



# Agenda

**Anpassung von Land- und Forstwirtschaft  
sowie Fischerei und Aquakultur  
an den Klimawandel**

## Inhalt

0	Zusammenfassung.....	3
1	Einleitung .....	4
2	Klimaänderungen, Klimaprojektionen und Klimafolgen.....	6
3	Pflanze / innovative Pflanzenbausysteme .....	8
3.1	Pflanzenbausysteme.....	9
3.2	Pflanzenzüchtung.....	11
3.3	Boden, Pflanzenernährung und Düngung.....	12
3.4	Anbauverfahren, Fruchtfolgen und Sortenwahl .....	13
3.5	Pflanzen- und Vorratsschutz.....	13
3.6	Digitalisierung, Agrartechnik .....	14
4	Wald / Forstwirtschaft.....	14
5	Tier / Nutztierhaltung .....	20
5.1.	Tierwohl / Tierhaltung / Tierernährung.....	21
5.2.	Tierzucht: robuste und anpassungsfähige Nutztiere.....	22
5.3.	Tiergesundheit: neue und wieder-auftretende Tierseuchen und Zoonosen .....	22
6	Aquakultur, Fischerei und Meeresnutzung .....	23
7	Übergeordnete Themenfelder.....	25
7.1	Risikomanagement, Finanzmaßnahmen zur Liquiditätssicherung.....	25
7.2	Aus-, Fort- und Weiterbildung, Beratung.....	27
7.3	Verbesserung der Wasserversorgung .....	28
7.4	Forschung .....	28
7.5	Internationale Verantwortung.....	28
8.	Schlussfolgerungen .....	29

## 0 Zusammenfassung

Diese Agenda zur Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel benennt vor dem Hintergrund der derzeit zu beobachtenden Klimaänderungen, vor dem Hintergrund von Klimaprojektionen und zu erwartenden Klimafolgen Themenfelder, die gezielt zu betrachten sind und für die geeignete Maßnahmen auszuarbeiten sind.

Behörden des Bundes und der Länder haben dabei insbesondere innovative Pflanzenbausysteme, die Pflanzenzüchtung, die Themenfelder Boden, Pflanzenernährung und Düngung sowie Anbauverfahren, Fruchtfolgen und Sortenwahl erkannt. Auch Pflanzen- und Vorratsschutz sind betroffen, ebenso wie Fragen der Digitalisierung und Agrartechnik.

Auf den Wald und die Forstwirtschaft wird ein besonderes Augenmerk zu legen sein, da die Wälder und die nachhaltige Waldwirtschaft vom Klimawandel besonders betroffen sind.

Im Bereich der Nutztierhaltung steht das Tierwohl auch unter veränderten Klimaverhältnissen im Vordergrund. Das gilt auch für die Aquakultur, Fischerei und Meeresnutzung.

Übergeordnete Fragen wie Risikomanagement, Finanzmaßnahmen zur Liquiditätssicherung sowie Aus-, Fort- und Weiterbildung und auch die Beratung werden am Schluss der Agenda angesprochen. Auch die Verbesserung der Wasserversorgung ist essentiell für alle Themenfelder.

Wichtig für alle Bereiche sind Forschung und Entwicklung, die gezielte Einführung von Innovationen in die Praxis und letztlich auch die internationale Verantwortung, die besonders von der Bundesregierung wahrzunehmen ist.

Die Agenda soll die Basis für ein Maßnahmenprogramm sein, das auf ihrer Grundlage zu entwickeln ist und in die im Koalitionsvertrag beschlossene Weiterentwicklung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel einfließen soll.

## 1 Einleitung

Die kontinuierliche Anpassung von Land- und Forstwirtschaft an den Klimawandel trägt dazu bei, die Verfügbarkeit von qualitativ hochwertigen Nahrungsmitteln und Rohstoffen sowie die Funktionen der Agrar- und Forstökosysteme und die darauf aufbauenden gesellschaftlichen Leistungen langfristig sicherzustellen. Dazu bedarf es kurzfristiger Maßnahmen als Reaktion auf Extremwetterereignisse und langfristiger Strategien zur Anpassung land- und forstwirtschaftlicher Konzepte an ein sich weiter veränderndes Klima. Das gilt auch für die Fischerei und die Aquakultur.

Einsparungen von Treibhausgasemissionen sind ein wirkungsvoller Beitrag zum Schutz des Klimas. Heutige Maßnahmen entfalten allerdings erst später ihr ganzes Klimaschutzpotential. Selbst wenn die Bemühungen um einen verbesserten Klimaschutz dazu führen, dass die Klimaerwärmung wie im Pariser Übereinkommen festgelegt auf deutlich unter zwei oder möglichst sogar 1,5 Grad beschränkt wird, wird bereits diese Erwärmung zu grundlegenden Veränderungen führen. Wir werden uns daher bis Mitte des Jahrhunderts auf zunehmende Folgen des Klimawandels mit Konsequenzen für Land- und Forstwirtschaft, die Fischerei und die Aquakultur, aber auch insgesamt für Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft einstellen müssen. Derzeit liegen die weltweiten Treibhausgasemissionen jedoch weit über diesem Best Case-Pfad. Wenn es nicht gelingt, die o.g. Obergrenzen der globalen Erwärmung einzuhalten, können die Auswirkungen auf die Land- und Forstwirtschaft kritisch ausfallen und die Möglichkeiten zur Anpassung einschränken.

Die in den vergangenen Jahren beobachteten Wetterextreme in Deutschland – vermehrte Starkniederschlagsereignisse, wie in den Jahren 2016 und 2017, sehr trockenes Jahr 2018 – unterstreichen die Notwendigkeit, Anpassungen an den Klimawandel voranzutreiben. Land- und Forstwirtschaft sind ebenso wie Fischerei und Aquakultur von natürlichen Bedingungen abhängig und deshalb besonders vom Klimawandel betroffen. Daher ist es richtig, Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur auf den Klimawandel einzustellen, Anbau- und Bewirtschaftungssysteme auf veränderte Bedingungen auszurichten und durch den Klimawandel verursachte wirtschaftliche Risiken so weit wie möglich zu mindern.

Die Bundesregierung hat bereits 2008 die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) beschlossen, um den Herausforderungen des Klimawandels zu begegnen. Sie wird auf Grundlage eines kontinuierlichen Berichtswesens regelmäßig fortgeschrieben. Die Fortschrittsberichte enthalten gemeinsam getragene Maßnahmen zur Bekämpfung der Folgen des Klimawandels ([www.bmub.bund.de/N52706/](http://www.bmub.bund.de/N52706/)).

Das übergeordnete Ziel der DAS ist die Verringerung der Verletzlichkeit von Natur, Gesellschaft und Wirtschaft gegenüber den Folgen des Klimawandels und der Erhalt beziehungsweise die Steigerung der Anpassungsfähigkeit. Damit soll gewährleistet werden, dass die be-

stehenden Zielsetzungen der Fachpolitiken auch unter sich ändernden klimatischen Bedingungen erreichbar sind.

Die vorliegende Agenda zur Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel basiert auf den Leitlinien, Zielen und Berichten der DAS und trägt zur Weiterentwicklung der Strategie bei. Entsprechend ist vorgesehen, die Agenda und die daraus folgenden Arbeiten in den kommenden Fortschrittsbericht der DAS (2020) zu integrieren.

Die Anpassung an den Klimawandel kann nicht isoliert betrachtet werden. Andere Ziele wie Klimaschutz und Energiewende, das Tierwohl, der Boden- und Gewässerschutz, der Schutz der Biodiversität, die Einkommenssicherung, die Stärkung des ländlichen Raums, des integrierten Pflanzenbaus und Pflanzenschutzes oder des ökologischen Landbaus sind gleichermaßen von Bedeutung. Bei der Ableitung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel sind daher auch die zentralen Strategien im Bereich Land- und Forstwirtschaft sowie der Fischerei und Aquakultur zu berücksichtigen. Hierzu gehören die Zukunftsstrategie ökologischer Landbau, die Eiweißpflanzenstrategie, die Nutztierstrategie, der Nationale Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, die Waldstrategie 2020, die Sektorstrategie zur Agrobiodiversität, der nationale Strategieplan Aquakultur, der Nationale Strategieplan Fischerei sowie die Ackerbaustrategie, die zurzeit erarbeitet wird. Auch die übergeordneten Strategien wie die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel, die Nationale Biodiversitätsstrategie und die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie sind zu berücksichtigen. Bei der Entwicklung und Umsetzung von Instrumenten und Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel ist eine Identifizierung von und der lösungsorientierte Umgang mit Zielkonflikten (z. B. Landwirtschaft und Wasserwirtschaft) essentiell. Im Sinne der Nachhaltigkeit sind die Maßnahmen einem Abwägungsprozess zu unterziehen.

Der Klimawandel wird die Bedingungen für die deutsche Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft nicht nur negativ beeinflussen, sondern teilweise auch positiv. Der Klimawandel kann z. B. zu höheren Weltmarktpreisen für Agrarprodukte führen, also vorteilhaft für die deutsche Agrarwirtschaft sein. Günstig kann sich auch die Verlängerung der Vegetationsperioden auswirken. Demgegenüber werden sich die zunehmenden Wetterextreme insbesondere für die Land- und Forstwirtschaft eindeutig negativ auswirken, während die Fischereiwirtschaft z. B. eher unter der rasch voranschreitenden Meerereswärmung leiden wird.

Der Umgang mit Ertrags- und Preisrisiken ist eine Aufgabe der Unternehmen. Das gilt auch für Risiken, die durch den Klimawandel hervorgerufen werden. Bund und Länder unterstützen mit der Umsetzung dieser Agenda die land- und forst- und fischereiwirtschaftlichen Unternehmen, indem sie für die Bereitstellung von Informationen und Infrastrukturen sorgen, die Entwicklung angepasster Technologien unterstützen und ordnungs- und förderpolitische Rahmenbedingungen wo erforderlich an neue Herausforderungen anpassen.

Diese Agenda zur Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel wurde unter Mitwirkung der Ressortforschung des BMEL, des Deutschen Wetterdienstes, des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit und der Länder erarbeitet. Sie benennt die Themenfelder, die in den kommenden Jahren bearbeitet werden sollen. Ziel ist es, Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur so auf die erwarteten Klimaänderungen einzustellen, dass Risiken für Betriebe und Unternehmen gemindert werden ohne dabei die Umwelt zu beeinträchtigen.

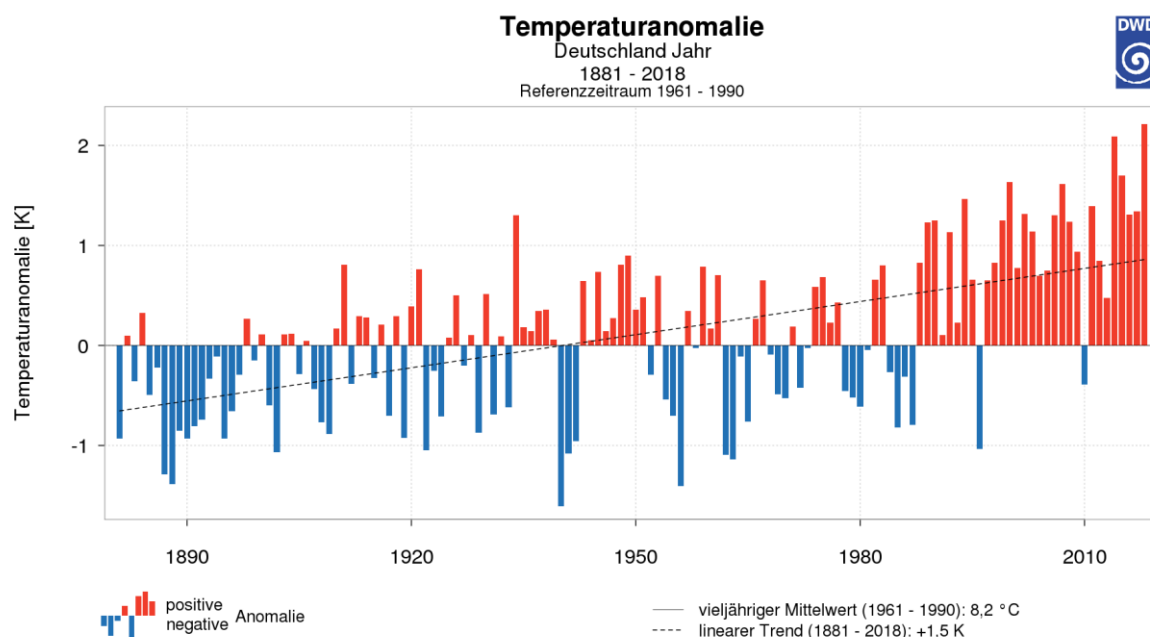
## **2 Klimaänderungen, Klimaprojektionen und Klimafolgen**

Der Mensch greift mit dem Ausstoß von Treibhausgasen und der Änderung der Landnutzung in das natürliche Klimasystem der Erde ein. Durch die Zunahme der Verbrennung fossiler Rohstoffe und die Freisetzung von Treibhausgasen aus anderen Quellen sind seit Beginn der Industrialisierung die Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre stark angestiegen. Im Jahr 2017 lag die durchschnittliche Kohlendioxidkonzentration bei gut 405 ppm (parts per million), das entspricht einer Zunahme von 46% im Vergleich zum vorindustriellen Niveau (278 ppm). Auch die Konzentrationen anderer Treibhausgase sind seitdem deutlich angestiegen. So sind heute die Methankonzentrationen 157% und die Stickstoffkonzentrationen 22% höher als vor Beginn der Industrialisierung. Der Anstieg der Treibhausgaskonzentrationen ist der Haupttreiber für den in den letzten Jahrzehnten beobachteten globalen Temperaturanstieg.

In Deutschland ist seit Beginn der regelmäßigen Temperaturlaufzeichnungen 1881 die Jahresmitteltemperatur um rund 1,5°C gestiegen (s. Abb. 1). Damit verbunden nahm die Anzahl Frost- und Eistage ab (-20 Tage und -11 Tage) und die der Sommertage (+ 21 Tage) und heißen Tage (+7 Tage) zu. Die jährliche Niederschlagsmenge hat in den letzten 136 Jahren um rund 9% zugenommen. Besonders deutlich ist die Zunahme für den Winter (+25%), im Sommer kam es sogar zu einem leichten Rückgang (-3%). Auch für die Änderung der Häufigkeit von Trockenperioden (mindestens 10 Tage ohne Niederschlag) und von Starkregenereignissen konnten bisher im Deutschlandmittel keine statistisch signifikanten Trends ermittelt werden. Der Sommer 2018 hat jedoch deutlich gezeigt, dass solche extrem trockenen Jahre erhebliche Auswirkungen auf Land- und Forstwirtschaft haben.

Mit Hilfe von Klimamodellen lassen sich die Auswirkungen des Anstiegs der Treibhausgaskonzentrationen auf das globale und regionale Klima auf der Basis von Szenarien berechnen. Das sogenannte „Klimaschutzszenario“ geht davon aus, dass die CO<sub>2</sub>-Konzentrationen bis 2100 auf ca. 421 ppm steigen werden. Beim „Weiter-Wie-Bisher-Szenario“ werden sich die CO<sub>2</sub>-Konzentrationen bis 2100 im Vergleich zum heutigen Niveau mehr als verdoppeln. Für 2100 werden dann ca. 936 ppm CO<sub>2</sub> erwartet.

Werden die Jahre 1971-2000 als Referenzperiode herangezogen, dann wird je nach gewähltem Szenario für Deutschland eine Erhöhung der Jahresmitteltemperatur in den nächsten 100 Jahren von gut 1 °C („Klimaschutzszenario“) bis knapp 4 °C („Weiter-Wie-Bisher-Szenario“) projiziert.



**Abb. 1:** Temperaturanomalie in Deutschland seit 1890 (Quelle: Deutscher Wetterdienst)

Mit dem Anstieg der Jahresmitteltemperatur ist auch eine weitere Abnahme der Anzahl der Frost- und Eistage und eine Zunahme der Zahl der Sommertage und der heißen Tage verbunden. Die heißen Tage werden zudem oft mit länger anhaltenden Hitzeperioden verbunden sein. Trotz der für den Winter erwarteten Erhöhung der Mitteltemperaturen sind damit längere Kälteperioden im Winter nicht ausgeschlossen. Grundsätzlich schwächt sich aber die Intensität solcher Witterungsverhältnisse durch die globale Erwärmung ab.

Der Klimawandel hat auch Auswirkungen auf die Niederschlagsmengen. Für die Mitte des 21. Jahrhunderts (2021-2050) ist in Deutschland allerdings keine deutliche Änderung der mittleren Jahressumme des Niederschlags zu erwarten. Der Klimawandel führt allerdings durch die Erhöhung der Lufttemperatur zu einer Erhöhung des Potenzials für extreme Niederschlagsereignisse.

Die langjährigen Mittelwerte von Temperatur und Niederschlag werden sich durch den Klimawandel ändern. Die globale Erwärmung kann auch dazu führen, dass bestimmte Wetterlagen in Mitteleuropa länger anhalten und somit auch Extremwetterlagen (z. B. Trockenheit, Dauerregen) länger anhalten. Durch den Klimawandel erwärmen sich die Polarregionen stärker als die Tropen. Dies führt zu geringeren Temperaturgegensätzen und somit auch zu einer

Abschwächung des Jetstreams. Eine mögliche Folge kann sein, dass Wetterlagen länger anhalten. Das betrifft sowohl warme und trockene Wetterlagen als auch regnerische Wetterlagen mit der Gefahr von Überschwemmungen. Zunehmend wird auch über Veränderungen des Polarwirbels diskutiert, die trotz des Trends zur allgemeinen Erwärmung zu zwischenzeitlichen extremen Kälteereignissen mit entsprechenden Folgen führen können.

Nicht zuletzt können auch die Auswirkungen des Klimawandels auf Dritte (z. B. Wirtschaftspartner oder Bürgerinnen und Bürger in den Ballungsräumen) zu Rückwirkungen auf die Landwirte und Waldbesitzer führen und damit weiteren Anpassungsbedarf auslösen.

Im Rahmen der Arbeiten zur DAS werden in der Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsanalyse der Bundesregierung regelmäßig mit Blick auf die Vorsorge die Klimafolgen in den verschiedenen Handlungsfeldern analysiert. Um Handlungsempfehlungen abzuleiten werden die Regionen und Handlungsbereiche identifiziert, die besonders durch den Klimawandel gefährdet sind. Dabei werden die Gegenwart, die nahe Zukunft (2031-2060) und die ferne Zukunft (2071-2100) betrachtet ([www.bmub.bund.de/N52580/](http://www.bmub.bund.de/N52580/)).

Um die Folgen des Klimawandels für die Land- und Forstwirtschaft sowie die Fischerei und Aquakultur möglichst gering zu halten, ist neben aktivem Klimaschutz auch das zeitnahe Ergreifen von Anpassungsmaßnahmen wichtig.

### **3 Pflanze / innovative Pflanzenbausysteme**

Die im Kapitel 3 angesprochenen Themenfelder werden im Rahmen der in Vorbereitung befindlichen Ackerbaustrategie der Bundesregierung ebenfalls intensiv behandelt. Daher wird es zwangsläufig zu inhaltlichen Überschneidungen zwischen dieser Agenda mit der Ackerbaustrategie kommen.

Pflanzenbausysteme (Acker-, Wein-, Hopfen, Obst-, Gemüsebau sowie Spezialkulturen, Feldfutteranbau und Grünland) sind resilient zu gestalten und besser als bisher auf mögliche Klimaveränderungen und Extremwetterereignisse einzustellen. Hierzu sind weitere wissenschaftliche Grundlagen zu erarbeiten sowie bestehende Pflanzenbausysteme hinsichtlich ihrer Vulnerabilität und vorhandener Anpassungspotenziale wissenschaftlich zu überprüfen und weiter zu entwickeln. Es müssen neue Managementverfahren entwickelt und hinsichtlich ihrer Praktikabilität geprüft werden. Dafür sind die Ausbildung an Fachschulen, Hochschulen und Universitäten sowie die Anbauberatung besser auf mögliche Klimaänderungen und Extremwetterereignisse auszurichten. Auch der gezielten Förderung von Forschungsarbeiten sowie der Stärkung des Wissenstransfers von Forschung in Beratung und Praxis kommt dabei große Bedeutung zu. Hierbei ist stets die Anbaugestaltung auf einer Fläche, in einem Betrieb und auch in einem Agrarraum zu betrachten.



### 3.1 Pflanzenbausysteme

Die Rahmenbedingungen für den Pflanzenbau verändern sich durch den Klimawandel in vielfältiger Weise. Die Änderung der klimatischen Parameter beeinflusst Prozesse wie die Ertragsbildung, und mithin Ertragshöhe, -qualität und -stabilität. Sie schließen verlängerte Vegetationsperioden, höhere CO<sub>2</sub>-Konzentrationen, verkürzte Entwicklungsverläufe bis zur Reife, höhere Spätfrost Risiken, Veränderungen in den pflanzenphänologischen Phasen, mehr Starkregen, längere Trockenheitsperioden, größere Risiken eines Humusabbaus, ein verstärktes Auftreten bestimmter Schadorganismen oder die Umstellung der Produktion auf geschützten Anbau ein.

Landwirte und Gärtner stehen vor der schwierigen Aufgabe, bei ihren Anpassungsmaßnahmen alle Veränderungen gleichermaßen im Blick zu behalten und dabei ihren ganz speziellen Standortbedingungen gerecht zu werden.

Wertvolle Orientierungshilfen sind Überblicksdarstellungen aus Wissenschaft und Beratung, wie sie z. B. schon 2010 vom Verband der Landwirtschaftskammern herausgegeben wurden (*Klimawandel und Landwirtschaft – Anpassungsstrategien im Bereich Pflanzenbau*). Eine überarbeitete und aktualisierte Fassung wird voraussichtlich 2019 erscheinen. Dort sind zahlreiche Anpassungsoptionen aufgeführt, wie verstärkter Anbau wärmeliebender Kulturen, Integration bodenstrukturverbessernder Kulturen in die Fruchtfolge, veränderte Sortenstrategien und Bestandsführung, Anbau von Zwischenfrüchten, Zweikulturanbau unter der Voraussetzung ausreichender Wasserverfügbarkeit, Mulch- und Direktsaat, bodenschutzgerechte Flurgestaltung zum Schutz vor Erosion, Anpassung der Düngzeitpunkte, Verwendung anderer Düngemittel oder Anpassung der Zu- und Abfuhr organischer Substanz.

Es gehört zu den Kernaufgaben jedes Landwirts und Gärtners, diese und weitere Anpassungsoptionen hinsichtlich ihrer Eignung für den eigenen Betrieb zu bewerten und auch zu nutzen. Beratung, Aus-, Fort- und Weiterbildung und ein breites Informationsangebot können hierbei eine unterstützende Rolle einnehmen.

Auf staatlichen Versuchsflächen sollten gezielte und langfristig angelegte Experimente und Exaktversuche durchgeführt werden (Folgenabschätzung), insbesondere um das individuelle Erproben neuer Verfahren und Systeme einzelner Landwirte und Gärtner zu unterstützen.

Die Versuchskapazitäten der staatlichen Einrichtungen werden voraussichtlich auch künftig nicht ausreichen, um die breite Palette möglicher pflanzenbaulicher Anpassungen an den Klimawandel auch nur ansatzweise abzudecken und dabei auch noch die standörtliche Vielfalt Deutschlands abzubilden. Eine wichtige ergänzende Maßnahme, um belastbare Orientierungshilfen für Landwirte und Gärtner zu gewinnen, ist deshalb der Aufbau eines deutschlandweiten Netzwerks von Pilotbetrieben (ökologisch und konventionell). Dieses Netzwerk sollte gemeinsam durch Bund und Länder konzipiert und in Abstimmung mit der künftigen

Ackerbaustrategie etabliert werden. Ziel ist es, in den teilnehmenden landwirtschaftlichen Betrieben Anpassungsstrategien unter Praxisbedingungen zu erproben, die Ergebnisse auszuwerten und auf diese Weise belastbare Empfehlungen für den Pflanzenbau in unterschiedlichen Regionen zu gewinnen.

Das „gemeinsame Lernen“ bzw. „gemeinsame Erproben von Alternativen“ der teilnehmenden Betriebe muss zentral orchestriert und wissenschaftlich begleitet werden, so dass nicht nur ein einzelner Betrieb, sondern Gruppen von Betrieben unterschiedliche Praktiken entwickeln, erproben und sich untereinander dazu austauschen. Die Ergebnisse müssen quantitativ erfasst und zentral ausgewertet werden, damit sie dem gesamten Agrarsektor zu Gute kommen. Das Netzwerk ist langfristig auszurichten, und die teilnehmenden Betriebe müssten für ihren zusätzlichen Aufwand und für ihr zusätzliches Risiko einen finanziellen Ausgleich erhalten.

Es sollte angestrebt werden, dieses Konzept neben anderen Maßnahmen auch in der nächsten Förderperiode der Gemeinsamen Agrarpolitik als EIP-Maßnahme (European Innovation Partnership) zu verankern.

Im Rahmen der deutschen Ackerbaustrategie sind die Vorbereitungen zur Etablierung eines deutschlandweiten Netzwerks von Betrieben, die zukunftsfähigen und nachhaltigen Ackerbau demonstrieren, bereits angelaufen. Den Betrieben kommt die Aufgabe zu, die Landwirtschaft für die Gesellschaft erlebbar und begreifbar zu machen, aber auch zusammen mit den Beratern der Landesdienststellen neue zukunftsorientierte Technologien und Anbauverfahren zu demonstrieren. Im Rahmen der Ackerbaustrategie werden auf diesen Betrieben auch klimaanpassungsrelevante Fragestellungen integriert, soweit dies im Rahmen der Verzahnung mit den anderen Strategien des BMEL möglich ist.

Bei der Ausgestaltung des Konzepts ist zu berücksichtigen, dass bereits in der Vergangenheit überregionale Betriebsnetzwerke zu anderen Zwecken aufgebaut wurden (z. B. 40 Betriebspaare ökologisch/konventionell seit 10 Jahren; Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz) und dass auch im Zuge der Ackerbaustrategie und der Nutztierstrategie Pläne zum Aufbau deutschlandweiter Netzwerke entwickelt werden. Hier gilt es, eine zukunftstaugliche „Gesamt-Architektur“ zu entwickeln, die bestehende und bewährte Ansätze weiternutzt und mit den zusätzlich benötigten Aktivitäten sinnvoll zusammenführt.

Weiter sollte die Einrichtung von „Agrarlandschaftslaboren“ geprüft werden. Hier geht es nicht um neue Institutionen, sondern um die Erprobung von Anpassungsmaßnahmen in einem bundesweit gleichwertigen und vergleichbaren Rahmen, die über den Gestaltungsraum des einzelnen landwirtschaftlichen Betriebes hinausreichen und eine ganze Region betreffen, z. B. auch für einen umfassenden Boden- oder Gewässerschutz. Im Hinblick auf den Klimawandel sind dabei vor allem Anpassungen von Belang, die auf eine verbesserte regionale Wasserspeicherung abzielen (hier sind verstärkt die Wasser- und Bodenverbände einzubeziehen), auf ein

verbessertes Mikroklima (z. B. Agroforstsysteme oder Bäume zur Beschattung von Weidetieren) oder auf einen verbesserten Schutz vor Erosion (z. B. Anlage von Gehölzstreifen an geeigneter Stelle).

Bei der Frage der Einrichtung solcher Agrarlandschaftslabore ist der Aspekt „Anpassung an den Klimawandel“ nur ein Aspekt unter mehreren. Ökosystemleistungen zugunsten einer verbesserten CO<sub>2</sub>-Speicherung (Klimaschutz), einer verbesserten biologischen Vielfalt (z. B. Wildtiere, Wildpflanzen und Insekten) und eines attraktiveren Landschaftsbildes sind ebenfalls zu berücksichtigen. Ziel muss es sein, integrierte Lösungen anzustreben, die unter den Bedingungen des Klimawandels den verschiedenen Ansprüchen an die Agrarlandschaft gerecht werden.

Auch die förderrechtlichen Rahmenbedingungen sind dem Klimawandel anzupassen.

Es wird vorgeschlagen, eine Arbeitsgruppe von Bund und Ländern einzurichten (ggf. auch im Rahmen bestehender Bund-Länder-Arbeitsgruppen), die u. a. vorsorglich einen Anpassungsrahmen für kommende Extremwetterlagen entwickelt. Es ist z. B. zu prüfen, ob die Investitionsförderung an besonderen Herausforderungen anzupassen ist, beispielsweise zur Unterstützung von Betrieben mit Güllelagerung oder zur Unterstützung von Betrieben, die in effizientere Bewässerungssysteme, Wasserspeicher oder in vorbeugende Maßnahmen zum Schutz vor Hagel investieren wollen.

### 3.2 Pflanzenzüchtung

Die züchterische und genetische Anpassung von Kulturpflanzen und Kulturpflanzensorten ist ein wichtiger Baustein der Klimaanpassung. Es ist von großer Bedeutung, dass sowohl ökologisch als auch konventionell wirtschaftende Landwirte auf eine breite Palette resilienter, konkurrenzstarker Kulturpflanzen und Sorten zugreifen können, die an die unterschiedlichen Standorte angepasst sind und ein hohes Ertragspotenzial ebenso aufweisen wie eine hohe Qualitäts- und Ertragsstabilität. Dementsprechend müssen sich die Genetik und die Züchtungsforschung unter anderem weiter mit der Anpassung von Resistenz- und Toleranzeigenschaften gegenüber abiotischen und biotischen Schadensursachen und metabolischen Eigenschaften beschäftigen. Dabei gilt es neben der Bereitstellung neuer leistungsfähiger Sorten auch über züchterische Methoden bewährte Sorten zu erhalten bzw. anzupassen. Eine wichtige Eigenschaft klimaangepasster Sorten und Kulturpflanzen ist die Ressourceneffizienz, das heißt die optimale Nutzung von Ressourcen wie Wasser, Nährstoffe und Licht. Wesentliche züchterische Steuerungselemente sind:

- Ressourcenbedarf und -nutzungseffizienz (z. B. Wasser, Licht, Nährstoffe),
- Phänologie (z. B. Jugendentwicklung, Blütezeit und -dauer),
- Morphologie (z. B. Wuchsform, Epidermisstruktur, Färbung, Frucht- und Blütenansatz),
- Metabolismus (z. B. Pflanzeninhaltsstoffe).

Neben der Forschung zu Pflanzeigenschaften selbst ist auch die Entwicklung, Bereitstellung und Anwendung innovativer Züchtungsverfahren und -methoden sowie die Erhaltung und Erschließung genetischer Ressourcen unerlässlich.

Nachhaltige, innovative Pflanzenzüchtung kann in mittelständischen Züchtungsunternehmen nur dann funktionieren, wenn es gelingt, den für die Branche üblichen, sehr hohen Aufwand an Forschungsinvestitionen für die Entwicklung einer Sorte (ca. 1 Mio. €) durch die Vermarktung von Saat- und Pflanzgut zu refinanzieren. Nur so können sie dazu beitragen, den zukünftigen Züchtungsfortschritt bei den einzelnen Kulturarten zu gewährleisten. Diese Refinanzierung lässt sich für die Züchtungsbetriebe inzwischen nur noch für die Hauptkulturarten ermöglichen. Das wiederum hat zur Folge, dass die Züchtung neuer oder wenig genutzter Pflanzenarten in Nischenbereichen verstärkt mit öffentlichen Forschungsmitteln unterstützt wird, um der Landwirtschaft ein umfangreiches Anbauspektrum von Kulturarten zur Anpassung an die Klimaänderungen anbieten zu können. Auch im Hinblick auf weite Fruchtfolgen ist es erforderlich, ein breiteres Spektrum von Kulturpflanzenarten weiterhin züchterisch zu bearbeiten und im Anbau zu fördern. Dabei wird es wichtig sein, Anreize für eine veränderte oder gesteigerte Nachfrage von Handel und Verbrauchern für neue und wenig genutzte Kulturarten zu schaffen, um damit sowohl der Züchtungs- als auch der Landwirtschaft ein wettbewerbsfähiges Einkommen zu ermöglichen.

### **3.3 Boden, Pflanzenernährung und Düngung**

Ziel einer klimaangepassten Bodenbearbeitung ist es, die Infiltrations- und Wasserhaltekapazität der Böden durch Erzeugung und/oder Erhaltung einer geeigneten Bodenstruktur zu gewährleisten und so die Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit für die Pflanzen zu erhöhen. Dies beugt abiotischen Schäden vor und kann die Anfälligkeit gegenüber biotischen Schäden verringern. Für organische Böden sind angepasste Nutzungsformen zu entwickeln, durch die eine nachhaltige Nutzbarkeit dieser Böden sichergestellt wird und der weiteren Freisetzung von Treibhausgasen entgegengewirkt wird. Auf diesen Böden sind Synergien zwischen Klimaschutz und Klimaanpassung zu erwarten.

Darüber hinaus gilt es durch geeignete Maßnahmen, zu denen auch eine angepasste Technik gehört, die Befahrbarkeit der Flächen zu sichern, den Bodenabtrag durch Wind- und Wassererosion zu minimieren und unerwünschte Einträge von Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln in Umweltkompartimente vorzubeugen. Wichtige Bausteine sind angepasste Bodenbearbeitungsverfahren (z. B. nichtwendende Bodenbearbeitung, Mulch- und Direktsaatverfahren, Strip-Till) sowie von Strategien zum Humuserhalt und ggf. zur Humusanreicherung (z. B. durch geeignete Fruchtfolgegestaltung, angepasstes Strohmanagement).

Neben den genannten Faktoren ist auch eine an die veränderten Klimabedingungen angepasste Pflanzenernährung und Düngung von hoher Relevanz für den Anpassungsprozess, um eine optimale Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen zu sichern, die Ressourcennutzung zu optimieren und unerwünschte Nährstoffausträge in die Umwelt zu minimieren. Dies kann insbesondere über die Entwicklung und Implementierung geeigneter Düngerformen und Düngetechniken (z. B. stabilisierte Dünger, Unterfuß- und Injektionsdüngung, Precision Farming) unterstützt werden. Eine bedarfsgerechte Versorgung mit Nährstoffen, die mit klimaangepassten Entscheidungshilfen unterstützt wird (z. B. Beratung, Apps, Webtools), sichert so auch eine möglichst hohe Widerstandskraft gegen abiotische und biotische Schäden und gewährleistet eine optimale Ertrags- und Qualitätsbildung.

### **3.4 Anbauverfahren, Fruchtfolgen und Sortenwahl**

Eine klimaangepasste, gezielte und standortgerechte Fruchtfolgegestaltung und Sortenwahl integrieren sowohl etablierte als auch neue Kulturen und Sorten sowie neue Saatverfahren (z. B. Sortenmischungen). Zunächst führt eine Anbaudiversifizierung zu einer Risikostreuung, da jede Kultur und Sorte spezifische Toleranz- bzw. Resistenzeigenschaften gegenüber abiotischen und biotischen Stressoren aufweist. Durch gezielte Fruchtfolgegestaltung und Sortenwahl können positive Wirkungen auf die Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit erzielt werden (insbesondere Bodenstruktur und Humusgehalt), aber auch das Infektionsrisiko (insbesondere Resistenzeigenschaften und Anbaukonzentration) gesenkt werden. Im Gartenbau müssen geschützte Anbauverfahren weiterentwickelt, auf Vor- und Nachteile geprüft und weiter optimiert werden.

Klimaangepasste Anbauverfahren zeichnen sich unter anderem durch geeignete Saat- und Pflanzzeitpunkte sowie optimierte Bestandsdichten und Standräume (z. B. Aussaatstärke, Reihen- und Pflanzabstände) aus. Solche Verfahren können auch zur optimalen Ressourcennutzung (z. B. Wasser, Licht und Nährstoffe) und Verringerung des Befallsdruckes mit Schadorganismen beitragen. Darüber hinaus können insbesondere im Ackerbau die pfluglose Bodenbearbeitung, der Anbau von Zwischenfrüchten und das Einbringen von Untersaaten die Verringerung der Anfälligkeit der Bestände und die Minderung der Erosionsgefahr unterstützen. Auch neue Anbausysteme (z. B. Agroforstsysteme) können hinsichtlich der Anpassung an den Klimawandel und der Klimawirkungen Potenziale für die Landwirtschaft bieten. Hier bieten sich durch die CO<sub>2</sub>-Speicherung ebenfalls Synergien zum Klimaschutz.

### **3.5 Pflanzen- und Vorratsschutz**

Ziel eines klimaangepassten Pflanzen- und Vorratsschutzes ist, im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes durch vorbeugende Maßnahmen (u.a. Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Sortenwahl, Aussaatzeitpunkt, Nährstoffmanagement) möglichst widerstandsfähige Anbausysteme zu schaffen und dem Befall mit Schadorganismen durch die Schaffung stabiler Agrarökosysteme (Förderung natürlicher Regulation) vorzubeugen. Mit Hilfe der Bereitstellung und

Anwendung klimaangepasster Entscheidungshilfen (z. B. zur Maßnahmen- bzw. Pflanzenschutzmittelwahl, Anwendungszeitpunkte) und Managementverfahren lassen sich im Falle notwendiger Pflanzenschutzmaßnahmen eine optimale Wirkung erreichen und potenzielle Umwelt- und Klimawirkungen optimieren. Wichtig sind dabei die Bereitstellung (z. B. durch Monitoring, Labor- und Freilandversuche, Modellierungen) und Nutzung von Informationen zu klimabedingten Veränderungen in der Relevanz und Verbreitung einheimischer und gebietsfremder Schadorganismen (Einwanderung von Neophyten und -zoen), die Entwicklung neuer Maßnahmen, Pflanzenschutzmittel und -verfahren sowie innovativer Anwendungstechniken. Darüber hinaus kommt auch der Entwicklung nationaler und internationaler Konzepte zur Verhinderung der Ein- und Verschleppung und Etablierung gebietsfremder invasiver Arten, die durch den Klimawandel begünstigt werden können, eine hohe Bedeutung zu.

### **3.6 Digitalisierung, Agrartechnik**

Für alle zuvor genannten Bereiche ist es auch in Hinblick auf die Anpassung an den Klimawandel von hoher Bedeutung, innovative agrartechnische Verfahren zu entwickeln und in den Anbau zu implementieren. Techniken der künstlichen Intelligenz und der Robotik sowie die Nutzung und Verknüpfung innovativer Datenquellen können die Landwirtschaft bei der optimierten Nutzung von Ressourcen unterstützen und so zur Minderung unerwünschter Umwelt- und Klimawirkungen ebenso beitragen wie zur Klimaanpassung.

So können Daten aus der Fernerkundung, die mit Hilfe der Sentinel-Satelliten erstellt und ausgewertet werden, helfen, frühzeitig auf positive oder negative Entwicklungen hinzuweisen. Es können Regionen mit optimalen Anbaubedingungen ebenso ausgewiesen werden wie Regionen mit erhöhtem Risiko des Auftretens bestimmter Schadorganismen der Pflanzen oder der Tiere (einschl. Vektoren). Diese Daten können mit Wetterdaten und Wetterprognosen verschnitten zu wertvollen schlagspezifischen Entscheidungshilfen für Landwirte weiterentwickelt werden.

Betriebsmittel, wie Pflanzenschutz- und Düngemittel, könnten gezielter und an das Wetter angepasst eingesetzt werden. Durch neue Verfahren wie Feldschwarmtechnologie ist vorstellbar, dass die Befahrbarkeit von Flächen, die durch Starkregen vernässt sind, verbessert werden kann. Insgesamt kann Treibstoff eingespart werden.

## **4 Wald / Forstwirtschaft**

Die Anpassung der Wälder in all ihren Funktionen und der Forstwirtschaft an den Klimawandel ist in mehrfacher Hinsicht von zentraler Bedeutung. Im Vordergrund steht zunächst der Erhalt vitaler Wälder im Klimawandel mit ihren vielfältigen Funktionen und Leistungen. So sind sie z. B. von großer Bedeutung für die Biodiversität, für Einkommen und Arbeit und für die Erholung der Bevölkerung. Darüber hinaus leisten gesunde und produktive Wälder und

die Verwendung des nachwachsenden Rohstoffes Holz einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz selbst.

Prognosen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf den Wald sind aufgrund der langen Produktionszeiten und der Abhängigkeit von den tatsächlichen THG-Emissionen mit vergleichsweise großen Unsicherheiten verbunden. Neben einem günstigen Szenario sollten daher zum Vergleich auch mittlere und ungünstige Verläufe des Klimawandels ins Kalkül gezogen werden, um Wahrscheinlichkeiten besser abschätzen zu können.

Grundsätzlich bietet die derzeitige Vielfalt an Standorten, Eigentümern und Management-Praktiken eine gute Grundlage für eine breite Risikostreuung in der deutschen Forstwirtschaft. Allerdings können die prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels für die verschiedenen Elemente der Waldbewirtschaftung umfassende Anpassungsmaßnahmen erforderlich machen. Es müssen die Rahmenbedingungen dafür erhalten und ggf. geschaffen werden, damit sich die Wälder entsprechend der Vision der Waldstrategie 2020 den neuen Umweltbedingungen anpassen können. Dort heißt es: „Standortgerechte, vitale und an den Klimawandel anpassungsfähige Wälder mit überwiegend heimischen Baumarten werden durch eine nachhaltige Bewirtschaftung erhalten und weiter entwickelt. Die Wälder stellen die erforderlichen Rohstoffe bereit, bieten vielfältige Lebensräume für Flora und Fauna, erfüllen ihre Schutzfunktionen und laden zur Erholung ein. Die Naturnähe, Stabilität und Vielfalt der Wälder in Deutschland hat deutlich zugenommen.“

In Deutschland sind gut 30 % der Waldfläche in staatlichem Besitz, etwa 20 % in kommunalem Besitz und knapp 50 % in privatem Besitz. Etwa die Hälfte des Privatwaldes ist Kleinprivatwald (< 20 ha). Der Staatswald ist überwiegend im Besitz der Länder und nur zu einem geringem Anteil Bundesbesitz (ca. 3% der Waldfläche). Die Besitzverhältnisse sind für die Umsetzung von Maßnahmen zur Klimaanpassung relevant. Während Bund und Länder im Staatswald Veränderungen der Waldbewirtschaftung unmittelbar umsetzen können, kann der Privatwald am besten über Information, forstfachliche Beratung und finanzielle Anreize erreicht werden.

Bund und Länder sollten gemeinsam die Wissensbasis für künftige Maßnahmen der Waldbewirtschaftung und des Waldbaus verbessern und geeignete Konzepte, Instrumente und Datengrundlagen bereitstellen. Dies beinhaltet insbesondere die Weiterentwicklung waldbaulicher Empfehlungen unter Berücksichtigung der Veränderung der Standortfaktoren für verschiedene Klimaszenarien, verbesserte Informationsgrundlagen zu geeignetem forstlichen Vermehrungsgut überwiegend heimischer Baumarten, die Weiterentwicklung von Instrumenten für das forstbetriebliche Risikomanagement und den verstärkten Einsatz moderner Informationstechnologien. Auch das forstliche Umweltmonitoring soll bezüglich dieser Anforderungen weiterentwickelt werden.

Von besonderer Bedeutung ist die weitergehende Erfassung der genetischen Eignung der verschiedenen räumlichen Vorkommen heimischer Baumarten in Deutschland. Für aussagekräftige Ergebnisse und praxisrelevante Empfehlungen sind praktikable und effiziente Methoden zu weiterzuentwickeln. Die entsprechenden Forschungsaktivitäten sollten mit Bundesförderung ausgebaut werden. Sie sollten ergänzt werden durch weitergehende Untersuchungen und Anbauversuche zur Eignung von Herkünften und nicht-heimischen Baumarten.

Die Daten aus der forstwirtschaftlichen Praxis ergänzen gezielte Anbauversuche, die verschiedene Bundes- und Landeseinrichtungen angelegt haben. Sie werden diese Anbauversuche aber nicht ersetzen können. Das etablierte Netz langfristig angelegter Versuchsflächen, auf denen Baumartenversuche, Herkunftsversuche und Nachkommenschaftsprüfungen stattfinden, muss erhalten und ausgebaut werden. Des Weiteren soll verstärkt Forschung zur Genetik der Waldbäume dazu beitragen, den Erkenntnisgewinn hin zu klimaresilienteren Beständen voranzubringen. Alle Maßnahmen bilden eine Grundlage für Anbauempfehlungen. Die Zusammenarbeit der beteiligten Einrichtungen ist weiter zu intensivieren. Darüber hinaus sind die Zusammenführung von Ergebnissen und eine verstärkte Zusammenarbeit beim Thema Klimaanpassung auf europäischer Ebene zu fördern. Nicht gebietsheimische Herkünfte heimischer Baumarten können ein zusätzliches Potenzial für die Waldanpassung an den Klimawandel liefern, ohne die Baumartenzusammensetzung grundlegend zu verändern.

Durch Kunstverjüngung können Fortschritte bei der Forstpflanzenzüchtung und Herkunftsforschung in die forstliche Praxis überführt werden. Für züchterische Fortschritte haben Bund und Länder gemeinsame Programme im Bereich der Forstpflanzenzüchtung und Herkunftsforschung auf den Weg gebracht. Diese sollen verstetigt und ausgebaut werden. Die Nutzung von biotechnologischen Methoden bei der Genomforschung kann auch für die Forstpflanzenzüchtung Potenziale bergen, um die Anpassung an den Klimawandel zu unterstützen. Von einer Freisetzung von gentechnisch veränderten Forstpflanzen wird auf Grund der langen Generationsdauer und des hohen Potentials der Etablierung und Ausbreitung von Bäumen und des mit einer unkontrollierten Ausbreitung verbundenen Risikos für Natur und Umwelt abgesehen.

Die Naturverjüngung wird auch zukünftig weiterhin große Bedeutung haben. Natürliche Anpassung durch Naturverjüngung kann durch waldbauliche Maßnahmen gezielt gefördert werden (z. B. Stimulation der Fruktifikation, Schaffung von möglichst stark überlappenden, genetisch diversen Generationen). Angepasste Wilddichten ermöglichen eine vielfältige Waldverjüngung. Hier ist es sinnvoll, mit einem genetischen Monitoring zu beobachten, welche genetischen Veränderungen stattfinden und ob die natürliche genetische Anpassung schnell genug erfolgt. Darüber hinaus stellen Waldflächen mit natürlicher Waldentwicklung ein System von Referenzflächen dar, das durch ein systematisches Monitoring erfasst werden sollte. Die daraus gezogenen Erkenntnisse sollten Hinweise für eine Anpassung der Waldbewirtschaftung geben.



Angesichts der langen forstlichen Produktionszeiten kann bei rasch voranschreitendem Klimawandel eine Strategie, die primär auf Naturverjüngung setzt, für manche Standorte und Baumarten allerdings zu geringe Reaktionszeiten lassen. Zurzeit entsteht die nächste Waldgeneration auf ca. 80 % der Fläche aus Naturverjüngung und zu 20 % aus Kunstverjüngung. Bei der Kunstverjüngung können die Baumart, ihre Herkunft und die genetische Qualität des Vermehrungsgutes gezielt ausgewählt werden. Auf einem großen Teil der kunstverjüngten Fläche findet bereits heute, flankiert durch staatliche Vorgaben und Förderung, ein Waldbau vorwiegend von Nadelbaum-Reinbeständen hin zu standortangepassten Wäldern mit einem deutlich gesteigerten Anteil einheimischer Laubbaumarten statt.

Das natürliche Vorkommen der Baumarten wird durch den Standort als Faktorenkomplex aus v. a. Klima, Boden und Wasser bestimmt. Die Wälder sind in der Vergangenheit durch den Menschen beeinflusst und in der Struktur verändert worden. Diese Waldökosysteme haben sich dabei dennoch ständig an die Umweltbedingungen angepasst. Ausmaß, Richtung und Geschwindigkeit des aktuellen Klimawandels drohen nun allerdings die Anpassungsfähigkeit der Wälder zu überfordern. Die Prognosen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Waldstandorte und die Wälder sind für die forstliche Praxis in geeigneter Weise aufzubereiten. Instrumente wie Modellierungen zu forstlichen Standortfaktoren als Grundlage für Waldbauplanung und das forstliche Umweltmonitoring sind entsprechend weiterzuentwickeln.

Mit einer natur- und umweltverträglichen Steigerung der Produktivität der Wälder, der Erschließung zusätzlicher Flächenpotenziale und der nachhaltigen Nutzung der großen Holzvorräte, insbesondere im klein strukturierten Privatwald, kann ein wesentlicher Beitrag zur Erhöhung der Stabilität und Vitalität der Wälder und Sicherung des zukünftigen Holzangebots geleistet werden. Folgende Ansätze sind dazu geeignet: Begründung vielfältiger, stabiler und ertragsstarker Mischwälder, Risikominimierung durch Vermeidung instabiler Dichtstände bzw. überhöhter Vorräte im Zuge einer konsequenten Waldpflege (Läuterungen, Durchforschungen), frühzeitige Schaffung flächiger Naturverjüngungsvorräte durch die Entwicklung strukturreicher Wälder, Anbau standortgerechter Baumarten mit hoher Widerstandsfähigkeit und Wuchsleistung, Waldbaukonzepte und Produktionszeiträume, die unter Einbeziehung der Natur- und Umweltschutzanforderungen optimale Erträge ermöglichen, Verwendung von qualitativ hochwertigen, Standort angepassten, widerstandsfähigen und leistungsfähigen Forstpflanzen und Erhaltung der genetischen Vielfalt der Forstpflanzen.

Der derzeitige Kenntnisstand erlaubt allerdings keine abschließende Bewertung der Folgen klimatischer Veränderungen auf die Sensitivität, Stabilität und Elastizität von Waldökosystemen. Zudem ist der Klimawandel nur einer unter mehreren Stressfaktoren für den Wald. Bei Anpassungsmaßnahmen in der Forstwirtschaft sollten beispielsweise die Beeinträchtigungen der Wälder durch stoffliche Belastungen, deren Folgen durch den Klimawandel verstärkt werden können, sowie mögliche Synergien und Konflikte mit anderen Leistungen und Funk-

tionen des Waldes als Randbedingung berücksichtigt werden. Ein wichtiger Ansatz zur Stabilisierung und Vitalisierung der Bestände ist der Waldumbau zu klimaangepassten Mischwäldern mit überwiegend heimischen Baumarten.

Ein häufigeres Auftreten von Wetterextremen wird veränderte waldbauliche Maßnahmen erfordern. Durch Trockenheit und Hitze können sich Waldbrände häufiger und mit größerer Intensität und Fläche entwickeln. Daher sind Vorsorgemaßnahmen gegen Waldbrände zu verstärken. Dies betrifft zum einen den Waldumbau (Baumartenwahl), zum anderen die Anlage von Brandschutzstreifen in waldbrandgefährdeten Gebieten sowie den Ausbau von Überwachungs- und Bekämpfungseinrichtungen. Möglich sind aber auch gelegentliche extreme Kälteereignisse. Diese können die Anpassung (z. B. Waldumbau mit wärmeliebenden Baumarten) zusätzlich erschweren.

Alle Anpassungsmaßnahmen können in den staatlichen Forstbetrieben in eigener Verantwortung umgesetzt werden. Ungleich schwieriger ist es für die Politik, Anpassungen im Körperschaftswald und insbesondere im klein strukturierten Privatwald zu erwirken. Welche Konzepte hier am besten geeignet sind, sollte erforscht werden. Hierzu gehören vor allen Dingen Maßnahmen für die Umsetzung eines adaptiven Managements in der künftigen Forsteinrichtung und Forstplanung, der strategischen Betriebsplanung und bei der Entscheidungsunterstützung (z. B. in der Standortkartierung). Dies beinhaltet auch das öffentliche Angebot relevanter Konzepte, Instrumente, Informationen und digitaler Daten (insbesondere Waldbauempfehlungen, Standortdaten, Prognosen zum Klimawandel, Waldschutzempfehlungen etc.). Eine Umsetzungsform können Internet-basierte Waldinformationsportale sein.

Die Wechselwirkungen von Klimawandel und Schaderregern und die Interaktionen abiotischer und biotischer Schadfaktoren bergen ein hohes Schadpotenzial für Waldbestände. Verfahren und Methoden zur Abschätzung und Bewertung zukünftiger Gefährdungspotentiale sind zu entwickeln. Das klimawandelbedingt veränderte oder neue Schaderregerspektrum, die Verschiebung von Verbreitungsgebieten und potenzielle Verbreitungsgebiete sind zu erforschen, zu bewerten und ggf. geeignete Maßnahmen zu entwickeln.

Kontrovers wird diskutiert, unter welchen Bedingungen die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Wald bei Kalamitäten sinnvoll ist. Hierzu sind die Arbeiten des Arbeitskreises Wald unter dem Nationalen Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln hilfreich.

Die Folgen des Klimawandels treffen jedoch nicht nur die Bäume und Waldbestände, sondern auch die Waldbesitzer und Forstbetriebe. Dies passiert in erster Linie durch zusätzlichen oder anderen als geplanten Arbeitsaufwand, im Extremfall aber auch wirtschaftliche Insolvenz oder sogar Gefahr für Leib und Leben bei der Schadholzaufarbeitung. Auch Waldbesitzer und Forstbetriebe müssen sich daher anpassen. Ein erfolgreiches Risiko-Management erfordert

z. B. entsprechendes Wissen und Fähigkeiten, aktuelle Informationen, Handlungsfähigkeit und Schlagkraft im Krisenfall, logistische Vorbereitungen (z. B. Lagerplätze, Transportmöglichkeiten) und finanzielle Resilienz. Bund und Länder können dies alles auf vielerlei Weise unterstützen (u.a. Bildung, Beratung, Forschung und Entwicklung, finanzielle Förderung, Rechtsetzung).

Anpassungsstrategien für die Wälder und die Waldbewirtschaftung im Klimawandel können auf verschiedenen Ebenen (Bund, Länder, Regionen, Kommunen, Betriebe) die Weitergabe von Informationen sowie die Koordination und Umsetzung von Maßnahmen unterstützen.

Die Förderung von Maßnahmen zu Anpassung der Wälder an den Klimawandel ist Bestandteil der GAK. Zudem fördert der Waldklimafonds seit 2013 Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zur Anpassung der Wälder an den Klimawandel. Eine weitergehende Aufbereitung der bisherigen Ergebnisse für die forstliche Praxis und eine stärkere Koordination der darauf aufbauenden Forschungsaktivitäten wird empfohlen.

In der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) ist der Bereich Wald und Forstwirtschaft eines von insgesamt 15 Handlungsfeldern. Dort wurden für den Bereich Wald und Forstwirtschaft folgende Handlungsmöglichkeiten (Response-Indikatoren) identifiziert, die zur Stabilisierung und Vitalisierung der Waldbestände und zur Erhaltung ihrer Funktionen beitragen können:

1. Aufbau von Mischbeständen (FW-R-1),
2. Förderung des Waldumbaus (FW-R-2),
3. Umbau gefährdeter Fichtenbestände (FW-R-3),
4. Erhaltung forstgenetischer Ressourcen (FW-R-4),
5. Sicherung des Humusvorrates in forstlichen Böden (FW-R-5),
6. Forstliche Information zum Thema Anpassung (FW-R-6).

Die Maßnahmen zur Klimaanpassung sind so auszurichten, dass mit ihnen auch die Beiträge und Potenziale der Wälder zu den Klimaschutzzielen des Bundes und der Länder verwirklicht und bestmöglich ausgeschöpft werden.

Der wissenschaftliche Beirat für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz und der Wissenschaftliche Beirat für Waldpolitik beim BMEL haben 2016 in ihrem gemeinsamen Gutachten „Klimaschutz in der Land- und Forstwirtschaft sowie in den nachgelagerten Bereichen Ernährung und Holzverwendung“ umfangreiche Empfehlungen für den Bereich Forstwirtschaft und Holzverwendung ausgesprochen. Für den Waldumbau empfehlen die wissenschaftlichen Beiräte, langfristig an die klimatische Entwicklung angepasste Baumarten und Herkünfte bereit zu stellen sowie angepasste, regional aussagekräftige Verjüngungs-, Pflege- und Nutzungskonzepte zu entwickeln. Diese dienen nicht nur dem Erhalt der Vitali-

tät und der Leistungsfähigkeit der Wälder, sondern auch dem Ziel, standortabhängige biotische und abiotische Waldschutzrisiken bei fortschreitendem Klimawandel zu minimieren. Die Beiräte sind in ihrer Tätigkeit unabhängig und in ihren Aktivitäten und Stellungnahmen weisungsungebunden; ihre Stellungnahmen sind daher nicht mit der Haltung der Bundesregierung gleichzusetzen.

## 5 Tier / Nutztierhaltung

Die Anpassung der ökologischen und der konventionellen Nutztierhaltung an die zu erwartenden Klimaveränderungen und Extremwetterlagen muss in einem ganzheitlichen Konzept erfolgen. Im Mittelpunkt stehen die Gesundheit und das Wohlbefinden aller lebensmittelliefernden Tiere von der Honigbiene bis zum Schwein. Hierbei ist die Vereinbarkeit der Anforderungen an Tierwohl, Tierseuchenprävention, Leistungs- und Umweltaanforderungen zu gewährleisten und Zielkonflikte müssen berücksichtigt werden.

Das verstärkte Auftreten von Hitzeperioden kann das Wohlbefinden der Nutztiere beeinträchtigen. In klimatisierten Ställen sind die Herausforderungen durch eine gezielte Temperatur- und Feuchtigkeitssteuerung prinzipiell beherrschbar, ein höherer Energieverbrauch und damit verbunden höhere Emissionen und Kosten sind zu vermeiden. In offenen Ställen, Ställen ohne Kühlmöglichkeit und bei Weidehaltung kann es erforderlich werden, Gegenmaßnahmen zu ergreifen, wobei wirksame Maßnahmen wie z. B. Einhausungen den Bestrebungen nach mehr Tierwohl entgegenstehen können.

Solche Gegenmaßnahmen bestehen beispielsweise darin, auf Weiden schattenspendende Bäume anzupflanzen oder in Tierställen Ventilatoren bzw. Einrichtungen zur Wasservernebelung anzubringen. Ein weiteres und wirtschaftlich bedeutendes Risiko stellt die Gefährdung der Nutztierbestände insbesondere durch wärmetolerante Parasiten und durch Zunahme von Vektoren-übertragenen Krankheiten dar. Diesem Risiko kann zum Teil durch ein entsprechendes Forschungs-, Biosicherheits- und Informationsmanagement sowie durch Beratungs- und Fortbildungsangebote entgegengewirkt werden.

In der aktuellen Diskussion über die Zukunft der Nutztierhaltung spielt die Frage „Stall der Zukunft“ eine immer wichtigere Rolle. Frei gelüftete Ställe erscheinen unter Tierwohlaspekten vorteilhaft, können jedoch im Hinblick auf Emissionen auch Nachteile bringen. Die Entwicklung von „Ställen der Zukunft“, die unter Tierwohl- und Emissionsaspekten gut zu bewerten sind, wird als wichtige Zukunftsaufgabe angesehen. Entsprechende Entwicklungsarbeiten sollten auch die Anpassung an den Klimawandel berücksichtigen. Das betrifft zum Beispiel die Frage, wie ein hohes Maß an Tierwohl auch bei anhaltend hohen Außentemperaturen zu gewährleisten ist, oder die Frage, wie Ausläufe für Tiere gestaltet werden können, ohne dass es bei Starkregen zu umweltgefährdenden Emissionen kommt. In diesem Zusammenhang sind auch die bau- und immissionsrechtlichen Vorgaben für Neu- oder Umbauten

von Ställen einzubeziehen, die der Realisierung von Umwelt-, Klima- oder Tierschutzzielen entgegenstehen können.

Bezüglich der konkreten Ausgestaltung von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten empfiehlt die Deutsche Agrarforschungsallianz (DAFA), auf der Basis des derzeitigen Wissens eine größere Zahl von „Ställen der Zukunft“ konkret zu konzipieren und als Erprobungsstätte auf Praxisbetrieben zu errichten. Hierbei sollten mehrere konkurrierende Konzepte konkretisiert und unter Praxisbedingungen erprobt werden. Jeder der Konzeptställe sollte mehrfach gebaut werden (z. B. an fünf Standorten), damit unter Praxisbedingungen abgesicherte Erkenntnisse gewonnen werden und die als optimal erkannten Lösungen späterhin schnell im gesamten Sektor umgesetzt werden können. Bereits bestehende innovative Systeme sind in die Evaluationen einzubeziehen und für die Erhebung von Messdaten zu nutzen (z. B. nach dem Vera Standard für Offenställe).

Der Vorschlag der Deutschen Agrarforschungsallianz (DAFA) entspricht weitgehend dem Vorschlag, der im Kapitel 3.1 unter den Stichworten „gemeinsames Lernen“ bzw. „gemeinsames Erproben von Alternativen“ für den Pflanzenbau gemacht wurde. Es wird empfohlen, diesen Vorschlag auch für die Nutztierhaltung umzusetzen und dabei die Frage „Anpassung an den Klimawandel“ zu integrieren. Die Umsetzung ist insoweit noch anspruchsvoller als im Pflanzenbau, da die mitwirkenden Landwirte neben einer Finanzierung ihres Risikos auch Baugenehmigungen, Bestandschutzgarantien und ggf. eine Investitionsförderung benötigen. Auch hier ist es von großer Bedeutung, dass die Aktivität länderübergreifend koordiniert wird, vorzugsweise als deutschlandweites EIP-Projekt, und wissenschaftlich begleitet wird, um jenseits des Einzelfalls wissenschaftlich belastbare Erkenntnisse für die breite landwirtschaftliche Praxis zu gewinnen.

Bei einem fortgesetzten Klimawandel kann es auch für die Tierproduktion erforderlich werden, den ordnungs- und förderrechtlichen Rahmen an die veränderten Bedingungen anzupassen. Das betrifft beispielsweise die Vorschriften für Tierställe (Dämmung, Ventilation) oder die Anpassung von Regelungen für den Ökologischen Landbau (Anpassung von Weidezeiten bei extremen Hitzeperioden).

## **5.1. Tierwohl / Tierhaltung / Tierernährung**

Die Erkennung von Hitzestress mit verschiedenen Indikatoren und das gezielte Gegenwirken spielen bei der Verbesserung des Tierwohls eine wichtige Rolle. Hierzu sind noch weitergehende Untersuchungen zu den Anpassungsleistungen der Nutztiere an veränderte klimatische Bedingungen notwendig, in denen u.a. ihr Gesamtenergiebedarf und tierbezogene Indikatoren wie Körpertemperatur, Herzschlagfrequenz und lokomotorische Aktivität gemessen werden. Diese tierbezogenen Indikatoren sollten auch im Kontext der zu erwartenden Veränderungen hinsichtlich der Fütterung untersucht werden, damit eine bedarfsgerechte Energie-

und Nährstoffversorgung der Tiere unter den veränderten klimatischen Bedingungen ermöglicht werden kann. Angepasste Fütterungsstrategien können auf die physiologische Entlastung der Tiere bei Hitzestress und eine gleichzeitige Reduktion von Methanemissionen (Synergieeffekt mit dem Klimaschutz) ausgerichtet werden..

Die zu erwartenden klimatischen Veränderungen (z. B. Extremwetterlagen, Hitzeperioden, Überschwemmungen) können sich sowohl kurzfristig als auch langfristig (alternative Futterpflanzen und angepasste Fruchtfolgen) auf die Futtermittelverfügbarkeit auswirken.

Zukünftige Stallsysteme sind so zu optimieren, dass sie sowohl den Anforderungen des Klimawandels als auch einem hohen Tierwohl entsprechen. Zur Optimierung von Haltungsvorfahren zählt insbesondere die Strukturierung der Haltung, durch die den Tieren die Wahl zwischen verschiedenen Klimabereichen ermöglicht wird. Dies kann beispielsweise durch Ausenklimatebereiche oder Ausläufe aber auch durch verschiedene Klimazonen innerhalb des Stalles erreicht werden. Ein besonderer Stellenwert kommt hierbei der Digitalisierung zu, durch die im Rahmen des „Precision Livestock Farming“ beispielweise das Tierwohl im Hinblick auf unterschiedliche Klimabedingungen in die Stallsteuerung integriert werden kann.

Auch bei Tiertransporten sind Untersuchungen zu den Klimaverhältnissen im Sinne einer Anpassung an den Klimawandel zunehmend von Bedeutung, insbesondere um Hitze- und Kältestress im Sinne des Tierwohls zu vermeiden.

## **5.2. Tierzucht: robuste und anpassungsfähige Nutztiere**

Vor dem Hintergrund von zu erwartenden klimabedingten Veränderungen wie erhöhtem Infektionsdruck, zunehmendem Hitzestress und einer ungünstigeren und variierenden Futter- bzw. Nährstoffversorgung kommt der Zucht von robusten, anpassungsfähigen und krankheitsresistenten Nutztieren eine maßgebliche Rolle zu und stellt eine wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche ökologische und konventionelle Nutztierhaltung dar.

## **5.3. Tiergesundheit: neue und wieder-auftretende Tierseuchen und Zoonosen**

Die weltweit auftretenden neuen Infektionserreger oder auch bekannte Infektionserreger können zum Teil zwischen Tier und Mensch übertragen werden. Aufgrund der stetig wachsenden globalen Mobilität, aber auch aufgrund des sicher verändernden Klimas können sie sich rasch verbreiten. Die Verbreitung multiresistenter Bakterien und Parasiten kommt hinzu. Dies zeigt, wie eng die Gesundheit von Mensch, Tier und Umwelt miteinander verknüpft sind (One Health). Hierbei sind sowohl langfristige Klimaänderungen (Temperatur, Niederschlag) als auch die Zunahme von Extremwetterlagen zu berücksichtigen.

## 6 Aquakultur, Fischerei und Meeresnutzung

Die deutsche Aquakultur besteht im Wesentlichen aus kleinen Familienunternehmen, die Fisch in Kaltwasserdurchlaufanlagen, Warmwasserteichen, Netzgehegen oder Kreislaufanlagen erzeugen. Im marinen Bereich ist vor allem die Miesmuschelkultur (in Niedersachsen zur Fischerei gehörig) bedeutsam. Bei den meisten Sparten der deutschen Aquakultur handelt es sich um offene Systeme, die sich im Austausch mit ihrer Umwelt befinden. Ein kleiner Anteil der Aquakultur sind geschlossene Kreislaufanlagen.

Für die Binnenaquakultur hat der extrem trockene Sommer 2018 gezeigt, dass die insbesondere offenen Systeme gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels sehr sensibel sind. Die Teichwirtschaften waren mit hohen (Wasser-)Temperaturen und Niederschlagsarmut konfrontiert, in manchen Regionen kamen einzelne Starkregenereignisse hinzu. Für Karpfenteichwirtschaften, die zur Bespannung der Teiche vom Niederschlag abhängig sind („Himmelsteiche“), bedeutete das deutliche Produktionseinbußen, da die Teiche nicht vollständig oder gar nicht mit Fischen besetzt werden konnten. Der Wassermangel im Sommer machte teils vorzeitige Notabfischungen nötig. Bei Forellenwirtschaften ohne Zugang zu ausreichend Mengen an kühlem Zuflusswasser und in Netzgeheganlagen führten die hohen Temperaturen zu einem Fütterungsstopp, was das Abwachsen der Fische hemmte. In einzelnen Anlagen war die Produktion von Saiblingen, die besonders temperaturempfindlich sind, nicht mehr möglich.

Zur Anpassung der Aquakulturbetriebe an den Klimawandel sollten im Nachfolgeprogramm des Europäischen Meeres- und Fischereifonds besonders technische Innovationen und technologische Anpassungen in Hinblick auf ein geändertes Wasserdargebot finanziell gefördert werden. Das betrifft beispielsweise Änderungen in der Teichbewirtschaftung unter Berücksichtigung des Wasserdargebots, auch eine Sömmerung von Teichen. Investitionen in technische Belüftungseinrichtungen in Schatten spendende „fish stables“, ggf. in Verbindung mit Solaranlagen sind insbesondere zu fördern. Das betrifft beispielsweise auch die Umwandlung von Durchflussanlagen zu (Teil-) Kreislaufsystemen, die eine Mehrfachnutzung des Wassers vorsehen, die effiziente und digitalisierte Prozesssteuerung und Sauerstoffeintragssysteme (precision Aquafarming), die digitalisierte und klimagesteuerte Fütterungstechnik, sowie die gezielte Beschattung und Einhausung von Produktionsstätten in Verbindung mit vermehrter Nutzung regenerativer Energien.

Darüber hinaus sollten die aquatisch-genetischen Ressourcen, welche die in der Aquakultur vorhandenen Laichfischbestände (z.B. für Regenbogenforelle, Karpfen etc.) umfassen, auf ihre Anpassungsfähigkeit an sich verändernden klimatischen Bedingungen untersucht werden. Die Entwicklung regional adaptierter und gleichzeitig leistungsfähiger Herkünfte sollte im Sinne der Wirtschaftlichkeit und des Tierwohls gefördert werden. Neue Zuchtziele, die vor allem die Adaptation an höhere Temperaturen, veränderte Umweltparameter sowie veränderte Gesundheitsrisiken aufgrund veränderten Parasiten- und Erregerdrucks berücksichtigen, müssen in den Fokus gerückt werden.

Die Entwicklung integrierter Systeme, die eine Mehrfach- oder Ko-Nutzung der in der Aquakultur eingesetzten Ressourcen, z.B. in der Land- oder Forstwirtschaft, vorsehen, sollten ebenfalls gefördert werden.

Zu Anpassung der Binnenfischerei und der Binnenfischbestände an den Klimawandel sind geeignete Vorsorgemaßnahmen gegen Niedrigwasserphasen und Hitzestress möglichst zu fördern, z. B. im Rahmen von gewässerbaulichen Maßnahmen und Renaturierungen. Es sollten Beschattungsmaßnahmen vorgenommen werden, ebenso ist ein Bewässerungsleitfaden aus fischökologischer Sicht wünschenswert. Im Hinblick auf eine mögliche weitere Einschränkung von fischereilichen Bewirtschaftungsmöglichkeiten sollte der Fokus auf die Reduzierung von zusätzlichen Stressfaktoren gerichtet werden. Dazu zählt neben der stärkeren Lenkung außerfischereilicher Gewässernutzungen auch die abgestimmte Steuerung des Einflusses von fischfressenden Räubern. Wesentliche Binnenfischereiregionen sollten entsprechend überwacht werden (z. B. Erträge, ökologische Veränderungen wie invasive Arten, Veränderung von Nutzungsintensität, Tourismus), die natürliche Fischfauna sollte gefördert und die biologische Vielfalt in heimischen Gewässern erhalten werden.

In der Meeresaquakultur in Deutschland ist vor allem die Miesmuschelzucht bedeutsam. Hier wirkt sich der Klimawandel vor allem im Wattenmeer negativ aus, denn hohe Temperaturen begünstigen die Verbreitung der Pazifischen Auster, die sich zunehmend auf den wilden Miesmuschelbänken im Wattenmeer ausbreitet. Diese sind dann nicht mehr für die Besatzmuschelgewinnung durch die Muschelfischer nutzbar.

In der Seefischerei verändern steigende Wassertemperaturen und andere klimawandelbedingte Veränderungen die Produktivität der Fischbestände teils positiv, teils negativ. Für die meisten Bestände unserer Breiten wird von einer Reduzierung der Produktivität ausgegangen, für die höherer Breiten (z. B. nordost-arktischer Kabeljau) dagegen von einer Steigerung.

Bei den großen Schwarmfischbeständen, wie Hering und Makrele, haben sich bereits jetzt die typischen Wanderrouten zwischen Fress-, Laich und Überwinterungsgebieten geändert, und die Kerngebiete der Verbreitung haben sich deutlich nach Norden verlagert (z. B. Makrelenfischerei vor Island und Grönland). Damit gelangen die Bestände in Hoheitsgebiete von Nationen, die bisher nicht oder nur gering an den Ressourcen partizipiert haben. Um die deutschen Fischereiinteressen wahren zu können, ist es erforderlich, dass die Bundesregierung und die EU diese Entwicklungen rechtzeitig antizipieren, in den fischereiwirtschaftlich interessanten Regionen Forschungs- und Monitoringprogramme auflegen und sich in den Drittstaatverhandlungen entsprechend positionieren.

Bei den Heringsbeständen in Nord- und Ostsee, die bisher von besonders großer Bedeutung für die deutsche Fischerei waren, werden schon heute deutliche Einschränkungen in der Rek-



rutierung beobachtet. Die Fangmengen haben sich z. B. beim Hering in der westlichen Ostsee im Vergleich zu vor 30 Jahren halbiert. Es wird erwartet, dass die Ertragsfähigkeit der fischereiwirtschaftlich interessanten Bestände in absehbarer Zukunft weiter sinkt, da die Geschwindigkeit des Klimawandels das evolutorische Anpassungsvermögen der Fische zu überfordern scheint. Langfristig ist aber eine Trendwende nicht auszuschließen.

Wenn die Produktivität eines Fischbestandes klimabedingt nachlässt und dieses im Fischereimanagement nicht rechtzeitig berücksichtigt wird, wird der Niedergang des Bestandes weiter beschleunigt, mit gravierenden Folgen für die Fischerei und den ganzen Sektor. Um die Bestände optimal bewirtschaften zu können, ist es erforderlich, wissenschaftlich basierte Frühwarnsysteme oder Monitoringkonzepte auszubauen und die Steuerungsinstrumente im Fischereimanagement weiter zu verbessern.

Bei stark betroffenen Fischereien gilt es zu untersuchen, welche Entwicklungsoptionen für die regionale Wirtschaft in den Küstenregionen bestehen und wie diese zu bewerten sind. Die Fischerei sollte dabei nicht isoliert betrachtet werden. Bei der Entwicklung von Zukunftsbildern für die regionale Wirtschaft geht es vielmehr darum, Aspekte des Naturschutzes, des Tourismus, der Fischerei und anderer wirtschaftlicher Tätigkeiten einzubeziehen und ein optimiertes Gesamtbild zu gestalten. Darauf aufbauend müssen Konzepte entwickelt werden, um die Strukturentwicklung der Fischereiwirtschaft auf die gesellschaftlich erwünschten Zukunftsbilder auszurichten und den in diesem Sinne tätigen Fischern ein wirtschaftliches Auskommen zu sichern.

## **7 Übergeordnete Themenfelder**

In den vorhergehenden Kapiteln sind an verschiedenen Stellen Maßnahmen angesprochen worden, die nicht nur den jeweiligen Produktionszweig betreffen (z. B. Pflanzenbau, Tierhaltung, Forstwirtschaft), sondern von sektorübergreifender Bedeutung sind (z. B. Beratung, Wasserversorgung, Forschung). Auf diese übergreifenden politischen Handlungsfelder wird im Folgenden noch einmal gesondert eingegangen.

### **7.1 Risikomanagement, Finanzmaßnahmen zur Liquiditätssicherung**

Der Umgang mit Ertrags- und Preisrisiken ist eine Aufgabe der Unternehmen. Das gilt auch für Risiken, die durch den Klimawandel hervorgerufen werden. Bund und Länder unterstützen die land- und forstwirtschaftlichen Unternehmen, indem sie für die Bereitstellung von Informationen und Infrastrukturen sorgen, die Entwicklung angepasster Technologien unterstützen und ordnungs- und förderpolitische Rahmenbedingungen wo erforderlich an neue Herausforderungen anpassen.

Darüber hinaus wird erwartet, dass der Staat in besonderen Situationen helfend zur Seite steht, wenn der Einzelbetrieb überfordert wäre.

Mit den Direktzahlungen, den Marktmaßnahmen und im Falle von außergewöhnlichen Marktkrisen bietet die 1. Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) bereits heute ein Sicherheitsnetz.

Für besondere witterungsbedingte Situationen besteht zudem die Möglichkeit, staatliche Ad-hoc-Hilfen zu leisten. Darüber hinaus gibt es verschiedene steuerrechtliche Regelungen und die Förderung investiver Maßnahmen zur Prävention sowie verschiedene Maßnahmen zur Sicherung der Liquidität der landwirtschaftlichen Betriebe. In der Tierproduktion gibt es die Tierseuchenkassen.

#### Angepasste Produktionsweise

Im Rahmen der guten fachlichen Praxis gibt es viele Möglichkeiten, bestimmten Wetterereignissen und -extremen mit z. B. Fruchtfolgegestaltung, Bodenbedeckung über Winter, oder dem Anbau von Zwischenfrüchten zu begegnen. Bei der Sortenwahl sind Sorten zu wählen, die besser an die neuen Bedingungen angepasst sind. Die Züchtung ist gefordert, dafür entsprechende Sorten bereitzustellen. Zur Schadensreduzierung können auch Beregnung bei Trockenheit, die Frostschutzberegnung und Hagelschutznetze als bewährte Techniken beitragen.

#### Diversifizierung

Ertragsschwankungen, Tierseuchen oder Preiseinbrüche treten in den seltensten Fällen in allen Produktionsrichtungen gleichzeitig auf. Betriebe mit mehreren wirtschaftlichen Standbeinen haben dadurch einen internen Risikoausgleich. Der Trend in der Landwirtschaft geht zu größeren und spezialisierten Betrieben mit wenigen oder gar nur einem Produktionszweig. Dies ist meistens betriebswirtschaftlichen Motiven geschuldet, um Kosten zu sparen und bessere Absatzmöglichkeiten für die Produkte im Verkauf zu erzielen. Der Nachteil ist eine größere Krisenanfälligkeit der Betriebe bei Preis- oder Ertragsschwankungen.

Gleiches gilt auch für den Anbau der Ackerkulturen. Eine Anbaudiversifizierung bringt Vorteile für die Biodiversität, und kann auch dazu beitragen, den Betrieb weniger krisenanfällig zu machen. Aber auch hier müssen die Absatzmöglichkeiten gegeben sein.

#### Bildung von Rücklagen

Die Bildung von Rücklagen ist ein bewährtes Instrument der Risikovorsorge. Sie setzt voraus, dass die Betriebe in guten Jahren in der Lage sind, entsprechende Rücklagen zu bilden.

#### Versicherungen

Grundsätzlich lassen sich bei Ackerkulturen in Deutschland Einzelgefahren wie Hagel, Starkregen, Sturm und Frost allein oder in Kombination verschiedener Gefahren (Mehrgefahren-

versicherung) versichern. Keine Versicherungen gibt es bisher für Hochwasser. Für Trockenschäden werden seit kurzem sogenannte Indexversicherungen angeboten, ein in Deutschland noch relativ neues Produkt, bei dem nicht der tatsächliche Schaden auf dem Feld sondern die Entwicklung einer anderen Kenngröße, z. B. die Niederschlagsmenge in einem bestimmten Zeitraum, herangezogen wird. Es werden derzeit verschiedene Ansätze im Markt getestet, die weitere Entwicklung bleibt abzuwarten. Etwas anders sieht die Situation im Gemüse-, Obst- und Weinbau aus. So ist Wein z. B. gegen Winterfrost und Spätfrost versicherbar, Obst und Gemüse dagegen nicht (Ausnahme Spätfrost bei Erdbeeren).

Tendenziell wird Handlungsbedarf eher im Sonderkulturbereich gesehen, da hier das Versicherungsangebot geringer ist und die Direktzahlungen nicht die Bedeutung haben wie bei den Ackerkulturen. Ebenfalls übereinstimmend wird Handlungsbedarf im Zierpflanzenbau und bei den Baumschulen gesehen, wo Quarantäneschädlinge eine große Gefahr für die betroffenen Betriebe darstellen. In der Forstwirtschaft gibt es solche Konstellationen ebenfalls, z. B. wenn Jungpflanzen vertrocknen. Windwurf-Ereignisse führen demgegenüber nicht zu aktuellen Liquiditätsengpässen, sondern Vermögensschäden, die möglicherweise später Liquiditätsprobleme nach sich ziehen können.

Mit den vorhandenen Instrumenten (Marktmaßnahmen, speziellen Krisenmaßnahmen, staatliche Ad-hoc-Hilfen) steht derzeit ein ausreichendes Instrumentarium zur Risikobewältigung zur Verfügung. Für die Zeit nach 2020 hat das BMEL zusammen mit den Ländern den „Bericht zum Krisen- und Risikomanagement in der Landwirtschaft“ überarbeitet. Die AMK hat BMEL im September 2018 gebeten, zum Ausbau des Versicherungssystems noch weitere Untersuchungen anzustellen. Diese Untersuchungen werden gegenwärtig durchgeführt.

## **7.2 Aus-, Fort- und Weiterbildung, Beratung**

Um Betriebe bei der Anpassung an den Klimawandel zu unterstützen, muss insbesondere in der Aus-, Fort- und Weiterbildung investiert werden. Ein besonderer Schwerpunkt sollte dabei auf den Bereich der Liquiditätssicherung in den Betrieben gelegt werden, um die Unternehmer stärker für das Thema „Liquiditätsplanung“ zu sensibilisieren und ihnen die hierzu nötigen Methoden näherzubringen.

Der Bund könnte die Beratung der Länder unterstützen, indem er ein vereinheitlichtes, integriertes Beratungskonzept zu Klimaschutz und Klimaanpassung für landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Betriebe („Klimacheck“) vorantreibt.

Ein weiterer Ansatzpunkt für eine verbesserte Beratung ist die Schaffung nationaler Informationsportale oder die Pflege und der Ausbau bestehender Informationsportale. So könnten beispielsweise auf einer nationalen Plattform konsolidierte nutzergerechte Informationen zum klimaangepassten Einsatz von forstlichem Saat- und Pflanzgut bereitgestellt werden.

### 7.3 Verbesserung der Wasserversorgung

Sollten sich die Wetterextreme in Deutschland weiter verschärfen und/oder die Weltagrarpriese weiter erhöhen (u.a. als Ausdruck der Wasserknappheit in anderen Erdteilen), drängt sich die Frage auf, ob ein Teil des verfügbaren Wassers gespeichert und zur Sicherung der land- und forstwirtschaftlichen Erträge nutzbar gemacht werden sollte.

Eine verstärkte Wasserspeicherung zur Ertragssicherung bietet sich an, wenn sich – wie es in den letzten beiden Jahren der Fall war – Jahre mit Wasserüberschuss und Wasserdefizit abwechseln. Mit einem kleinräumigen Wasserrückhalt lassen sich zudem Synergieeffekte zu anderen gesellschaftlichen Zielen (z. B. Waldbrandschutz, biologische Vielfalt, Moorschutz, Klimaschutz, Mikroklima) erzielen.

### 7.4 Forschung

Forschungsbedarf ist in den einzelnen Themenfeldern und Maßnahmenvorschlägen bereits genannt worden. Diesen Forschungsbedarf gilt es, durch Prioritätensetzung in den Ressortforschungseinrichtungen des BMEL sowie durch zusätzliche Bekanntmachungen in den unterschiedlichen Programmen des BMEL, einschließlich Waldklimafonds, zu decken.

Darüber hinaus fällt auf, dass alle derzeitigen Fragestellungen im Rahmen bestehender historisch gewachsener Strukturen bearbeitet werden. Die Herausforderungen der Zukunft erfordern jedoch weitergehende interdisziplinäre und länderübergreifende Herangehensweisen. Zur Bewältigung dieser Herausforderungen werden Vorschläge unterbreitet.

### 7.5 Internationale Verantwortung

Die negativen Folgen des Klimawandels werden sich in anderen Regionen der Erde voraussichtlich stärker bemerkbar machen als in Mitteleuropa. Somit stellt sich hier in besonderem Maße die Frage, wie Deutschland seine internationale Verantwortung bestmöglich wahrnehmen kann. Hierbei geht es zum einen um die Weiterentwicklung internationaler Abkommen und Vereinbarungen (z. B. in Klimaverhandlungen, im phytosanitären Bereich oder im Waldbereich), zum anderen darum, die teilweise stark vom Klimawandel betroffenen Entwicklungsländer bei ihren Anpassungsmaßnahmen zu unterstützen. Andererseits können die dortigen Erfahrungen z. B. mit Trockenheit oder Hitze auch nützlich für die Anpassung in Deutschland werden.

In diesem zweiten Handlungsfeld ist insbesondere die deutsche Entwicklungszusammenarbeit bereits seit langem aktiv, außerdem gibt es Aktivitäten im Bereich der Forschungsförderung. Insbesondere bei einer weiteren Verstärkung dieser Aktivitäten sollte geprüft werden, wie die Maßnahmen der verschiedenen Akteure besser aufeinander abgestimmt werden können und wie dabei das umfangreiche Wissen, welches in der Ressortforschung des Bundes vorhanden ist, besser nutzbar gemacht werden kann.

## **8. Schlussfolgerungen**

Die Agenda „Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel“ ist die Grundlage für die Ausarbeitung eines gemeinsam von Bund und Ländern getragenen Maßnahmenprogramms zur Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel. Dieses Maßnahmenprogramm ist schnellstmöglich zu erarbeiten und umzusetzen.

Das Maßnahmenprogramm soll dann in die im Koalitionsvertrag beschlossene Weiterentwicklung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel einfließen.