Indem der Kanton das Potenzial erneuerbarer, lokaler Energiequellen verstärkt nutzt, kann die Versorgungssicherheit erhöht werden. Auch der Ausbau von Speichermöglichkeiten hilft, allfällige Engpässe mittels Speicherung von Energieüberschüssen besser überbrücken zu können.</p> <p><i>Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel:</i> Ein Abstützen auf mehrere erneuerbare Energieträger steigert die Versorgungssicherheit und mindert die Abhängigkeit von nur einer Energiequelle.</p> <p><b>Stossrichtungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Schaffung von Rahmenbedingungen:</i> Der Kanton schafft die planerischen, regulatorischen, finanziellen und kommunikativen Rahmenbedingungen, damit eine breit gefächerte Energieerzeugung und -versorgung zu wettbewerbsfähigen Preisen sichergestellt werden kann. Dazu gehören die Erarbeitung von Grundlagen, gesetzliche Vorgaben, raumplanerische Voraussetzungen, Investitionshilfen sowie Informations- und Weiterbildungsangebote.</li></ul>
<b>Handlungsfeld: Stabile Energieinfrastruktur</b>
<p>Extreme Wetterereignisse können die oberirdische Energieinfrastruktur wie auch die unterirdischen Energieversorgungssysteme gefährden bzw. beeinträchtigen (z.B. Hagelschäden an PV-Anlagen, Schäden durch Oberflächenabfluss an Gebäuden). Es gilt, die Energieversor-</p>

gungssicherheit auch bei vermehrt auftretenden und kräftigeren Extremwetterereignissen jederzeit zu gewährleisten. Der Kanton leistet dazu Grundlagenarbeiten im Sinne von Analysen und Prognosen.

*Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel:* Ist die Energieinfrastruktur gegenüber Extremwetterereignissen resilienter, kann die Versorgungssicherheit auch mit fortschreitendem Klimawandel gewährleistet werden.

**Stossrichtungen:**

- *Analyse der Vulnerabilität des Energieversorgungssystems:* Der Kanton analysiert die Vulnerabilität des Energieversorgungssystems anhand von Simulationen und behebt die identifizierten Schwachstellen, sodass die Energieinfrastruktur gegenüber Extremwetterereignissen widerstandsfähiger ist.

### 7.3.8.6. Querschnittsbezüge

Zwischen dem Sektor "Energieproduktion/-versorgung" und anderen Sektoren in der Anpassung an den Klimawandel bestehen verschiedene Schnittstellen und Bezüge. Jene des Klimaschutzes sind im Kapitel 6.3.1.6 aufgeführt. Diesen Schnittstellen soll im Rahmen der sektorübergreifenden Zusammenarbeit Rechnung getragen werden. Zentral für den Sektor "Energieproduktion/-versorgung" sind folgende Schnittstellen (Tabelle 64):

Tabelle 64: Schnittstellen zwischen dem Sektor "Energieproduktion/-versorgung" und anderen Sektoren.

<b>Schnittstellen des Sektors "Energieproduktion/-versorgung" zu den Sektoren...</b>
<p><b>Biodiversität</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Schutz der Gewässerökologie bei verändertem Abflussregime bei Kraftwerken aufgrund des Klimawandels oder klimabedingter Veränderung in der Bewirtschaftung</li><li>- Mindestwasserführung der Fließgewässer</li><li>- Lebensraumveränderungen in und an Gewässern</li></ul>
<p><b>Raumentwicklung</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Integrieren von gesetzlichen Bestimmungen in Bezug auf Klimaschutz und Energieproduktion, usw. Verbindliches und vorbildhaftes Umsetzen der Grundlagen bei den kantonseigenen Immobilien</li><li>- Sicherung kritischer Infrastrukturen der Energieversorgung</li></ul>

### 7.3.9. Gebäude

#### 7.3.9.1. Auswirkungen des Klimawandels

Infrastrukturen und damit auch die Gebäude sind zunehmend von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen, namentlich von Hitzewellen und Starkniederschlägen. Der Klimawandel führt aufgrund zunehmender Hitzeperioden vermehrt auch zu hohen Temperaturen in Gebäuden, insbesondere in älteren, schlecht isolierten Gebäuden. Dies führt dazu, dass die Hitzebelastung für die Bewohnenden und damit auch die gesundheitlichen Beeinträchtigungen steigen oder – als Folge von umgesetzten Anpassungsmassnahmen – der sommerliche Kühlbedarf steigt. Demgegenüber stehen aufgrund der steigenden Durchschnittstemperaturen ein geringerer Heizenergiebedarf im Winter und eine Reduktion von frost- und schneebedingten Schäden. Mit intensiver und häufiger werdenden Starkniederschlagsereignissen steigt die Gefahr von Schäden an Gebäuden (siehe dazu auch das Kapitel 7.3.10 zur Raumentwicklung).

Zu diesen direkten Auswirkungen des Klimawandels auf den Gebäudebereich kommen sozioökonomische Entwicklungen, die das klimabedingte Risiko im Gebäudebereich erhöhen. So nimmt insbesondere die Exposition von Menschen, Gebäuden und Infrastrukturen gegenüber Naturereignissen mit wachsender Bebauungsdichte, Zersiedelung und zunehmender Mobilität zu, womit auch das Risiko für Schäden steigt.

### 7.3.9.2. Prioritäre Risiken und Chancen des Klimawandels für Gebäude

Im Folgenden sind die wichtigsten klimabedingten Risiken und Chancen für den Thurgau vertieft erläutert ():

Grosses Risiko	Mittleres Risiko	Geringes Risiko	Geringe Chance	Mittlere Chance	Grosse Chance
<b>Risiko/Chance</b>					
<b>1. Zu hohe Innentemperaturen im Wohn- und Arbeitsbereich</b>					
Insbesondere während längeren Hitzeperioden mit einer Anhäufung von Tropennächten heizen sich die Innenräume von Gebäuden stark auf. Die Nachtauskühlung funktioniert nur noch bedingt. Die darin lebenden Bewohner und Bewohnerinnen oder Arbeitenden fühlen sich nicht wohl. Darunter leidet die Gesundheit und die Produktivität.					
<b>2. Höhere Gebäudekosten aufgrund der Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz</b>					
Gebäude müssen besser gedämmt werden. Dadurch erhöhen sich die Investitionskosten beim Neubau oder bei der Sanierung. Ebenso kann es notwendig sein, dass zusätzliche Gebäudetechnik zur Kühlung eingebaut werden muss. Auch Beschattung und Materialwahl müssen sorgfältig geplant werden. All dies kann zu höheren Kosten führen.					
<b>3. Geringerer Wärmebedarf während der Heizperiode</b>					
Werden die Winter wärmer, sinkt der Wärmebedarf der Gebäude. Dadurch sinken die Heiz-					



kosten. In Bezug auf die Auslegung von Gebäudehülle und Gebäudetechnik ändert sich jedoch nur wenig, denn nach wie vor sind Extremereignisse auf beiden Seiten der Skala möglich. Zudem trägt eine gut gedämmte Gebäudehülle zum sommerlichen Wärmeschutz bei.

### 7.3.9.3. Sektorziele

Der Kanton Thurgau setzt sich Sektor "Gebäude" die folgenden Sektorziele:

Tabelle 65: Sektorziele "Gebäude"

#### Sektorziele Gebäude

Gebäude sind an Hitze angepasst und widerstandsfähig gegenüber Extremwetterereignissen.

### 7.3.9.4. Bestehende Aktivitäten und zusätzlicher Handlungsbedarf

Verschiedene bestehende Aktivitäten und Massnahmen des Kantons Thurgau im Sektor Gebäude tragen auch zur Anpassung an den Klimawandel bei. Die relevanten Aktivitäten sind im Kapitel 6.3.2.3 aufgeführt.

Die nachfolgend beschriebenen Handlungsfelder und Stossrichtungen bauen auf den bestehenden Instrumenten und Aktivitäten des Kantons Thurgau auf.

### 7.3.9.5. Handlungsfelder und Stossrichtungen

Tabelle 66: Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Gebäude".

#### Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor Gebäude

##### Handlungsfeld: Klimaangepasste Gebäude

Mit fortschreitendem Klimawandel, höheren Temperaturen und vermehrten Hitzeperioden, können Wohnkomfort und Behaglichkeit in Gebäuden stark beeinträchtigt werden. Eine hitzemindernde Bauweise, die Hitzeentnahme aus Gebäuden (z.B. Free Cooling oder Komfortlüftungsanlagen) und Lösungen zur passiven und aktiven Kühlung von Gebäuden gewinnen an Bedeutung. Weiter müssen Gebäude so gebaut sein, dass die Schäden bei Extremereignissen wie Überschwemmungen, Sturm und Hagel soweit möglich reduziert sind, etwa durch klimaangepasste Bauweisen und die Verwendung klimaangepasster Baustoffe.

Über eine klimaangepasste Siedlungsentwicklung kann der Kanton dazu beitragen, dass über die einzelnen Gebäude hinaus Lösungen entwickelt und Hitzeinseln vermieden werden.

*Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel:* Eine klimaangepasste Bauweise von Gebäuden trägt dazu bei, dass insbesondere während Hitzeperioden am Wohn- und Arbeitsort erträgliche Bedingungen vorherrschen. Dies hat positive Auswirkungen auf die Gesundheit der Gesamtbevölkerung und die Produktivität der erwerbstätigen Bevölkerung. Die Berücksichtigung von Extremwetterereignissen in der Planung reduziert das Schadensausmass im Ereignisfall.

**Stossrichtungen:**

- *Klimaangepasste Siedlungsentwicklung:* Siehe HF. Ausrichtung der Siedlungsentwicklung auf den Klimawandel im Sektor "Raumentwicklung".
- Klimaangepasste *Bauweise, Rohstoffe:* Im Rahmen des Energienachweises bei Neubauten soll dem "sommerlichen Wärmeschutz" mehr Gewicht beigemessen werden. Bei den zukünftig zugrundeliegenden Klimadaten wird dem Klimawandel Rechnung getragen. Mit passiven oder aktiven Massnahmen ist aufzuzeigen, wie die Vorgaben des Wärmeschutzes eingehalten werden können. Dabei ist passiven Massnahmen (Beschattung, Begrünung, Fensteranteil etc.) gegenüber aktiven Massnahmen (Kühlung) der Vorrang zu geben. Bei den Rohstoffen und Baumaterialien ist ihr Effekt auf Aufwärmung/Wärmespeicherung/Abkühlung zu berücksichtigen. Des Weiteren schafft der Kanton Anreize dafür, dass durch klimaangepasste Bauweise Schäden durch Extremereignisse verhindert und die Nutzung von Regenwasser vermehrt gefördert werden.
- *Integration der klimaangepassten Bauweise in die Architektur- und Planungsausbildung:* Der Kanton kann sich dafür einsetzen, dass die klimaangepasste Bauweise stärker in die Ausbildung von Architekten und Architektinnen und Planenden integriert wird. Ebenso soll ein entsprechendes Weiterbildungsangebot unterstützt werden.

**7.3.9.6. Querschnittsbezüge**

Zwischen dem Sektor "Gebäude" und anderen Sektoren in der Anpassung an den Klimawandel bestehen verschiedene Schnittstellen und Bezüge. Jene des Klimaschutzes sind im Kapitel 6.3.2.6 aufgeführt. Diesen Schnittstellen soll im Rahmen der sektorübergreifenden Zusammenarbeit Rechnung getragen werden. Zentral für den Sektor "Gebäude" sind folgende Schnittstellen (Tabelle 67):

*Tabelle 67: Schnittstellen zwischen dem Sektor "Gebäude" und anderen Sektoren.*

<b>Schnittstellen des Sektors "Gebäude" zu den Sektoren...</b>
<p><b>Gesundheit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmen/Umsetzen von Bauvorschriften, die auch unter veränderten Klimabedingungen ein angenehmes Wohn- und Arbeitsklima durch bau- und energietechnisch optimierte Regulierungen der Rauminnentemperatur ermöglichen</li> </ul>
<p><b>Raumentwicklung</b></p>

- Umsetzung einer klimakompatiblen Raumentwicklung, blau-grüne Infrastruktur zur Minderung der Überhitzung im Siedlungsraum und Gebäuden

### 7.3.10. Raumentwicklung

#### 7.3.10.1. Auswirkungen des Klimawandels

Die Raumentwicklung ist aufgrund ihrer Querschnittsfunktion in vielerlei Hinsicht von den Auswirkungen des Klimawandels und den entsprechenden Herausforderungen betroffen. Im Fokus stehen jedoch die Auswirkungen des Klimawandels auf die Siedlungsentwicklung und die Gestaltung der Bauwerke. Nebenbei wirken sich Herausforderungen in anderen Sektoren auch auf die Raumnutzung und damit auf die Raumentwicklung aus. Umgekehrt kann die Raumentwicklung andere Sektoren unterstützen, indem sie den Herausforderungen mit raumplanerischen Lösungen begegnet (z. B. Flächensicherung im Bereich Hochwasserschutz). Bestehende Aufgaben erscheinen künftig in einem neuen Licht oder Prioritäten, Risiken und Chancen verschieben sich.

Relevante Herausforderungen durch den Klimawandel, welche die Aufgaben und Prioritäten der Raumentwicklung verändern, sind zunehmende Hitzewellen, Trockenheit im Sommer, zunehmende Starkniederschläge und die Veränderung der Lebensräume und Artenzusammensetzung.

**Hitzewellen** nehmen künftig zu und werden länger. Sie beeinträchtigen insbesondere die Lebensqualität in Städten und Agglomerationen. Der hohe Anteil an versiegelten Flächen, die dichte Bebauung und wenig Grünflächen führen dazu, dass sich Städte und Agglomerationen in Hitzeperioden deutlich stärker erhitzen als das Umland. Im Thurgau könnte der Hitzeinseleffekt am ehesten in den Städten (>10'000 Einwohner) Frauenfeld, Kreuzlingen, Arbon, Amriswil, Romanshorn und Weinfelden wirken. Während stabilen Hochdrucklagen, die durch den Klimawandel öfter auftreten dürften, kann sich auch die Luftqualität in Städten und Agglomerationen verschlechtern, da die Luft in Bodennähe ungenügend durchlüftet wird. Hitze und mangelhafte Luftqualität beeinträchtigen die Lebensqualität, Gesundheit und das Wohlbefinden von Menschen in Städten und Agglomerationen (ARE 2013). Häufige Hitzeperioden in städtischen Gebieten könnten auch dazu führen, dass Menschen eher aus Städten wegziehen und auf dem Land wohnen möchten.

Besonders im Sommer häufen und verlängern sich mit ausbleibendem Niederschlag **Trockenperioden**. Damit können sich Konflikte um die knapper werdende Ressource Wasser verschärfen. Beispielsweise, könnten das abnehmende Wasserangebot und der gleichzeitig höhere Wasserbedarf in der Landwirtschaft zu Konkurrenzdruck zwischen Landwirtschaft, Industrie und privaten Haushalten führen. Auch Zielkonflikte zwischen verschiedenen Nutzungs- und Schutzansprüchen (Gewässer-, Naturschutz) können zunehmen. In Siedlungsgebieten könnte sich der Bewässerungsbedarf für Grünflächen und Bäume erhöhen.

Mit dem Klimawandel nehmen **Starkniederschläge** zu und gewinnen an Intensität. Bei Starkniederschlagsereignissen fließt das Wasser zu einem grossen Teil oberirdisch ab

und wird von den Böden nicht mehr aufgenommen. Dies erhöht im Kanton Thurgau das Risiko für Hochwasser und erhöhte Oberflächenabflüsse. Extremereignisse stellen eine Gefahr für Siedlungen und Infrastrukturen dar (BAFU 2012). Sie können zu Schäden an Gebäuden und zu Bodenerosion führen oder das Kanalisationssystem überlasten (RZU 2021). Für die Raumentwicklung besteht die Herausforderungen darin, die Siedlungsentwicklung so zu steuern, dass die Risiken und das Schadenspotenzial nicht weiter steigen bzw. diese gemindert werden können.

Durch den Klimawandel kommt es auch zu einer weiteren **Veränderung der Lebensräume und der Artenzusammensetzung**. Die Biodiversität ist besonders wegen ungenügender Vernetzung beeinträchtigt, mit Schwerpunkt am Siedlungsrand und in landwirtschaftlich genutzten Gebieten. Naturschutzgebiete sind wichtige Trittsteine für die Vernetzung von Arten. Sie geraten zunehmend unter Druck.

### 7.3.8.2. Prioritäre Risiken und Chancen des Klimawandels für die Raumentwicklung

Im Folgenden sind die wichtigsten klimabedingten Risiken und Chancen für den Thurgau vertieft erläutert (Tabelle 68):

Tabelle 68: Die wichtigsten klimabedingten Risiken und Chancen im Sektor "Raumentwicklung".

Grosses Risiko	Mittleres Risiko	Geringes Risiko	Geringe Chance	Mittlere Chance	Grosse Chance
----------------	------------------	-----------------	----------------	-----------------	---------------

Risiko/Chance
<p><b>1. Erhöhte Anforderungen an die Raumentwicklung aufgrund von Starkniederschlagsereignissen</b></p> <p>Vermehrte Starkniederschlagsereignisse führen künftig zu vermehrten Hochwassern und Überschwemmungen entlang von Gewässern, hauptsächlich im Winter. Auch das Risiko von erhöhten Oberflächenabflüssen steigt, insbesondere im Siedlungsraum, wo der Versiegelungsgrad hoch ist. Entsprechend verändert sich die Naturgefahrensituation, wodurch räumliche Nutzungen beeinträchtigt werden können.</p>
<p><b>2. Erhöhte Anforderungen an die Raumentwicklung aufgrund von Hitze</b></p> <p>Im besiedelten Raum, mit Schwerpunkt in den Städten, wird besonders die sommerliche Hitze zur Herausforderung für die Gestaltung des Siedlungsraumes und damit für die Raumentwicklung. Die künftig zunehmende Hitzebelastung in stark besiedelten Gebieten mindert die Wohn- und Lebensqualität und beeinträchtigt die Gesundheit in Agglomerationen und Städten. Die angestrebte Siedlungsentwicklung nach innen kann ohne geeignete begleitende Massnahmen zu einer Verschärfung der Hitzebelastung führen. Immerhin bieten Massnahmen wie z. B. die Sicherung und Aufwertung von Grünräumen und Wasserflächen die Chance, die Standortattraktivität, den Erholungswert und die Biodiversität zu erhöhen.</p>

<b>Risiko/Chance</b>
Durch Hitze nimmt der Energie- und Wasserbedarf zu Kühlzwecken zu, was sich wiederum auf die notwendigen Ressourcen für die Energieerzeugung und Wasserversorgung auswirkt. Der Bau und die Planung solcher Infrastrukturen führen teilweise zu Konflikten mit der Landschaft. Umgekehrt erhitzen sich energetisch optimierte Gebäude weniger und erfordern keinen bzw. weniger zusätzlichen Energiebedarf zur Kühlung. Mit milderem Temperaturen im Winter reduziert sich dafür der Heizenergiebedarf.
<b>3. Erhöhte Anforderungen an die Raumentwicklung aufgrund von Trockenperioden</b>
Insbesondere im besiedelten Raum gerät die Vegetation (Grünflächen, Bäume) mit dem fortschreitenden Klimawandel vermehrt unter Trockenheitsstress und Krankheitsdruck. Ohne grüne Verdunstungsflächen fehlt die kühlende Wirkung im Siedlungsgebiet. Für den Erhalt der Vegetation muss künftig mehr bewässert werden. Generell können zunehmende Trockenperioden Wassernutzungskonflikte verstärken, weil die unterschiedlichen Wasserbezügler einen steigenden Wasserbedarf haben, z. B. Brauch- und Trinkwasser. Bei Wasserknappheit nimmt die Bedeutung der Wasservorräte (Grundwasser) zu. Aus Gründen des Grundwasserschutzes kann die Bebaubarkeit von bestehendem Siedlungsgebiet eingeschränkt werden. Unterschiedliche Nutzungsansprüche erfordern Interessenabwägungen und möglichst optimale raumplanerische Lösungen.
<b>4. Erhöhte Anforderungen an die Raumentwicklung aufgrund von Veränderungen der Lebensräume</b>
Durch den Klimawandel geraten Lebensräume und darin ansässige Arten zunehmend unter Druck. Künftig könnten Arten zum Wandern in andere Lebensräume gezwungen werden. Insbesondere in Siedlungsräumen fehlen oftmals Vernetzungskorridore, die solche Wanderbewegungen ermöglichen.

### 7.3.8.3. Sektorziele

Der Kanton Thurgau setzt sich Sektor "Raumentwicklung" die folgenden Sektorziele:

Tabelle 69: Sektorziele "Raumentwicklung"

<b>Sektorziele Raumentwicklung</b>
Die Raumentwicklung berücksichtigt in ihren Instrumenten die erhöhten Anforderungen, die durch den Klimawandel entstehen (z.B. Hitze, Starkniederschläge).
Die Siedlungen sind anpassungsfähig und enthalten ökologisch wertvolle Flächen, damit sie auch unter geänderten Klimabedingungen eine hohe Lebensqualität gewährleisten.
Die Raumentwicklung stellt sicher, dass das erhöhte Schadenspotenzial und Risiken tragbar bleiben.

#### 7.3.8.4. Bestehende Aktivitäten und zusätzlicher Handlungsbedarf

Auch wenn der Klimawandel im Kanton Thurgau bisher kein Hauptfokus in der Raumentwicklung war, so decken sich die raumplanerischen Grundsätze und Bestrebungen in der Regel auch mit den Zielen des Klimaschutzes und der Anpassung an den Klimawandel. Das raumplanerische Steuerungsinstrument des Kantons ist der kantonale Richtplan. Er stellt die behördenverbindliche Planung dar, um die räumliche Entwicklung langfristig zu lenken und die Abstimmung der raumwirksamen Tätigkeiten über alle Politik- und Sachbereiche hinweg zu gewährleisten.

#### Zusätzlicher Handlungsbedarf

Aufgrund der Querschnittsfunktion der Raumentwicklung liegt die Federführung in vielen Themenbereichen bei anderen Ämtern. Dennoch gibt es auch in der Raumentwicklung Handlungsspielraum, den Klimawandel und die erforderlichen Anpassungsmassnahmen zu etablieren:

- Die Themen Klimawandel und Anpassung an den Klimawandel sind in den Instrumenten der Raumentwicklung bisher nur indirekt erwähnt und im Vollzug ist das Thema Anpassung an den Klimawandel noch wenig präsent. Entsprechend sind diese Themen explizit im kantonalen Richtplan und in der Gesetzgebung zu verankern.
- Gemeinden und ihre Fachleute aus der Planung setzen auch übergeordnete Vorgaben in ihren Ortplanungen auf kommunaler Ebene um. Der Kanton kann künftig die Gemeinden verstärkt für Klimathemen und nötige Massnahmen zur Anpassung an den Klimawandel sensibilisieren sowie mit Leitfäden unterstützen.

Die nachfolgend beschriebenen Handlungsfelder und Stossrichtungen bauen auf den bestehenden Instrumenten und Aktivitäten des Kantons Thurgau auf.

#### 7.3.8.5. Handlungsfelder und Stossrichtungen

Tabelle 70: Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Raumentwicklung"

<b>Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Raumentwicklung"</b>
<b>Handlungsfeld: Klimawandel in raumplanerischen Instrumenten</b>
Der Klimawandel betrifft das gesamte Aufgabenspektrum der Raumentwicklung. Er akzentuiert die bestehende Flächenkonkurrenz und Ressourcenkonflikte und erfordert entsprechende Interessenabwägungen. Die Raumentwicklung bedient mit den Umgang mit Naturgefahren, der Uferplanung, dem Naturschutz oder Vernetzungsgebieten zentrale Hebel für die Anpassung an den Klimawandel. Die Berücksichtigung des Klimawandels und der Anpassung an den Klimawandel im Instrumentarium der Raumentwicklung und falls nötig auch in den Rechtsgrundlagen ermöglicht es, diese Herausforderung integral anzugehen, vorausschauend zu planen und anpassungsfähige, klimafreundliche Raumstrukturen und Baukultur zu fördern.

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Raumentwicklung"

*Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel:* Ein klimakompatibles raumplanerisches Instrumentarium erlaubt es, sich mit den räumlichen Auswirkungen des Klimawandels frühzeitig und themenübergreifend auseinanderzusetzen und auf allen Planungsstufen vorausschauend zu planen. Damit können die schädlichen Auswirkungen verringert und die Resilienz erhöht werden.

### Stossrichtungen:

- *Integration des Klimawandels in den kantonalen Richtplan:* Dem kantonalen Richtplan kommt als zentrales Führungs- und Steuerungsinstrument eine wichtige Aufgabe in der Koordination und der Vorsorge zu. Der Klimawandel soll im Richtplan explizit und stufengerecht berücksichtigt werden, z.B. mit entsprechenden Zielen und strategischen Grundsätzen auf übergeordneter Ebene sowie Grundsätzen und ggf. Aufträgen in thematischen Kapiteln des Richtplans.
- *Hilfestellungen/Anforderungen an regionale und kommunale Planungsinstrumente:* Der Kanton kann als Prüf-/Genehmigungsinstanz Anforderungen bzw. Erwartungen an regionale, kommunale Richtpläne sowie an die kommunale Nutzungsplanung formulieren und diese prüfen. Zudem kann er den Gemeinden Hilfestellungen/Leitfäden zur Verfügung stellen, wie der Klimawandel in den kommunalen Planungsinstrumenten geeignet berücksichtigt werden kann.
- *Prüfung der raumplanerischen Gesetzesgrundlagen auf Hemmnisse der Anpassung an den Klimawandel (analog Kt. ZH):* Es ist zu prüfen, ob das bestehende Planungs- und Baugesetz (und ggf. auch andere Gesetze/Verordnungen) eine klimaangepasste Siedlungsentwicklung und Baukultur behindert und Gemeinden im bestehenden Rahmen deshalb ungenügend auf die Herausforderungen des Klimawandels reagieren können. Darauf aufbauend können bei Bedarf Massnahmen zur Anpassung dieser Regelungen vorgeschlagen werden.

### Handlungsfeld: Risikobasierte Raumentwicklung

Zunehmende und stärkere Extremereignisse gepaart mit einer intensiveren Raumnutzung und Wertsteigerung von Bauten und Anlagen erhöhen das Risiko von Sachschäden vor allem im Siedlungsraum. Die Auseinandersetzung mit den Risiken wird zu einem zentralen Bestandteil einer nachhaltigen Raumentwicklung. Eine risikobasierte Raumentwicklung ermöglicht es, Konflikte im Umgang mit Naturgefahren frühzeitig zu erkennen und zu vermeiden. Sie orientiert sich nicht nur an den bestehenden Gefahren, sondern an den Risiken, die durch neue Nutzungen oder Nutzungsintensivierung entstehen können.

*Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel:* Risikobasierte Raumentwicklung schwenkt den Fokus vom Gefahren- auf das Schadenspotenzial. Sie ermöglicht einen systematischen und bewussten Umgang mit Risiken auf allen Gefahrenstufen und passt die Raumnutzung entsprechend an.

## Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Raumentwicklung"

### Stossrichtungen:

- *Grundlagen für eine risikobasierte Raumentwicklung:* Der Kanton kann in Ergänzung zu den Gefahrenkarten Risikokarten entwickeln, welche den Handlungsbedarf für Vermeidung und Verminderung von Risiken aufzeigen. Diese schlagen die Brücke von der Gefahrenkartierung zur risikobasierten Raumentwicklung. Weiter kann er Hilfestellungen entwickeln bzw. aufgrund neuer Erkenntnisse aus der Klimaforschung aktualisieren und den Gemeinden zur Verfügung stellen (z.B. Broschüre "Umsetzung Naturgefahren im Kanton Thurgau") sowie in den Gemeinden die Hilfestellungen und Grundlagen des Bundes verstärkt propagieren (z.B. Gefährdungskarte Oberflächenabfluss BAFU, Broschüre zur Risikobasierten Raumplanung BAFU und ARE 2019). s. Sektor Umgang mit Naturgefahren: HF Naturgefahrenprävention
- *Ausrichten der Instrumente und Prozesse der Raumentwicklung auf eine risikobasierte Raumnutzung:* Der Kanton kann im Richtplan Ziele, Grundsätze und Massnahmen einer risikobasierten Raumentwicklung behördenverbindlich festlegen (s. dazu Handlungsfeld "Integration Klimawandel in raumplanerische Instrumente"). Ggf. kann auch die Zusammenarbeit zwischen Raumentwicklungs- und Naturgefahrenfachstellen sowie weiterer Akteure (z.B. Versicherungen) weiter gefördert werden. s. Sektor Umgang mit Naturgefahren: HF Naturgefahrenprävention

### Handlungsfeld: Ausrichtung der Siedlungsentwicklung auf den Klimawandel

Eine klimaangepasste Siedlungsentwicklung ist anspruchsvoll, weil sie mit der Siedlungsentwicklung nach innen abgestimmt werden muss und die Konkurrenz zwischen verschiedenen Raumansprüchen gross ist. Dies gilt insbesondere für städtisch geprägte Räume, in denen die Möglichkeiten zur Anpassung aufgrund dichter Überbauung, weniger Grünflächen und hohem Versiegelungsgrad erschwert sind. Eine klimaangepasste Siedlungsentwicklung ermöglicht eine Siedlungsentwicklung nach innen, die gleichzeitig eine hohe Lebensqualität unter geänderten Klimabedingungen gewährleistet und grossräumige Aspekte miteinbezieht.

*Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel:* Eine klimaangepasste Siedlungsentwicklung kann die klimabedingten Risiken reduzieren, indem z.B. mittels Durchlüftung, Begrünung und Entsiegelung die Hitzeentwicklung gemindert werden kann und durch Sicherung von Flächen für Retention, Versickerung etc. Schäden durch Extremniederschläge reduziert werden können.

### Stossrichtungen:

- *Grundlagen für eine klimaangepasste Siedlungsentwicklung:* Lokalklimatische Aspekte werden bei Planungsverfahren aufgrund fehlender konkreter Grundlagen oftmals unzureichend thematisiert. Der Kanton kann kartografische Grundlagen wie Klimakarten (zu Temperatur, Durchlüftung, bioklimatischen Bedingungen) erarbeiten lassen, welche dann als visuelle Grundlage den Gemeinden zur Verfügung gestellt werden können. Daraus lässt sich für Gemeinden Betroffenheit und Handlungsbedarf ableiten und es lässt sich auf Stufe der Kommunalplanung zielgerichtet darauf reagieren.



### **Handlungsfelder und Stossrichtungen im Sektor "Raumentwicklung"**

- *Sensibilisierung, Information zur klimaangepassten Siedlungsentwicklung*: Der Kanton kann den Gemeinden und anderen Akteuren im Bereich Planung und Bau zielgruppengerechte Informationen zur Verfügung stellen, welche auf die klimatischen Herausforderungen für den Siedlungsraum fokussieren (u.a. Hitze, Oberflächenabfluss). Dies kann über verschiedene Instrumente und Kanäle erfolgen (z.B. Informationsmaterial, Schulungen, Tagungen etc.).

### **7.3.8.6. Querschnittsbezüge**

Zwischen dem Sektor "Raumentwicklung" und anderen Sektoren im Klimaschutz und in der Anpassung an den Klimawandel bestehen verschiedene Schnittstellen und Bezüge. Diesen Schnittstellen soll im Rahmen der sektorübergreifenden Zusammenarbeit Rechnung getragen werden. Zentral für den Sektor "Raumentwicklung" sind folgende Schnittstellen (Tabelle 71):

Tabelle 71: Schnittstellen zwischen dem Sektor "Raumentwicklung" und anderen Sektoren.

<b>Schnittstellen des Sektors "Raumentwicklung" zu den Sektoren...</b>
<b>Energieversorgung/-produktion</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Umsetzung einer Raumentwicklung, die mit geeigneter Art, Anordnung und Anzahl an Grünflächen die Überhitzung von stark verdichteten Siedlungen entschärft (Gewährleistung von Luftzirkulation/natürliche Kühlung in bebauten Gebieten)</li><li>- Sicherung kritischer Infrastrukturen der Energieversorgung</li><li>- Integrieren von gesetzlichen Bestimmungen in Bezug auf Klimaschutz und Energieproduktion.</li></ul>
<b>Gebäude</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Verbindliches und vorbildhaftes Umsetzen der Grundlagen bei den kantonseigenen Immobilien</li></ul>
<b>Verkehr und Raum</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Förderung der kurzen Wege durch eine klimaschonende Verkehrsplanung: Nutzungen und Mobilitätsbewegungen auf einen Raum konzentrieren als Beitrag zur Reduktion von THGs. Lenkung der Siedlungsentwicklung und der Nutzungen</li><li>- Nutzung von Synergien zwischen Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel in der Raumentwicklung (Integration ins raumplanerische Instrumentarium)</li></ul>
<b>Wasserwirtschaft &amp; Hydrologie</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Lokale Wasserspeichermöglichkeiten</li><li>- Förderung eines kommunalen Risikomanagements "Überflutungsschutz"</li><li>- Etablierung einer wassersensiblen Ortsentwicklung mit naturverträglicher Regenwasserbewirtschaftung</li></ul>

<b>Schnittstellen des Sektors "Raumentwicklung" zu den Sektoren...</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Koordination Raumentwicklung mit planerischem Grundwasserschutz</li> <li>- Wasserversorgung zur Bewässerung von Grün-/Erholungsräumen</li> </ul>
<b>Umgang mit Naturgefahren</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risikobasierte und langfristig ausgerichtete Raumentwicklung als nachhaltiges Instrument der Gefahrenprävention zur Vermeidung bestehender Risiken und Vermeidung neuer Risiken und Sicherung von Freiräumen</li> <li>- Hochwasserkorridore, Bodenversiegelung, Oberflächenabflusskarte, Hitze</li> </ul>
<b>Landwirtschaft und Ernährung</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bauen ausserhalb der Bauzone</li> <li>- Abstimmung Flächenbedarf für landwirtschaftliche Nutzung mit Flächen für Anpassung an den Klimawandel</li> </ul>
<b>Wald</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sicherung von Frei- und Erholungsräumen</li> <li>- Sicherung des Schutzwaldes und der Schutzfunktion des Waldes</li> </ul>
<b>Biodiversität</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einbindung von Biodiversitätsaspekten in die Siedlungsplanung und Ausscheidung ausreichend grosser und naturnaher Grünräume (zur Reduktion von Hitzeinseln)</li> <li>- Erhaltung von Landschaften mit reichlich Lebensraummosaik und ihren Ökosystemleistungen im Rahmen der Raumentwicklung</li> </ul>
<b>Gesundheit</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimierung des Wärmeinsel-Effekts in Städten mit städtebaulichen Mitteln (Durchlüftungskorridore, Vorgaben für Oberflächenmaterialien, Grünzonen, Begrünung)</li> </ul>
<b>Tourismus</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Naherholungsgebiete</li> </ul>

## 8. Querschnittsfelder

Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel betreffen verschiedene Sektoren und Handlungsfelder und erfordern ein koordiniertes und aufeinander abgestimmtes Zusammenspiel zwischen diesen Sektoren sowie sektorübergreifende, interdisziplinäre Aktivitäten. Dadurch wird die ganzheitliche Betrachtungsweise verschiedener Themen gefördert. In der Folge werden Handlungsfelder bzw. der Umgang mit Themen beschrieben, die mehrere Sektoren betreffen bzw. übergeordneten Charakter haben.

### 8.1. Forschung, Bildung und Sensibilisierung

Tabelle 72: Handlungsfelder und Stossrichtungen im Querschnittsfeld "Forschung, Bildung und Sensibilisierung."

#### Handlungsfeld: Forschung, Bildung und Sensibilisierung

Forschung, Bildung und Sensibilisierung sind zentrale Voraussetzungen dafür, dass der notwendige Wandel hin zu einer klimaverträglichen Entwicklung bewerkstelligt werden kann. Der Kanton kann das Innovationspotenzial von Forschungsinstitutionen und Unternehmen mit guten Rahmenbedingungen fördern und damit Voraussetzungen schaffen, dass diese Grundlagen und Lösungen für Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel entwickeln können.

Zentral sind zudem die Bildung und Sensibilisierung verschiedener Akteursgruppen. Die Akzeptanz und Implementation der Handlungsfelder und Stossrichtungen zu Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel erfordert auch ein entsprechendes Wissen in der Bevölkerung, der Wirtschaft und der Zivilgesellschaft. Zudem hängt der Erfolg bei der Umsetzung der Handlungsfelder und Stossrichtungen auch davon ab, inwiefern die verschiedenen Akteursgruppen über den aktuellen Forschungsstand verfügen, informiert und sensibilisiert sind und die Handlungsfelder und Stossrichtungen mittragen. Forschung, Bildung und Sensibilisierung spielen entsprechend in verschiedenen Sektoren eine wichtige Rolle (u.a. separates Handlungsfeld Forschung, Bildung und Beratung in der Landwirtschaft und Ernährung sowie spezifische Stossrichtungen zur Sensibilisierung der Bevölkerung bzw. bestimmter Nutzergruppen in den Sektoren Gebäude, Verkehr, Konsum/Kreislaufwirtschaft, Wasser, Wald, Biodiversität, Gesundheit und Tourismus). Zusätzlich zu den sektorspezifischen Stossrichtungen zu Sensibilisierung, Information und Bildung werden hier übergeordnete Handlungsoptionen formuliert.

#### Stossrichtungen:

- *Rahmenbedingungen für Forschung in Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel im Kanton Thurgau:* Es gibt verschiedene Forschungsbetriebe und innovative Institutionen im Kanton, u.a. in der Landwirtschaft und Ernährung, welche Grundlagen und Lösungen zu Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel entwickeln. Damit Wissen und Technologien erarbeitet und den Weg in die Praxis finden können, schafft der Kanton Thurgau gute Rahmenbedingungen dafür, etwa durch Stärkung bestehender Netzwerke und Cluster und fördert den Wissenstransfer zwischen Forschung und Praxis.
- *Schulische Bildung für nachhaltige Entwicklung:* Ökologie und nachhaltige Entwicklung wird in der Volksschule (Lehrplan Thurgau), an Mittelschulen und im Rahmenplan Allgemeinbildung der Berufsbildung unterschiedlich vertieft thematisiert. Die Thematisierung

### Handlungsfeld: Forschung, Bildung und Sensibilisierung

von Klima und Klimawandel und der Umgang soll auf allen Stufen geprüft werden, bestehende Unterrichtsmaterialien sollen zur Verfügung gestellt und bekannt gemacht werden (u.a. Themendossier Klimawandel von [éducation21](#)).

- *Zielgruppenspezifische Sensibilisierung in Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel:* Die Transition hin zu einer Netto-Null-kompatiblen Gesellschaft und Wirtschaft erfordert die Beteiligung diverser Akteure, namentlich auch der Unternehmen, Wohneigentümerinnen und -eigentümer, Investorinnen und Investoren. Es ist zu prüfen, wie der diesen Prozess begleiten und unterstützen kann (Zielgruppen, Partnerschaften etc.).
- *Information und Kommunikation zwischen Kanton und Gemeinden:* Viele Gemeinden sind auf kommunaler Ebene insbesondere im Bereich Klimaschutz aktiv, indem sie z.B. spezifische Angebote mittragen (u.a. im Bereich nachhaltiger Konsum). Zugleich sind sie auf Informationen und Hilfestellungen seitens des Kantons angewiesen, um Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel auf kommunaler Ebene voranzutreiben. Eine regelmässige, beidseitige Information (z.B. über eine gemeinsame Informationsplattform bzw. mittels intensiverer Nutzung bestehender Kanäle) kann dazu beitragen, gute Umsetzungsbeispiele bekannt zu machen, evtl. zu skalieren und voneinander zu lernen. Insbesondere ermöglicht dies dem Kanton, Vorbildprojekte der kantonalen Verwaltung breiter bekannt zu machen und damit potenziell auch Gemeinden ermuntern, ähnliche Projekte umzusetzen.

## 8.2. Öffentliches Beschaffungswesen

Tabelle 73: Handlungsfelder und Stossrichtungen im Querschnittsfeld "Öffentliches Beschaffungswesen".

### Handlungsfeld: Klimaschonendes und nachhaltiges öffentliches Beschaffungswesen

Eine klimaschonende und nachhaltige öffentliche Beschaffung ist ein wichtiger Hebel für die Reduktion der indirekten THG-Emissionen und kann einen Beitrag zu nachhaltigen Produktions- und Konsummustern leisten. Die kantonale Verwaltung kann bei ihrem eigenen Konsum/Beschaffungen eine Vorbildfunktion einnehmen, indem sie im Rahmen der vergaberrechtlichen Möglichkeiten Güter und Dienstleistungen beschafft, die wirtschaftlich, umweltschonend und gesundheitsverträglich sind und sozial verantwortungsvoll produziert wurden. Dank der Beschaffung ökologischer Produkte können nicht nur die Umweltbelastungen und THG-Emissionen reduziert werden. Es kann auch ein Beitrag zur Ökologisierung der Märkte geleistet werden. Ökologiekriterien, insbesondere solche mit Klimarelevanz sollen im öffentlichen Beschaffungswesen in Zukunft mehr Gewicht bekommen.

Für die wichtigsten klimarelevanten Güter/Investitionen (u.a. Gebäude, Fahrzeuge, Nahrungsmittel, etc.) werden separate Handlungsfelder in anderen Sektoren formuliert. Dieses Handlungsfeld ist produktübergreifend.

#### Stossrichtungen:

- *Analyse der Klimarelevanz der zu beschaffenden Produkte:* Vielfach fehlt eine Übersicht zu den Mengen der relevanten zu beschaffenden Produkte und deren Klimarelevanz. Damit Massnahmen zur Reduktion der THG in der Beschaffung zielgerichtet erfolgen können, soll eine Übersicht über die wichtigsten Güter, Mengen und deren THG-

Fussabdruck geschaffen und damit die Produkte identifiziert werden, die eine grosse Treibhausgasrelevanz haben.

- *Integration von Klima-/Nachhaltigkeitsaspekten in die öffentliche Beschaffung:* Die Klimafreundlichkeit der Produkte soll bei der Beschaffung im Rahmen der vergaberechtlichen Möglichkeiten mitberücksichtigt werden. Die zu beschaffenden Produkte sollen über den gesamten Lebenszyklus möglichst wenig THG-Emissionen verursachen. Die Integration von Klimaaspekten in die Beschaffung kann über verschiedene Wege erfolgen, u.a. über die Anpassung kantonaler Beschaffungsrichtlinien und Weisungen, über organisatorische Anpassungen und den Aufbau entsprechender Fachkompetenz in den kantonalen Beschaffungsstellen (z.B. Sensibilisierung der kantonalen Verwaltung).

### 8.3. Umgang mit Schnittstellen, Synergien und Zielkonflikten

Zwischen den Sektoren gibt es zahlreiche Schnittstellen, an denen es Synergien und Konflikte geben kann (siehe dazu in den Sektorkapiteln die Unterkapitel zu den Querschnittsbezügen). Die Hauptherausforderung besteht darin, auf knappem Raum verschiedene Ansprüche an den Raum aus unterschiedlichen Sektoren unterzubringen, etwa erneuerbare Energieproduktion und Landschaftsschutz, landwirtschaftliche Produktion und Biodiversität oder Siedlungsentwicklung nach innen und Freiraumentwicklung. Diese Flächenkonkurrenz wird durch den Klimawandel akzentuiert und stellt eine Herausforderung für die Abstimmung der Bedürfnisse der unterschiedlichen Sektoren dar. Gleichzeitig bestehen zwischen den Sektoren im Klimaschutz und in der Anpassung an den Klimawandel auch Synergien und Kombinationsmöglichkeiten, die es verstärkt zu nutzen gilt. So tragen beispielsweise naturnahe Erholungsräume im Siedlungsraum zu Hitzeminderung, hoher Lebensqualität und Biodiversität im Siedlungsraum bei, sie reduzieren den Nutzungsdruck auf andere Flächen und reduzieren dank kürzerer Wege auch die Emissionen des Verkehrs.

Zentrale Hebel, um Zielkonflikte anzugehen, diverse Ansprüche aufeinander abzustimmen und Synergien zu nutzen, sind eine sektor- bzw. ämterübergreifende und interdisziplinäre Zusammenarbeit sowie die Integration von Klimaaspekten in andere Fachbereiche und Politiken sowie in die Interessenabwägung der raumwirksamen Tätigkeiten (siehe dazu auch Kapitel 7.3.8). Es gilt, bestehende Zusammenarbeitsformen und -gefässe zu stärken, damit das rein sektorielle "Silodenken" überwunden werden kann. Weiter sollten Klimaaspekte aufgrund der grossen thematischen Breite und Tragweite von Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel verstärkt in anderen Fachbereichen und Politiken berücksichtigt und verankert werden und in Prozessen zur Interessenabwägung Eingang finden.

Das Bewusstsein über Synergien und Zielkonflikte ist auch für die Erarbeitung des Aktionsplans Klima bzw. der entsprechenden Massnahmen wichtig. Denn wenn Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel bei laufenden und geplanten Vorhaben frühzeitig mitgedacht werden, sind diese Massnahmen in der Regel kostengünstiger und brauchen weniger personelle Ressourcen. Synergien können so besser genutzt und Zielkonflikte teils schon bei der Ausarbeitung der Massnahmen entschärft werden.

## **9. Umsetzung der Klimastrategie und weiteres Vorgehen**

Im Kapitel 1.3 wurden die Methodik und der zeitliche Ablauf der Erstellung der Klimastrategie geschildert. Nach deren Genehmigung durch den Regierungsrat wird ab Herbst 2022 in Zusammenarbeit mit verwaltungsinternen und -externen Akteuren der Aktionsplan Klima mit konkreten Massnahmen erarbeitet. Nachfolgend werden wichtige Umsetzungsaspekte der Klimastrategie aufgeführt. Diese sollen im Rahmen des Aktionsplans Klima konkretisiert werden.

### **9.1. Akteure, Verantwortlichkeiten und Zusammenarbeit**

#### **9.1.1. Zusammenarbeit innerhalb der kantonalen Verwaltung**

Die Koordinationsstelle Klima koordiniert die Umsetzung der Klimastrategie und des Aktionsplans Klima in der kantonalen Verwaltung. Sie unterstützt die ämterübergreifende Zusammenarbeit für sektorspezifische und -übergreifende Themen. Zudem unterstützt und begleitet sie die Entwicklung der Massnahmen in den einzelnen Sektoren. Sie ist ferner für die Berichterstattung an den Regierungsrat, die Durchführung einer periodischen Evaluation der Klimastrategie und des Aktionsplans nach jeder Legislaturperiode und nach wichtigen Meilensteinen zuständig und koordiniert die jährliche Berichterstattung zur Umsetzung der Massnahmen im Aktionsplan Klima (siehe dazu Kapitel 10.2). Die einzelnen Fachstellen sind für die Entwicklung, Aktualisierung und Umsetzung der Massnahmen zuständig und berichten jährlich zum Umsetzungsstand an die Koordinationsstelle Klima.

#### **9.1.2. Zusammenarbeit mit Bund, anderen Kantonen, Gemeinden und weiteren Akteuren**

Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel sind Gemeinschaftsaufgaben. Die Ziele der Strategie lassen sich nicht allein durch die kantonale Verwaltung erreichen. Vielmehr müssen alle Akteure – Bund, Kanton, Gemeinden, Wirtschaft und Bevölkerung – ihren Beitrag dazu leisten.

Aufgrund der Aufgabenteilung ergeben sich zwischen Bund und Kantonen in der Klimapolitik spezifische Aufgabenbereiche. Gemäss CO<sub>2</sub>-Gesetz Art. 8 koordiniert der Bund die Massnahmen von Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel, d.h. erhöhten THG-Emissionen, welche Schäden an Personen und Sachen verursachen können. Er ist auch für die Erarbeitung und Beschaffung von Grundlagen zuständig, die es für die Ergreifung der Massnahmen bedarf. Die Kantone sind beauftragt CO<sub>2</sub>-Emissionen z.B. in Gebäuden zielkonform zu vermindern (CO<sub>2</sub>-Gesetz Art. 9) und dem Bund jährlich über die getroffenen Massnahmen zu berichten, dies auch in der Anpassung an den Klimawandel. Bund und Kantone setzen sich für eine ausreichende, breit gefächerte, sichere, wirtschaftliche und umweltverträgliche Energieversorgung sowie für einen sparsamen und rationellen Energieverbrauch ein. Mit dem Bund will der Kanton Thurgau beim beschleunigten Verfahren für grosse Wasserkraft- und Windenergieanlagen eng zusammenarbeiten. Nutzungsplanungs- und Baubewilligungsverfahren werden in kantonal konzentrierten Planungsgenehmigungsverfahren zusammengefasst.

Die Zusammenarbeit mit anderen Kantonen erfolgt laufend und wird an der Klimakoordinatorinnenkonferenz des Bundes und an der Energiefachstellenkonferenz der Kantone austariert. Neu findet auch ein regelmässiger Erfahrungsaustausch zu Klimathemen zwischen Ostschweizer Kantonen und dem Fürstentum Liechtenstein statt.

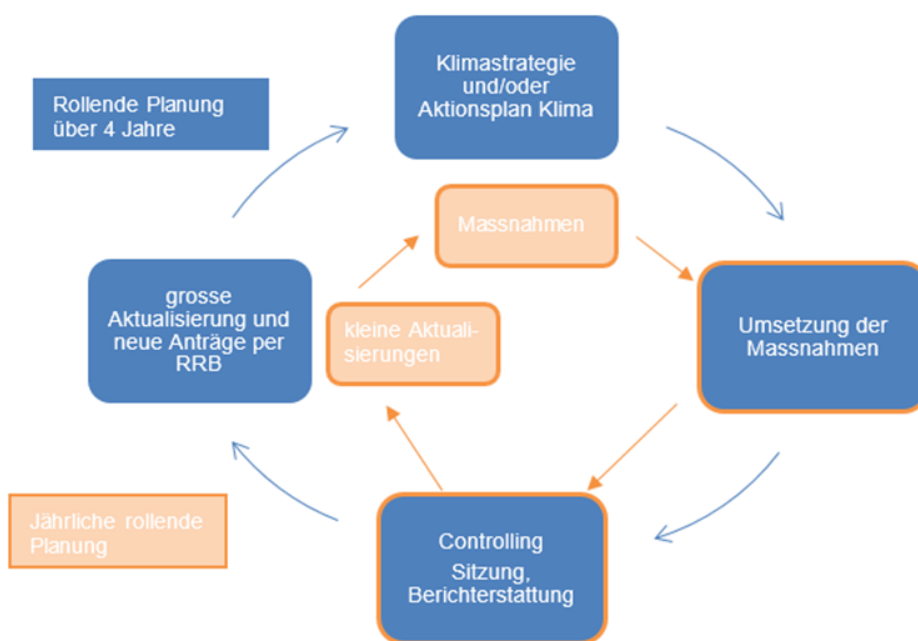
Für die Umsetzung von Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel spielen zudem Gemeinden und verwaltungsexterne Akteure (z.B. Verbände, Unternehmen, etc.) eine wichtige Rolle. Sie können sowohl von der Planung und Umsetzung von Massnahmen betroffen und auch Umsetzungspartner sein.

Der Kanton Thurgau bindet die Gemeinden wie auch externe Akteure als wichtige Ansprech- und Umsetzungspartner in den weiteren Prozess ein, pflegt und fördert den Dialog, Erfahrungsaustausch und die Zusammenarbeit. Nicht hoheitliche Akteursgruppen werden in Vernehmlassungen und auch im weiteren Erarbeitungsprozess einbezogen, damit ihre Anregungen und Anliegen in der Weiterentwicklung der Strategie aufgenommen werden können.

## 9.2. Monitoring und Controlling (Erfolgskontrolle)

Um eine Aussage zu Umsetzungsgrad und Zielerreichung der Klimastrategie machen zu können und diese weiterentwickeln zu können, ist ein Monitoring- und Controlling-system aufzubauen, welches den Zyklus der Berichterstattung, die Verantwortlichkeiten und Systematik definiert. Diese Arbeiten sind Teil des Aktionsplans Klima. Zentrale Eckpfeiler dieses Monitoring- und Controllingsystems werden nachfolgend beschrieben:

- **Controlling-Zyklus:** Damit die Umsetzung der Klimastrategie und Massnahmen effizient, konsequent und fortlaufend erfolgt, ist ein dynamischer (s. Kapitel 1.2) resp. rollender Prozess ( Abbildung 18) angedacht.



*Abbildung 18: Prozess der rollenden Planung beim Controlling (Erfolgskontrolle): Orange gefüllte bzw. orange umrandete Felder für den 1-Jahres-Zyklus auf Massnahmenebene, blaue Felder für den 4-Jahres-Zyklus auf Systemebene.*



Um mittel- und langfristig die Wirksamkeit der ergriffenen Massnahmen und den Projektfortschritt der Klimastrategie zu beurteilen, ist ein Controlling auf Massnahmen- und Systemebene notwendig, das auf verschiedenen Zeitskalen beruht. Weicht der Entwicklungsfortschritt von den Zielen ab, sind die Anstrengungen zu intensivieren und weitere Aktivitäten vorzusehen.

Auf Massnahmenebene soll jährlich in kurzer Form über den Umsetzungsstand der Massnahmen berichtet werden. Dies veranschaulicht der orange Zyklus in Abbildung 18: Die verantwortlichen Fachstellen setzen ihre Massnahmen um. Erfahrungen, neue Anträge und Ideen für Massnahmen werden in der jährlichen Sitzung mit der Koordinationsstelle Klima besprochen. Kleinere Aktualisierungen, welche keine komplett neuen Massnahmen generieren, können jährlich vorgenommen werden, ohne Beschluss durch den Regierungsrat. Eine Statusmeldung zur Umsetzung der Massnahmen kommt in den jährlichen Geschäftsbericht. Alle vier Jahre bzw. nach wichtigen Meilensteinen (u.a. Zwischenziele der Klimastrategie 2030) soll zudem zuhanden des Regierungsrates ausführlicher Rechenschaft über den Umsetzungsstand und die Zielerreichung abgelegt werden. Parallel zum jährlichen Zyklus werden Strategie und Aktionsplan Klima auf Systemebene alle vier Jahre betrachtet. Dabei sollen auch grössere Anpassungen vorgeschlagen und per RRB der Regierung zur Genehmigung vorgelegt werden können, z.B. Ergänzen von weiteren Handlungsfeldern, Massnahmen.

- **Jährliche Berichterstattung des Umsetzungsstandes:** Es wird im Rahmen des Aktionsplans ein Berichterstattungsformat für die Darstellung der Massnahmen entwickelt, das eine gewisse Standardisierung und Stringenz ermöglicht, gleichzeitig aber den Reportingaufwand der Fachstellen in Grenzen hält. Soweit sinnvoll und mit vertretbarem Aufwand erhebbar können für die Massnahmen einfache Umsetzungsindikatoren definiert werden.
- **Messung der Zielerreichung** (alle vier Jahre): Die Messung der Zielerreichung von Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel ist aus verschiedenen Gründen äusserst komplex (u.a. grosse Anzahl Sektoren, unterschiedliche und unterschiedlich messbare Zielgrössen, unterschiedliche Flughöhen der Ziele, komplexe Wirkungszusammenhänge zwischen einzelnen Massnahmen, weiteren Faktoren und angestrebtem Ziel etc.): Es soll im Rahmen des Aktionsplans Klima ein möglichst einfaches, transparentes Wirkungsmodell mit den Ebenen Output (Massnahmenebene) – Outcome (Verhaltensänderungen bei Akteuren) und Impact (Beitrag zu Zielzustand) entwickelt werden, welches diese Zusammenhänge aufzeigt. Die Berichterstattung zur Zielerreichung soll primär qualitativ erfolgen. Ergänzend können Indikatoren zu Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel aufgenommen werden, namentlich z.B. die Indikatoren aus dem harmonisierten Indikatoren-Set für Kantone in den Bereichen Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel.
- **Verantwortlichkeiten:** Die Ausarbeitung der Massnahmen, deren Umsetzung sowie die jährliche Berichterstattung auf Massnahmenebene sind Aufgaben der jeweiligen Fachstellen und werden durch die Koordinationsstelle Klima unterstützt. Für die Koordination des Monitorings und Controllings sowie für die Berichterstattung ist die Koordinationsstelle Klima verantwortlich.

### **9.3. Finanzierung**

Die erforderlichen personellen Ressourcen werden von den unterschiedlichen kantonalen Fachstellen und Institutionen (z.B. TKB, PKTG) bereitgestellt.

Die finanziellen Ressourcen und Gefässe für die Umsetzung der Klimastrategie werden vom Regierungsrat im Rahmen des Budgetprozesses beschlossen. Die Kosten der einzelnen Massnahmen werden im Rahmen der Erarbeitung des Aktionsplans Klima durch die Fachstellen abgeschätzt und von der Klimakoordinationsstelle zusammengefasst. Zudem werden im Aktionsplan die verschiedenen Finanzierungsmöglichkeiten und -modelle aufgezeigt.

### **9.4. Kommunikation der Strategie**

Die Umsetzung von Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel ist äusserst komplex und betrifft mehrere Sektorpolitiken, die schon für sich allein gesehen verschiedene Herausforderungen zu bewältigen haben. Das macht auch die Umsetzung der Klimastrategie und die Erarbeitung des konkreten Aktionsplans anspruchsvoll. Im weiteren Projektverlauf haben deshalb die Kommunikation und der Dialog mit internen und externen Anspruchsgruppen einen hohen Stellenwert. Ein noch separat zu erarbeitendes Kommunikationskonzept wird die Details zeigen.

### **9.5. Weiteres Vorgehen**

Der Grundlagenbericht soll als verwaltungsinternes Arbeitsinstrument dienen, das laufend weiterentwickelt wird. Er kann den Fachstellen und Institutionen zur Entwicklung der Massnahmen für den Aktionsplan Klima dienen. Bis Ende 2022 werden dem Regierungsrat die Klimastrategie zur Genehmigung, die Grundlagen zur Kenntnisnahme unterbreitet. Anschliessend folgt die Erarbeitung des Aktionsplans Klima (künftig Massnahmenplan Klima). In diesem werden Handlungsfelder und Stossrichtungen konkretisiert und Massnahmen für Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel definiert.

## Literaturverzeichnis

- Agentur für erneuerbare Energien. (2021). *Wie funktioniert ein Laufwasserkraftwerk?* Abgerufen am 05. 11 2021 von <https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/wie-funktioniert-ein-laufwasserkraftwerk>
- Akademien der Wissenschaften der Schweiz. (2016). *Brennpunkt Klima Schweiz. Grundlagen, Folgen und Perspektiven. Reports 11.* Swiss Academies.
- AQUA & GAS. (2019). *Lachgasreduktion in der Schlammverbrennung.* Abgerufen am 06. 09 2021 von [https://www.aquaetgas.ch/de/wasser/abwasser/20193012\\_ag12\\_lachgasreduktion-in-der-schlammverbrennung/](https://www.aquaetgas.ch/de/wasser/abwasser/20193012_ag12_lachgasreduktion-in-der-schlammverbrennung/)
- ARE. (2013). *Bundesamt für Raumentwicklung. Klimawandel und Raumentwicklung: Eine Arbeitshilfe für Planerinnen und Planer.*
- asana. (2021). *Was ist ein iterativer Prozess? (mit Beispielen für Iteration).* Abgerufen am 03. 11 2021 von <https://asana.com/de/resources/iterative-process>
- BAFU & ARE. (2019). *Risikobasierte Raumplanung. Risiken abwägen: Instrumente, Chancen und Erfahrungen aus Sicht von Kantonen, Gemeinden, Raumplanern und Architekten.*
- BAFU. (2012). *Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder. Erster Teil der Strategie des Bundesrates vom 02. März 2012.*
- BAFU. (2014). *Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Aktionsplan 2014-2019. Zweiter Teil der Strategie des Bundesrates vom 9. April 2014.*
- BAFU. (2018). *Internationale Klimapolitik: Kyoto-Protokoll.* Abgerufen am 15.09.2021 von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/klima-internationales/internationale-klimapolitik--kyoto-protokoll.html>
- BAFU. (2018a). *Klimapolitik in der Schweiz, Umsetzung des Übereinkommens von Paris.*
- BAFU. (2018b). *Das Übereinkommen von Paris.* Abgerufen am 03. 11 2021 von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/klima-internationales/das-uebereinkommen-von-paris.html>
- BAFU. (2019). *Klärschlamm.* Abgerufen am 04. 11 2021 von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/abfallwegweiser-a-z/biogene-abfaelle/abfallarten/klaerschlamm.html>

- BAFU. (2019a). *Kreislaufwirtschaft*. Abgerufen am 04. 11 2021 von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaft-konsum/fachinformationen/kreislaufwirtschaft.html>
- BAFU. (2019b). *Revitalisierungen*. Abgerufen am 05. 11 2021 von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/fachinformationen/massnahmen-zum-schutz-der-gewaesser/renaturierung-der-gewaesser/revitalisierungen.html>
- BAFU. (2020). *Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Aktionsplan 2020-2025*.
- BAFU. (2020a). *Massnahmen des Bundes für eine ressourcenschonende, zukunftsfähige Schweiz (Grüne Wirtschaft). Bericht an den Bundesrat*.
- BAFU. (2020b). *Negativemissionstechnologien*. Abgerufen am 04. 11 2021 von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/emissionsverminderung/negativemissionstechnologien.html#43462432>
- BAFU. (2020c). *Integrales Risikomanagement*. Abgerufen am 05. 11 2021 von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/fachinformationen/integrales-risikomanagement.html>
- BAFU. (2021). *Kenngrössen zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen in der Schweiz 1990-2019. Bundesamt für Umwelt, Abteilung Klima*.
- BAFU. (2021a). *Treibhausgasinventar der Schweiz*. Abgerufen am 03. 11 2021 von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/zustand/daten/treibhausgasinventar.html>
- BAFU. (2021b). *Invasive gebietsfremde Arten*. Abgerufen am 04. 11 2021 von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/biodiversitaet/fachinformationen/massnahmen-zur-erhaltung-und-foerderung-der-biodiversitaet/erhaltung-und-foerderung-von-arten/invasive-gebietsfremde-arten.html>
- BAFU et al. (2020). *Klimawandel in der Schweiz. Indikatoren zu Ursachen, Auswirkungen, Massnahmen. Umweltzustand. Nr. 2013*.
- BAG. (2018). *Zoonosen*. Abgerufen am 05. 11 2021 von <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/krankheiten/krankheiten-im-ueberblick/zoonosen.html>
- Baunetz. (2021). *Baunetz\_Wissen*. Abgerufen am 03. 11 2021 von <https://www.baunetzwissen.de/glossar/g/gebäudehülle-661641>
- Begert, M., Frei, C., & Abbt, M. (2013). *Einführung der Normperiode 1981-2010, Fachbericht MeteoSchweiz, 245*.
- BFE. (2020). *Fossile Energien*. Abgerufen am 03. 11 2021 von <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/fossile-energien.html>

- BFE. (2020a). *Energieeffizienz*. Abgerufen am 03. 11 2021 von <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/energieeffizienz.html>
- BFS. (2021). *Bruttoinlandprodukt*. Abgerufen am 03. 11 2021 von <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/volkswirtschaft/volkswirtschaftliche-gesamtrechnung/bruttoinlandprodukt.html>
- BKB, KBOB, BPUK, Schweizerischer Städteverband, & Schweizerischer Gemeindeverband. (2021). *Wissensplattform nachhaltige öffentliche Beschaffung WöB. Über die WöB*. Abgerufen am 08. 09 2021 von <https://www.woeb.swiss/ueber-die-woeb>.
- BLV. (2017). *Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen - Poliferative Nierenkrankheit der Fische*. Abgerufen am 05. 11 2021 von <https://www.blv.admin.ch/blv/de/home/tiere/tierseuchen/uebersicht-seuchen/alle-tierseuchen/proliferative-nierenkrankheit-der-fische.html>
- BMU. (2021). *Nachhaltiger Konsum*. Abgerufen am 04. 11 2021 von <https://www.bmu.de/themen/nachhaltigkeit-digitalisierung/konsum-und-produkte/nachhaltiger-konsum#c12951>
- Bretscher, D., Leuthold-Stärfl, S., Felder, S., & Fuhrer, J. (2014). *Treibhausgasemissionen aus der schweizerischen Land- und Ernährungswirtschaft*. *Agroforschung Schweiz* 5 (11-12).
- Buderus. (2021). *Brauchwasser: Begriffe und Definitionen bei Buderus*. Abgerufen am 05. 11 2021 von <https://www.buderus.de/de/lexikon/brauchwasser>
- Bundesrat. (2012). *Umgang mit Naturgefahren in der Schweiz*.
- Bundesrat. (2017). *Botschaft zur Totalrevision des CO2-Gesetzes nach 2020*. Von [www.admin.ch](http://www.admin.ch). abgerufen
- Bundesrat. (2021). *Langfristige Klimastrategie der Schweiz*. Von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/emissionsverminderung/verminderungsziele/ziel-2050/klimastrategie-2050.html> abgerufen
- Bundesversammlung. (2021). *Das Schweizer Parlament. Verlängerung des Reduktionszieles im geltenden CO2-Gesetz*. Abgerufen am 15.09.2021
- BZgA. (2021). *Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung - infektionsschutz.de. Borreliose*. Abgerufen am 05. 11 2021 von <https://www.infektionsschutz.de/erregersteckbriefe/borreliose/>
- CH2018 Project Team. (2018). *CH2018 - Climate Scenarios for Switzerland*. National Centre for Climate Services.
- Dachverband, U. (2021). *Ökosystemleistungen - von der Natur kostenlos erbracht*. Abgerufen am 04. 11 2021 von

<https://www.umweltdachverband.at/themen/naturschutz/biodiversitaet/oekosystemeleistungen/>

DBU. (2019). *Abfallbericht*.

DocCheck Flexikon. (2021). *Parasit*. Abgerufen am 05. 11 2021 von <https://flexikon.doccheck.com/de/Parasit>

DWD. (2021). *Deutscher Wetterdienst - Wetter- und Klimalexikon*. Abgerufen am 05. 11 2021 von <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=101094&lv3=101220>

Ecobau. (2021). *Ecobau*. Abgerufen am 08. 09 2021 von <https://www.ecobau.ch/>

EDP solutions. (2021). *Oberflächennahe Geothermie - Tiefe Geothermie*. Abgerufen am 03. 11 2021 von <http://www.exploration-production-services.de/de/g-geothermie.html>

Egger, K., Bühler, P., Haller, H., Leuthold, S., & Wiesmann, S. (2019). *Interpellation von Kurt Egger, Peter Bühler, Hansjörg Haller, Stefan Leuthold und Sonja Wiesmann vom 8. Mai 2019 "Nachhaltig Investieren"*.

EnDK. (2014). *Energiepolitik der Kantone*. Von <https://www.endk.ch/de/energiepolitik-der-kantone/muken> abgerufen

Fachgruppe Ökologische Infrastruktur. (2021). *Definition und Erläuterungen - Ökologische Infrastruktur Schweiz*.

financewiki. (2006). *Retail-Bank*. Abgerufen am 04. 11 2021 von <https://www.bf.uzh.ch/financewiki/index.php/Retail-Bank>

FKS CSSP CSP. (2019). *Richtlinien Versorgung mit Löschwasser - Gebäudeversicherung Luzern; Die kantonalen Bestimmungen und Bemerkungen der GVL in der Richtlinie sind einzuhalten*.

Forstamt Thurgau. (2020). *Beitragsrichtlinie Jungwaldpflege*.

Gutern, J. (2016). *Klimawandel und Biodiversität. Auswirkungen und mögliche Stossrichtungen für Massnahmen im Kanton Zürich. Fachbericht als Grundlage für die Ergänzung des Naturschutzgesamtkonzeptes des Kantons Zürich im Auftrag der Fachstelle Naturschutz, Amt für Landscha. Forum Biodiversität Schweiz. Von Forum Biodiversität Schweiz. abgerufen*

HLS. (2009). *Historisches Lexikon der Schweiz - Holzwirtschaft*. Abgerufen am 05. 11 2021 von <https://hls-dhs-dss.ch/de/articles/014025/2008-01-08/>

Hochbauamt Thurgau. (2021). *Energiebericht 2019*.

Hoeck, P., Tobler, U., Holderegger, R., Bollmann, K., & Keller, L. (2016). *Populationsökologie. Fachbericht als Grundlage für die Ergänzung des*

*Naturschutzgesamtkonzeptes des Kantons Zürich im Auftrag der Fachstelle Naturschutz, Amt für Landschaft und Natur.*

- Huber, B., Zischg, A., Frehner, M., Könz, G., Frey, H.-U., & Varoni, M. (2021). *Neue Waldstandort-Hinweiskarte Graubündens zur Ermittlung sensitiver Standorte und Bestände*. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 172 (3).
- IGKB. (2015). *KlimBo - Klimawandel am Bodensee. Bericht Nr. 60*.
- INFRAS. (2020). *Klimakompatible Finanzflüsse in der Schweiz: Aktueller Stand der Diskussion. Im Auftrag des Beratenden Organs für Fragen der Klimaänderung OcCC*.
- INFRAS/Perspectives. (2020). *Negative Emissionen und Kompensationsleistungen – Potentiale, Kosten und mögliche Rolle, im Auftrag Energiebeauftragte der Stadt Zürich und AWEL Kanton Zürich*.
- Inklumat. (2021). *Paradigmenwechsel Behindertenhilfe*. Abgerufen am 05. 11 2021 von <https://www.inklumat.de/glossar/paradigmenwechsel-behindertenhilfe>
- Jaag, C., & Schnyder, N. (2019). *Bedeutung des Klimawandels für die Infrastruktur in der Schweiz*. *Swiss Economics*.
- Jacob, K. (2022). *Max-Planck-Gesellschaft*. Abgerufen am 15. 07 2022 von <https://www.mpg.de/18333473/wald-klimawandel-klimaschutz>
- Kanton Aargau. (2021). *Öffentliches Beschaffungswesen*. Abgerufen am 04. 11 2021 von [https://www.ag.ch/de/bvu/bauen/beschaffungswesen/beschaffungswesen\\_1.jsp](https://www.ag.ch/de/bvu/bauen/beschaffungswesen/beschaffungswesen_1.jsp)
- Kanton St. Gallen Naturgefahrenkommission. (2019). *Leitfaden für Vorsorge und Schutz - Gravitative Naturgefahren im Kanton St. Gallen*.
- Kay, S., Jäger, M., & Herrzog, F. (2019). *Ressourcenschutz durch Agroforstsysteme - standortangepasste Lösungen*. *Agroforschung Schweiz* 10 (9).
- Köllner, P., Gross, C., Schächli, B., Füssler, J., Lerch, J., & Nauser, M. (2017). *Klimabedingte Risiken und Chancen. Eine schweizweite Synthese*. *Bundesamt für Umwelt*.
- Kühnis, C., & Egger, M. (2012). *Public Health kompakt*. Abgerufen am 07. 09 2021 von <https://doi.org/10.7892/boris.15867>.
- Lungenliga. (2021). *Luft & Gesundheit*. Abgerufen am 05. 11 2021 von <https://www.lungenliga.ch/de/die-lungen-schuetzen/luft-gesundheit/ozon.html>
- MeteoSchweiz. (2018). *Starkniederschläge*. Abgerufen am 03. 11 2021 von <https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/schweizer-klima-im-detail/starkniederschlaege.html>

- myclimate. (2021). *Was ist das Schweizer CO<sub>2</sub>-Gesetz?* Abgerufen am 15.09.2021 von <https://www.myclimate.org/de/informieren/faq/faq-detail/was-ist-das-schweizer-co2-gesetz/>
- NCCS. (2018). *CH2018 - Klimaszenarien für die Schweiz. National Center for Climate Services, Zürich.*
- NCCS. (2018a). *Waldwirtschaft.* Abgerufen am 20. 07 2021 von <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/sectoren/waldwirtschaft/auswirkungen.html>.
- NCCS. (2019). *Was sind Emissionsszenarien?* Abgerufen am 03. 11 2021 von <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/klimawandel-und-auswirkungen/grundlagen-zum-klima/was-sind-emissionsszenarien-.html>
- NCCS. (2021). *Hydrologische Szenarien verstehen. National Centre for Climate Services.* Abgerufen am 08. 06 2021 von <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/klimawandel-und-auswirkungen/schweizer-hydroszenarien/hydroszenarien-verstehen.html>
- NCCS. (2021a). *Was ist Klimawandel?* Abgerufen am 03. 11 2021 von <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/klimawandel-und-auswirkungen/grundlagen-zum-klima/was-ist-der-klimawandel-.html>
- NCCS. (2021b). *Schweizer Gewässer im Klimawandel. National Centre for Climate Services, Zürich.*
- NCCS. (2021c). *National Centre for Climate Services NCCS: Hydro-CH2018 Webatlas.* Von <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/materialien-und-daten/daten/ch2018-webatlas.html> abgerufen
- OECD. (2015). *The Economic Consequences of Climate Change.* Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2017). *Investing in Climate, Investing in Growth.* Paris: OECD Publishing.
- Paschotta. (2021). *RP-Energie-Lexikon.* Abgerufen am 04. 11 2021 von <https://www.energie-lexikon.info/prozesswaerme.html>
- PLANAT. (24. 08 2021). *Nationale Plattform Naturgefahren PLANAT.* Abgerufen am 2021 von <https://www.planat.ch/de/fachleute/risikomanagement/was-ist-zu-tun/vorbeugung/praevention>
- Pluess, A. R., Augustin, S., & Brang, P. (2016). *Wald im Klimawandel. Grundlagen für Adaptionsstrategien.* Bern, Birmensdorf: BAFU, WSL.
- RZU. (2021). *Planungsverband Region Zürich und Umgebung: Klimaangepasste Innenentwicklung – Handlungsfelder, Strategien und Beispiele.*



- Scherrer, S. C., Fischer, E. M., Posselt, R., Liniger, M. A., Croci-Maspoli, M., & Knutti, R. (2016). *Emerging trends in heavy precipitation and hot temperature extremes in Switzerland*.
- Settele, J., Scholes, R., Betts, R., Bunn, S., Leadley, P., Nepstad, D., . . . Taboada, M. (2014). Terrestrial and inland water systems. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- Sommer, R., Loschko, T., Riebesell, M., Röseler, W., & Witte, H. (2016). *Phänotypische Plastizität - wie Umwelt und Genetik interagieren*. Abgerufen am 14. 09 2021 von Max-Planck-Institut für Entwicklungsbiologie:  
[https://www.mpg.de/10853404/mpi\\_eb\\_jb\\_2016#:~:text=Ph%C3%A4notypische%20Plastizit%C3%A4t%2C%20die%20Eigenschaft%20von,Entwicklung%20von%20Organsimen%20zu%20untersuchen.](https://www.mpg.de/10853404/mpi_eb_jb_2016#:~:text=Ph%C3%A4notypische%20Plastizit%C3%A4t%2C%20die%20Eigenschaft%20von,Entwicklung%20von%20Organsimen%20zu%20untersuchen.))
- Spektrum.de. (2021). *Kompaktlexikon der Biologie. Eutrophierung*. Abgerufen am 30. 08 2021 von <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie-kompakt/eutrophierung/3958>
- Spektrum.de. (2021). *Lexikon der Geowissenschaften - Niedrigwasser*. Abgerufen am 05. 11 2021 von <https://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/niedrigwasser/11207>
- Spektrum.de. (2021a). *Kompaktlexikon der Biologie - Generalisten*. Abgerufen am 05. 11 2021 von <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie-kompakt/generalisten/4678>
- SpringerGabler. (2021). *Gabler Wirtschaftslexikon. Das Wissen der Experten*. Abgerufen am 03. 11 2021 von <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/internalisierung-externer-effekte-39210>
- Spuler, F., Thomä, J., & Frey, R. (2020). *2° investing initiative, wüest partner, PACTA. Bridging the gap - Measuring progress on te cimate goal alignment and climate actions of swiss financial institutions*.
- Stadt Winterthur. (2021). *Schwammstadt*. Abgerufen am 05. 11 2021 von <https://stadt.winterthur.ch/themen/leben-in-winterthur/energie-umwelt-natur/klimaanpassung/schwammstadt/schwammstadt-die-definition>
- Taverna, R., Hofer, P., Werner, F., Kaufmann, E., & Thürig, E. (2007). *Co2-Effekte der Schweizer Wald- und Holzwirtschaft. Szenarien zukünftiger Beiträge zum Klimaschutz*. Bern: Umweltwissen Nr. 0739. BAFU.
- TCS. (2021). *Was ist ein Hybrid Auto?* Abgerufen am 04. 11 2021 von <https://www.tcs.ch/de/testberichte-ratgeber/ratgeber/elektromobilitaet/hybridfahrzeuge.php>

- Terracycle. (2021). *Recycling-Begriffe und Definitionen - Entsorgungsszenarien für Produkte und Werkstoffe*. Abgerufen am 04. 11 2021 von <https://www.terracecycle.com/de-CH/pages/recycling-begriffe-und-definitionen>
- Thurgau. (2018). *Wasserentnahmeverbot im Kanton Thurgau*. Abgerufen am 10. 06 2021 von <https://www.tg.ch/news/news-detailseite.html/485/news/33913>
- Thurgau. (2012). *Richtlinien des Regierungsrates betreffend die Vorbildfunktion in ökologischer Hinsicht der kantonalen Verwaltung und der unselbständigen Anstalten des Kantons bei der Beschaffung von Baudienstleistungen, Materialien und Gerätschaften*.
- Thurgau. (2018a). *Umwelteffiziente Fahrzeugflotten im kantonalen Tiefbauamt*. Abgerufen am 15. 09 2021 von <https://www.tg.ch/news.html/485/news/33977>
- Thurgau. (2020). *Richtlinien des Regierungsrates des Kantons Thurgau für die Regierungstätigkeit in der Legislaturperiode 2020-2024*.
- Thurgau. (2020a). *Statistisches Jahrbuch 2020. Dienststelle für Statistik des Kantons Thurgau*.
- Thurgau. (2020b). *Planungen des Verbandes KVA Thurgau zur Kenntnis genommen*. Abgerufen am 03. 09 2021 von <https://www.tg.ch/news.html/485/news/49259/newsarchive/1>
- Thurgau. (2021). *Amt für Umwelt - Gewässerschutzbereiche*. Abgerufen am 05. 11 2021 von <https://umwelt.tg.ch/wasser/gewaesserqualitaet/schutzbereiche/gewaesserschutzbereiche.html/3691#:~:text=Zustr%C3%B6mbereich%20Zu%20umfasst%20das%20Gebiet,bei%20Grundwasserfassungen%20von%20%C3%B6ffentlichem%20Interesse>.
- Thurgau. (2021a). *Dienststelle für Statistik. Wirtschaft und Arbeit*. Abgerufen am 09. 08 2021 von <https://statistik.tg.ch/themen-und-daten/wirtschaft-und-arbeit/arbeit-und-erwerb/beschaefigte.html/6019>
- Thurgau. (2021b). *Energie. Grossverbraucher*. Abgerufen am 09. 08 2021 von <https://energie.tg.ch/gesetzliche-grundlagen/grossverbraucher.html/842>.
- Thurgau. (2021c). *Harmonisierung des öffentlichen Beschaffungswesens*. Abgerufen am 27. 07 2021 von <https://www.tg.ch/news.html/485/news/50948/l/de#:~:text=Das%20revidierte%20Gesetz%20regelt%20den,Bund%20und%20Kantonen%20erreicht%20werden>.
- Thurgau. (2021d). *MoniThur. U2.2.a Energieverbrauch pro Einwohner*. Abgerufen am 11. 08 2021 von <https://monithur.tg.ch/indikatoren/umwelt/indikatorenblatt.html/1508>
- Thurgau. (2021e). *Thurgau in Zahlen 2021*.

- Thurgau. (2021f). *Dienststelle für Statistik. Verkehr*. Abgerufen am 03. 08 2021 von <https://statistik.tg.ch/themen-und-daten/raum-verkehr-und-umwelt/verkehr/individualverkehr.html/6713>.
- Thurgau. (2021g). *Umgang mit Naturgefahren*. Abgerufen am 30. 07 2021 von <https://umwelt.tg.ch/wasser/naturgefahren/umgang-mit-naturgefahren.html/1996>
- Thurgau. (2021h). *Thur - Konzept Thur+*. Abgerufen am 19. 08 2021 von <https://thur.tg.ch/konzept-thur.html/10589>
- TKB. (2021). *Nachhaltigkeitsstrategie 2021-2025, Stand August 2021*.
- Tourismus NRW. (2018). *Trendmagazin: Pop-up-Tourismus*.
- Umweltnetz-Schweiz.ch. (2021). *Beginnt das Zeitalter der Pandemien?* Abgerufen am 06. 09 2021 von <https://www.umweltnetz-schweiz.ch/themen/gesundheit/3849-beginnt-das-zeitalter-der-pandemien.html>.
- United Nations. (2015). *Paris Agreement*.
- VBSA. (2014). *Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen - Energie-Charts*. Abgerufen am 04. 11 2021 von <https://vbsa.ch/fakten/energie-charts/>
- Vittoz, P., Cherix, D., Gonseth, Y., Lubini, V., Maggini, R., Zbinden, N., & Zumbach, S. (2010). Klimawandel. (Bristol-Stiftung, Hrsg.) *Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht?*
- waldwissen.net. (2016). *Eidgenössische Forschungsanstalt WSL - Merkblatt Eschentriebsterben*. Abgerufen am 05. 11 2021 von <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/schadensmanagement/pilze-und-nematoden/merkblatt-eschentriebsterben>
- Zukunft Mobilität. (2021). *[Kurz erklärt] Was ist der Modal Split und was sagt er aus?* Abgerufen am 04. 11 2021 von <https://www.zukunft-mobilitaet.net/167600/analyse/was-ist-der-modal-split-grenzen-verkehrsmittelwahl-einschraenkungen-wege-verkehrsleistung>

## Glossar

**Abfallverordnung:** Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA).

**Abwärme:** Nach dem Stand der Technik nicht vermeidbare Wärmeverluste, die aus Energieumwandlungsprozessen oder chemischen Prozessen, wie z.B. in Kehrlichtverbrennungsanlagen (KVA), entstehen.

**Aktionsplan Klima:** Massnahmenplan zur Klimastrategie.

**Annuität:** Jährliche Zahlungsgrösse, die von Zinssatz und Laufzeit abhängig ist, durch die ein anfänglicher Kreditbetrag während der Darlehenslaufzeit einschließlich Zinsen getilgt wird (SpringerGabler 2021).

**Anpassung an den Klimawandel:** Die Anpassung an die globale Erwärmung hat zum Ziel, sich mit den aufgrund der globalen Erwärmung bereits eingetretenen Änderungen des Klimas zu arrangieren oder auf zu erwartende Änderungen so einzustellen, dass zukünftige Schäden so weit wie möglich vermieden werden können oder auch Chancen, wo sie entstehen, genutzt werden (BAFU 2020).

**Anthropogen:** Durch den Menschen verursacht.

**Bestockung:** Baumbestand einer Fläche.

**Biogener Abfall:** Abfall von pflanzlicher, tierischer oder mikrobieller Herkunft.

**BIP:** Abkürzung für Bruttoinlandprodukt, das ein Indikator für die Wirtschaftstätigkeit ist. Es misst die wirtschaftlichen Entwicklungsstufen der einzelnen Länder (BFS 2021).

**Borreliose:** Eine Krankheit, die durch Zecken übertragen wird. Sie wird auch Lyme-Borreliose oder Lyme-Krankheit genannt. Die Borreliose kann vielgestaltig und unterschiedlich schwer verlaufen und betrifft überwiegend die Haut, aber auch das Nervensystem, die Gelenke und das Herz können betroffen sein (BZgA 2021).

**Brauchwasser:** Wasser, welches bei technischen, gewerblichen, landwirtschaftlichen oder hauswirtschaftlichen Anwendungen zum Einsatz kommt (Buderus 2021).

**BTS und RAUS:** Tierwohlprogramme des Bundes, mit denen eine Tierhaltung gefördert wird, welche die Ansprüche der Nutztiere besonders stark berücksichtigt. BTS: Besonders tierfreundliche Stallhaltungssysteme. RAUS: Regelmässiger Auslauf im Freien.

**Chance:** Produkt aus Eintrittswahrscheinlichkeit und Nutzen eines Ereignisses.

**Dekarbonisierung:** Abkehr von der Nutzung kohlestoffhaltiger Energieträger. Fossile Energieträger enthalten Kohlenstoff, bei deren Verbrennung gelangt CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre. Der steigende CO<sub>2</sub>-Gehalt verstärkt u.a. den natürlichen Treibhauseffekt.

**Direkte Emissionen:** THG-Emissionen, welche innerhalb eines festgelegten Gebiets ausgestossen werden.

**Diversifikation:** Sortimentsausweitung oder Vergrösserung der Dienstleistung oder Geschäftsbereiche oder Risikostreuung. Hierdurch werden die Gewinnchancen erhöht und die Verlustrisiken verringert.

**Emissionsszenarien:** Mögliche zukünftige Entwicklungspfade des menschlichen Ausstosses von THGs und Aerosolen (NCCS 2019)

**Endnachfrage:** Verkauf von Produkten an den/die Endverbraucher/-innen.

**Energieeffizienz:** Allgemeine Beschreibung des Verhältnisses eines bestimmten Nutzens zu dessen Energieeinsatz, d.h. die möglichst wirkungsvollste und sparsamste

Nutzung von Energie. Je weniger Energie eingesetzt wird, desto energieeffizienter ist ein Produkt oder eine Dienstleistung (BFE 2020a).

**Energienettoeffizienz:** Mass für die Effizienz, mit welcher eine KVA die im Abfall enthaltene Energie in nutzbare Energieformen wie Strom und Wärme umwandelt (VBSA 2014).

**Erneuerbare Energien:** Werden aus natürlichen Ressourcen wie Sonnenlicht, Wasser- und Windkraft oder nachwachsenden Rohstoffen gewonnen. Sie können sich unbegrenzt reproduzieren und stellen somit unendliche Ressourcen dar.

**Eschentriebsterben:** Auch bekannt als Eschenwelke. Eine schwere Baumkrankheit, die durch den aus Ostasien eingeschleppten Pilz *Hymenoscyphus fraxineus* verursacht wird. Die Pilzsporen infizieren im Sommer die Blätter der Esche, von dort dringt der Erreger in die Triebe, wo sich die typischen, olivbraun bis orange gefärbten Rindennekrosen, die zum Aussterben der Triebe führen, entwickeln (waldwissen.net 2016).

**Fischgängigkeit:** Freie Fischwanderung der Fische in Flüssen. Hindernisse, welche deren Wanderung wesentlich beeinträchtigen, müssen saniert werden.

**Food waste:** Lebensmittelverschwendung. Das Wegwerfen von Lebensmitteln, die für den menschlichen Verzehr produziert wurden.

**Fossile Energieträger:** Erdöl, Erdgas, Kohle, Ölsande und Ölschiefer sind Gemische von Kohlenwasserstoffen, welche sich über Millionen von Jahren durch geologische Umwandlungsprozesse aus abgestorbenem, organischem Material gebildet haben. In den für uns Menschen relevanten Zeiträumen können keine neuen fossilen Energien mehr entstehen, daher werden sie als nicht erneuerbaren Energien bezeichnet (BFE 2020).

**Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME):** Entzündung des Gehirns und der Hirnhäute, die durch Viren hervorgerufen wird. Das FSME-Virus vermehrt sich hauptsächlich in kleinen Säugetieren wie Mäusen. Über infizierte Zecken wird es auf den Menschen übertragen (BZgA 2021).

**Gebäudehülle:** Bauteile, die ein Gebäude nach aussen abschliessen, z. B. Wände, Fenster, Dachflächen, Böden. Sie erfüllt verschiedene Anforderungen: Witterungsschutz, Kälte abhalten, Widerstand gegen Beschädigung, etc. Für nachhaltiges Bauen ist besonders die thermische Gebäudehülle wichtig. Diese umfasst alle Bauteile, die beheizte Räume von Aussenluft, vom Erdreich und von unbeheizten Räumen trennen (Baunetz 2021).

**Gebäudewärmeerzeugung:** Energie, die erzeugt wird um ein Gebäude zu beheizen und/oder das Warmwasser aufzubereiten.

**Gemeiner Holzbock:** Häufigste Zeckenart in Mitteleuropa. Gehört zur Familie der Schildzecken.

**Generalist:** Tiere, die im Gegensatz zu Spezialisten in ihren Umweltansprüchen und in ihrem Verhalten wenig spezialisiert sind. Sind gegenüber weiten

Schwankungsbereichen von Temperatur, Feuchte, Licht, etc. mehr oder weniger unempfindlich und können sehr unterschiedliche Ressourcen nutzen (Spektrum.de 2021a).

**Geothermie:** Wärme, die im Erdmantel gespeichert ist. Mit Geothermie-Bohrungen wird die Erdwärme angezapft und kann als erneuerbare Energie zum Heizen, Kühlen, zur Stromerzeugung genutzt werden (EDP solutions 2021).

**Gravitative Naturgefahren:** Jene Gefahren, die durch Fließ-, Rutsch- oder Sturzbewegungen von Schnee, Wasser, Erdmassen oder Steinen verursacht werden. Naturgefahren schliessen alle Vorgänge und Einwirkungen der Natur ein, die für den Menschen und für Sachwerte schädlich sein können (Naturgefahrenkommission des Kantons St. Gallen 2019).

**Grossverbraucher:** Betriebsstätten mit einem jährlichen Wärmebedarf von mehr als 5 GWh oder einem jährlichen Elektrizitätsverbrauch von mehr als 0.2 GWh.

**Gründüngung:** Natürliche Methode im Ackerbau zur Bodenverbesserung durch das Einarbeiten von grünen Pflanzen oder welken Pflanzenrückständen in den Boden.

**Grünland:** Landwirtschaftlich genutzte Flächen auf denen Gras oder Grasmischungen als Dauerkultur angebaut wird. Wiesen und Weiden.

**Habitat:** Wohnort eines bestimmten Organismus.

**Handlungsbedarf:** Der Handlungsbedarf pro Sektor ergibt sich beim Klimaschutz aus den tatsächlichen Emissionen und dem angestrebten Reduktionsziel. Bei der Anpassung an den Klimawandel wird der Handlungsbedarf ausgehend von den relevanten Risiken und Chancen für den Thurgau abgeschätzt. Handlungsbedarf besteht dort, wo klimabedingte Risiken und Chancen mit laufenden und geplanten Aktivitäten noch nicht genügend angegangen werden.

**Handlungsfelder:** Aufgabenfelder, die einen wichtigen Beitrag zum Erreichen des Netto-Null-Ziels (Klimaschutz) bzw. zu den Zielen der Anpassung an den Klimawandel leisten.

**Hitzetag:** Die Tageshöchsttemperatur steigt auf 30 °C und mehr.

**Hofdünger:** Organische Substanzen, die in der Landwirtschaft, insbesondere in der Tierhaltung, anfallen und zur Düngung eingesetzt werden. Konkret sind dies Gülle, Mist, Mistwasser, Gülleseparierungsprodukte, Silosäfte und vergleichbare Abgänge aus Betrieben mit Tierhaltung in aufbereiteter oder nicht aufbereiteter Form.

**Holzwirtschaft:** Wirtschaftliche Branche, die sich mit dem Holzhandel und der Holzverarbeitung befasst (HLS 2009).

**Hybridfahrzeug:** Ein Auto mit zwei Antriebsquellen, einem Verbrennungs- (meist Benzin) und einem Elektromotor. Je nach Fahrsituation wird das Fahrzeug von einem der beiden Motoren oder beiden angetrieben. Entsprechend kann je nach Fahrsituation Bremsenergie zurückgewonnen und in der Batterie gespeichert werden oder der Elektromotor liefert Energie (TCS 2021).

**Hydrometeorologie:** Teilgebiet der Meteorologie, das sich mit den Wechselwirkungen zwischen atmosphärischen Vorgängen im Wasserkreislauf und den hydrologischen Prozessen befasst (DWD 2021).

**Indirekte Treibhausgasemissionen:** Indirekte THG-Emissionen sind diejenigen Emissionen, die durch den Konsum im Kanton verursacht, aber anderswo ausgestossen werden. Konsumbedingte THG-Emissionen fallen grösstenteils ausserhalb der Kantons Grenzen und mehrheitlich im Ausland an. Diese Emissionen fallen bei der Rohstoffgewinnung sowie bei Herstellung und Transport von Produkten und Nahrungsmitteln an

**Integrales Risikomanagement:** Alle Naturgefahren werden betrachtet sowie alle Verantwortungsträger, die an der Planung und Umsetzung von Massnahmen beteiligt sind und alle Arten von Massnahmen, die in die Massnahmenplanung einbezogen werden. Das integrale Risikomanagement fordert, dass ein bezüglich allen Naturgefahren vergleichbares Sicherheitsniveau angestrebt wird, welches zudem sämtliche Aspekte der Nachhaltigkeit berücksichtigt: Es soll ökologisch und sozial vertretbar und ökonomisch verhältnismässig sein (BAFU 2020c).

**Invasive Neobiota:** Invasive gebietsfremde Arten können unerwünschte Auswirkungen auf andere Arten, Lebensgemeinschaften oder Biotope haben und können ökologische, gesundheitliche und ökonomische Schäden verursachen (BAFU 2021b).

**Kartografisch:** Mit den Mitteln oder Wissen von Karten.

**Kerngebiet:** Räumlich und rechtlich klar definierte Flächen, die für prioritäre Arten und/oder Lebensräume wichtig sind. Sie bieten den prioritären Arten eine besonders hohe Lebensraumqualität und sind als Reproduktions-, Entwicklungs- und Ausbreitungszentren (Quellpopulationen) von grosser Bedeutung (Fachgruppe Ökologische Infrastruktur 2021).

**Klärschlamm:** Schlamm, der bei der Behandlung von Abwasser in Abwasserreinigungsanlagen anfällt. Er gilt als Abfall und muss gemäss der Technischen Verordnung über Abfälle entsorgt oder verwertet werden. In der Schweiz wird der Klärschlamm in KVAs, Schlammverbrennungsanlagen und Zementwerken thermische entsorgt (BAFU 2019).

**Klimakompatible Finanzflüsse:** Investitionen und Finanzierungen sollen mit den international vereinbarten Klimazielen übereinstimmen. Gemäss Pariser Klimaabkommen sind Finanzflüsse klimaverträglich auszurichten: Sie sollen im Einklang mit einer emissionsarmen und gegenüber Klimaänderung widerstandsfähigen Entwicklung sein.

**Klimamodelle:** Stellen das zukünftige Klima dar, wodurch sich Auswirkungen der THG-Emissionen auf das Klima ermitteln lassen.

**Klimaneutralität:** Erreichen des Netto-Null-Ziels für alle THGs (einschliesslich aller Klimawirkungen des internationalen Luftverkehrs) und unter Berücksichtigung der im Ausland anfallende grauen Emissionen als Folge des inländischen Konsums.

**Klimaschutz:** Mitigation. Sammelbegriff für Massnahmen, die der durch den Menschen verursachten globalen Erwärmung entgegenwirken und mögliche Folgen der globalen Erwärmung verhindern sollen. Befasst sich mit der Reduktion von Treibhausgas-(THG)Emissionen.

**Klimawandel:** Abkühlung oder Erwärmung des Klimas auf der Erde über einen langen Zeitraum. Hierbei werden langfristige Veränderungen von Faktoren wie Temperatur, Niederschlag und Meeresströmungen betrachtet. Die gegenwärtige, v.a. durch den Menschen verursachte globale Erwärmung ist ein Beispiel für einen sehr rasch verlaufenden, aber noch nicht abgeschlossenen Klimawandel (NCCS 2021b).

**Kohlenstoffsенke:** Ein Reservoir, welches vorübergehend oder dauerhaft Kohlenstoff aufnimmt und speichert.

**Kreislaufwirtschaft:** Ganzheitlicher Ansatz, der den gesamten Kreislauf eines Rohstoffes betrachtet: Von der Rohstoffgewinnung, über das Design, die Produktion und die Distribution eines Produktes bis zu seiner möglichst langen Nutzungsphase und zum Recycling. Rohstoffe sollen so effizient und so lange wie möglich genutzt werden. Gelingt es Material- und Produktionskreisläufe zu schliessen, können Rohstoffe immer wieder von neuem verwendet werden (BAFU 2019a).

**Laufwasserkraftwerke:** Nutzen die Strömung eines Flusses oder Kanals um Strom zu erzeugen. Das Wasser wird mit Hilfe einer Wehranlage aufgestaut. Der durch die Stauung entstehende Höhenunterschied wird zur Stromerzeugung genutzt. Die Wasserströmung setzt ein Turbinenrad in Betrieb und treibt damit Maschinen oder Generatoren an (Agentur für erneuerbare Energien 2021).

**Löschwasser:** Dient den Feuerwehren und technischen Einrichtungen wie automatische Löschanlagen zum Bekämpfen von Bränden als Löschmittel (FKS CSSP CSP 2019).

**Mineraldünger, Kunstdünger:** Düngemittel, die entweder durch chemische Umwandlung natürlicher Ausgangsstoffe oder durch Synthese aus natürlichen Ausgangsstoffen gewonnen werden.

**Mobility Pricing:** Konzept, welches das Mobilitätsverhalten der Bevölkerung auf Strasse und Schiene mittels Verkehrsabgaben steuern will, um die Verkehrsspitzen zu brechen und eine gleichmässige Auslastung der Verkehrsinfrastrukturen zu erreichen.

**Modal Split:** Kenngrösse zur Aufteilung der Verkehrsnachfrage auf verschiedene Verkehrsmittel. Er stellt die prozentuale Verteilung des Verkehrsaufkommens oder der Verkehrsleistung differenziert nach den Verkehrsmitteln dar. Er gibt die Anteile der einzelnen Verkehrsarten an den gesamten zurückgelegten Kilometern oder den täglich unternommenen Wegen wieder (Zukunft Mobilität 2018).

**Monitoring:** Überbegriff von systematischen Erfassungen, Messungen oder Beobachtungen eines Vorgangs oder von Prozessen mit technischen Hilfsmitteln oder anderen Beobachtungssystemen. Eine Funktion des Monitorings ist es, bei einem beobachteten Ablauf oder Prozess festzustellen, ob dieser den gewünschten Verlauf nimmt und bestimmte Schwellenwerte eingehalten werden, um allenfalls steuernd einzugreifen.



**Nachhaltige Entwicklung:** Stellt eine Form des ökologischen und ökonomischen Handelns dar, welche gegenwärtigen und künftigen Generationen vergleichsweise oder bessere Lebensweisen sicher soll. Dabei werden ökologische, ökonomische und soziale Aspekte berücksichtigt. Ressourcen sollen nicht übernutzt werden.

**Nachhaltiger Konsum:** Teil einer nachhaltigen Lebensweise und ein Verbraucherverhalten, das u.a. Umweltaspekte und soziale Aspekte bei Kauf und Nutzung von Produkten und Dienstleistungen berücksichtigt. Er betrifft das Nutzungs- und Entsorgungsverhalten von Ressourcen im Alltag. Konsum ist dann nachhaltig, wenn er den Bedürfnissen der heutigen Generationen entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen (BMU 2021).

**Negativemissionstechnologien:** NET, auch Carbon Dioxide Removal genannt, entziehen der Erdatmosphäre in grossem Umfang das THG CO<sub>2</sub> und speichern es dauerhaft. Diese Technologien greifen in den Kohlenstoffkreislauf der Erde ein und richten sich direkt gegen die Grundursache des Klimawandels. Sie können auf biologischen (z.B. Holznutzung) oder technischen Ansätzen (direkte CO<sub>2</sub>-Filter) beruhen (BAFU 2020b).

**Neobiota:** Arten und untergeordnete Taxa, die sich mit menschlicher Einflussnahme in einem Gebiet etabliert haben, in dem sie zuvor nicht heimisch waren. Neobiotische Pflanzen nennt man Neophyten, neobiotische Tiere Neozoen, neobiotische Pilze Neomyceten.

**Netto-Null-Ziel:** Gleichgewicht für THGs zwischen Ausstoss und Entnahme aus der Atmosphäre sowie Speicherung in Senken.

**Niedrigwasser:** Niedrigster Wasserstand eines erniedrigten Wasserstandes gegenüber einem Mittelwert (Spektrum.de 2021).

**Ökosystem:** Kleinste ökologische Einheit eines Lebensraums mit in ihm wohnenden Lebewesen.

**Ökosystemleistungen:** Dienstleistungen der Natur für den Menschen, die er durch die Lebensräume und Lebewesen wie Tiere und Pflanzen bezieht. Ökosystemleistungen schaffen die Basis für grundlegende menschliche Bedürfnisse, z.B. sauberes Wasser und Luft (Umwelt Dachverband 2021).

**Ozon:** Spurengas der Atmosphäre: Während natürliches Ozon in den höheren Luftschichten den Menschen vor schädlicher UV-Strahlung schützt, ist das Ozon in Bodennähe ein aggressives Reizgas. Es entsteht bei intensiver Sonneneinstrahlung aus Stickoxiden (NO<sub>x</sub>) und Luftsauerstoff (O<sub>2</sub>). Flüchtige organische Verbindungen (VOC) wie zum Beispiel Lösungsmitteldämpfe intensivieren und beschleunigen diesen Prozess (Lungenliga 2021).

**Paradigmenwechsel:** Im Allgemeinen eine grundlegende Änderung des Blickwinkels zu einem gesellschaftlich relevanten Thema (Inklumat 2021).

**Parasit:** Organismus, der sich von anderen Lebewesen (Wirt) ernährt oder diese zu Fortpflanzungszwecken befällt. Er kann den Wirt schädigen, indem er seine

Organfunktionen beeinträchtigt, Zellen zerstört und ihm wichtige Nährstoffe entzieht (DocCheck Flexikon 2021).

**Pariser Klimaabkommen:** Rechtlich verbindliches Instrument unter dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über die Klimaänderungen. Es enthält Elemente zur sukzessiven Reduktion der globalen THG-Emissionen und basiert erstmals auf gemeinsamen Grundsätzen für alle Staaten (BAFU 2018)

**Phänotypische Plastizität:** Eigenschaft von Organismen je nach Umweltbedingung verschiedene Formen auszubilden, um sich beispielsweise an veränderte Umweltbedingungen anzupassen (Sommer et al. 2016).

**Pionierart:** Arten, die einen bestimmten, bislang noch nicht genutzten Lebensraum als erstes besiedeln.

**Poliferative Nierenkrankheit:** Ansteckende und chronisch verlaufende Parasitenkrankheit von Süßwasserfischen. Sie tritt vor allem im Sommer und Herbst bei erhöhten Wassertemperaturen auf (BLV 2017).

**Pop-up:** Idee, dass Läden, Angebote plötzlich auftauchen und nach kurzer Zeit wieder verschwinden. Sie setzen auf begrenzte Verfügbarkeit, inszenieren und zelebrieren ihr Auftauchen meist als Event. Sie reagieren damit einerseits auf den Erlebnishunger der Kunden, dem Wunsch nach immer neuen, einzigartigen Erfahrungen, andererseits geben sie eine andere Art der Werbeform (Tourismus NRW 2018).

**Prävention:** Massnahmen, die ein Problem und dessen Folgen im Vorhinein lösen, verhindern oder abschwächen.

**Precision-Farming:** Präzisionslandwirtschaft. Sammelbegriff für Verfahren der ortsdifferenzierten und zielgerichteten Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Nutzflächen. Ziel der Präzisionslandwirtschaft ist, die Unterschiede des Bodens und der Ertragsfähigkeit innerhalb eines Feldes zu berücksichtigen.

**Prozesswärme:** Wärme, die für bestimmte technische Prozesse (insbesondere der Industrie) benötigt wird, z.B. Dampf, der in einem Dampferzeuger durch Erhitzen von Wasser gewonnen wird (Paschotta 2021).

**Pyrolyse:** Thermochemische Umwandlungsprozesse, in denen organische Verbindungen bei hohen Temperaturen und in Abwesenheit von Sauerstoff gespalten werden.

**Recycling:** Prozess der Wiederaufbereitung von weggeworfenen Werkstoffen zu einem neuen Produkt. Das Ursprungsprodukt wird in diesem Prozess, meist durch Schmelzverfahren, zerstört, aber der gewonnene Werkstoff wird für die Herstellung neuer Produkte verwendet (Terracycle 2021).

**Refugialstandort:** Erhaltungsgebiete, in die sich Tier- und Pflanzenarten zurückziehen, weil in ihrem ursprünglichen Lebensraum kein Überleben mehr möglich ist.

**Resilienz:** Anpassungsfähigkeit, Widerstandsfähigkeit. Eigenschaft mit belastenden Situationen umgehen zu können.

**Retailbank:** Bank, die sich mit kleinen Privatkunden sowie kleinen und mittleren Unternehmen beschäftigt. Für diese Kunden bietet sie meist standardisierte Produkte für die Bereich Kredite, Anlagen, Zahlungsverkehr an (financewiki 2006).

**Revitalisierung:** Revitalisierungen tragen zur Wiederherstellung naturnaher Lebensräume im Gewässerraum bei. Im Zentrum stehen Massnahmen, die für Ökosysteme bestimmte Prozesse wieder in Gang bringen, wodurch der Zustand des Lebensraums Gewässer verbessert und der Verlust an aquatischer Biodiversität gestoppt werden kann. Revitalisierungen können auch einen Beitrag zum Hochwasserschutz sowie zur Naherholung leisten (BAFU 2019b).

**Risiko:** Produkt aus Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmass eines Ereignisses.

**Risikobasierte Raumplanung:** Orientiert sich nicht nur an den bestehenden Gefahren, sondern an den Risiken, die durch neue Nutzungen oder Nutzungsintensivierung entstehen können. Sie ermöglicht eine differenziertere Betrachtung der Naturgefahren, die über die blosser Überführung der Gefahrenkarten in die Nutzungsplanung hinausgeht. So können bestehende Risiken reduziert, neue inakzeptable Risiken vermieden und ein akzeptables Sicherheitsniveau erhalten; langfristig wird so die Risikoentwicklung gesteuert (BAFU & ARE 2019).

**Schadorganismen:** Alle Arten, Stämme oder Biotypen von Tieren, Pflanzen oder Krankheitserregern, die für Pflanzen oder Pflanzenerzeugnisse schädlich sind.

**Schwammstadt:** Das Ziel der Schwammstadt ist, das Niederschlagswasser dort zwischenzuspeichern, wo es fällt. Ein Grossteil kann über 'grüne Elemente' wie Mulden, Baum-Rigolen, Gründächer und -fassaden verdunstet und vor Ort versickert werden, was wiederum den Abfluss stark reduziert (Stadt Winterthur 2021).

**Sektoren:** Themenfelder des Lebens, Staats und der Wirtschaft, welche eine wichtige Rolle für den Klimaschutz und die Klimaanpassung spielen.

**Sektorziel:** Kantonale Ziele für den Klimaschutz bzw. die Anpassung an den Klimawandel eines Sektors.

**Starkniederschlag:** Niederschlag, der im Verhältnis zu seiner Dauer eine hohe Niederschlagsintensität hat und daher selten auftritt. Starkniederschlagsereignisse umfassen meist eine Dauer von 10 Minuten bis 5 Tage und treten jährlich nur selten auf (MeteoSchweiz 2018).

**Stillgewässer:** Binnengewässer, in denen keine oder kaum Fliessgeschwindigkeit vorhanden ist.

**Stossrichtungen:** Geben an, auf welche Art und Weise die gesetzten Sektorziele erreicht (welche Instrumente vom Kanton genutzt werden können) und die identifizierten Risiken minimiert werden können. Sie zeigen auf, in welche Richtung künftige Massnahmen gehen können.

**Synergien:** Ergeben sich, wenn Interessensharmonien zwischen Themengebieten bestehen.

**Synthetische Gase:** Künstlich hergestellte Gase, die stark zum Treibhauseffekt beitragen. Es werden teilhalogenierte Fluor-Kohlenwasserstoffe (HFC), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC), Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>) und Stickstofftrifluorid (NF<sub>3</sub>) zusammengefasst. Diese synthetischen Gase werden als Kältemittel in Kühlräumen, Kühlschränken und Klimaanlage verwendet, als elektrische Isolatoren und als Lösungsmittel sowie bei der Herstellung von Schaumstoffen (BAFU 2021a).

**Territorialprinzip:** Ein Land/Kanton/Gemeinde/Stadt berücksichtigt nur die Emissionen auf seinem Gebiet, d.h. die inländischen oder direkten Emissionen.

**THG-Fussabdruck:** Summe aller emittierten THGs (direkte und indirekte) für ein bestimmtes Gebiet, d.h. einschliesslich der Emissionen, die aufgrund der Endnachfrage entstanden sind.

**Treibhauseffekt:** Ein grundsätzlich natürlicher Prozess, der die Temperatur auf der Erde bestimmt. Beim menschengemachten Treibhauseffekt ist das natürliche Gleichgewicht zwischen Ein- und Ausstrahlung durch die anthropogen verursachten THGs gestört. Durch die vermehrten THGs in der Atmosphäre kann die Strahlung weniger ins All entweichen, wodurch die Temperatur ansteigt.

**Treibhausgas:** Gas in der Atmosphäre, welche einen Einfluss auf die Energiebilanz der Erde haben. Sie bewirken den Treibhauseffekt. Die bekanntesten Treibhausgase sind Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>), Lachgas (N<sub>2</sub>O) und synthetische Gase.

**Treibhausgasinventar:** Umfassende Emissionsstatistik nach den Vorgaben der UNO-Klimakonvention. Es zeigt die THG-Emissionen der Schweiz oder des Thurgaus und erlaubt eine Aufteilung nach Sektoren, Gasen und einzelnen Emissionsquellen (BAFU 2021a).

**Tropennacht:** Die Tiefsttemperatur sinkt zwischen 18 und 06 UTC nicht unter 20 °C.

**Vernetzungsgebiet:** Klar definierte Flächen und Räume, welche die Kerngebiete verbinden und die Durchlässigkeit der Landschaft für Tier-, Pflanzen- und Pilzarten gewährleisten (Fachgruppe Ökologische Infrastruktur 2021).

**Vollzirkulation:** Ein Winter, in dem an der tiefsten Stelle der vertikale Sauerstoffgradient vollständig verschwindet.

**Zoonose:** Infektionskrankheiten, die zwischen Tier und Mensch übertragen werden können (BAG 2018).

**Zuströmbereiche:** Bieten für einen definierten Standort (Wasserentnahmestelle) einen erhöhten Schutz des genutzten Wassers vor gefährdenden Substanzen wie Pflanzenschutzmitteln oder Düngern. Eine Ausscheidung von Zuströmbereichen im Kanton Thurgau erfolgt fallweise (Thurgau 2021).

## Anhang

### Auszug aus dem Treibhausgasinventar des Kantons Thurgau

Emissionen und Absenkpfad in [ktCO <sub>2</sub> eq]	Jahr													
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	
Gebäude	572	592	541	586	551	430	416	308	200	152	103	57	11	
Industrie (exkl. KVA, exkl. CCS)	290	268	253	266	254	207	218	203	188	177	165	145	124	
KVA (inkl. CCS)	46	46	62	68	72	79	79	84	87	90	93	10	10	
Verkehr	347	337	375	372	365	354	344	302	260	204	149	75	0	
Landwirtschaft	393	382	360	354	374	367	359	337	315	295	275	256	236	
Abfall	21	17	16	17	18	18	18	16	14	12	10	10	10	
Synthetische Gase	9	13	31	48	57	68	62	51	40	28	17	14	11	
<i>Summe Territorialprinzip</i>	<i>1678</i>	<i>1654</i>	<i>1637</i>	<i>1711</i>	<i>1690</i>	<i>1523</i>	<i>1497</i>	<i>1301</i>	<i>1103</i>	<i>958</i>	<i>812</i>	<i>566</i>	<i>403</i>	
Absenkungen ggü 1990	0%	-1%	-2%	2%	1%	-9%	-11%	-22%	-34%	-43%	-52%	-66%	-76%	

Eine Excel-Datei mit den Berechnungen inkl. Methodenbeschrieb liegt der Klimakoordinationsstelle vor und kann eingesehen werden.

