



Klimaschutzprogramm Bayern 2050



Klimaschutzprogramm Bayern 2050

Vorwort	3
Milderung des Klimawandels als internationale Vorbildfunktion	
Energieeinsparung und Energieeffizienz	5
Ausbau erneuerbarer Energien	8
Förderschwerpunkt „Kommunaler Klimaschutz“	12
Moorschutz in Bayern	14
Bayerische Klima-Allianz	18
Regionale Anpassung an die Folgen des Klimawandels	
Programm „Bayern klimasicher machen“	22
Georisiken	24
Forschung und Entwicklung	
Bayerisches Klimaforschungsnetzwerk	26
Umweltforschungsstation Schneefernerhaus	28
Bayerischer Klima-Report 2050	29
Ressortspezifische Forschung	30

Vorwort

Der Klimawandel ist längst in Bayern angekommen – er ist spür- und messbar. Die Durchschnittstemperatur ist hierzulande zwischen 1931 und 2010 um rund 1,1°C gestiegen, im sensiblen Alpenraum sind die Temperaturen in den letzten 100 Jahren sogar doppelt so stark gestiegen wie im weltweiten Durchschnitt. Bayern bleibt von den unvermeidbaren Veränderungen des Klimawandels nicht verschont. Wir erwarten zukünftig mehr Extremwetterereignisse, nassere Winter und trockenere Sommer. Die Folgen dieser Entwicklungen zeigen sich auch in den Kommunen in Bayern und wirken sich auf das Leben der Menschen aus.

Bayern steht zu seiner Klimaverantwortung. Seit 2008 haben wir rund eine Milliarde Euro in den Klimaschutz investiert. Bayern zählt heute mit rund 6 Tonnen energiebedingtem CO₂-Ausstoß pro Kopf und Jahr weltweit mit zu den fortschrittlichsten Industrieländern (Bundesdurchschnitt rd. 9 Tonnen CO₂ pro Kopf und Jahr, USA rd. 16 Tonnen).

Und dennoch wollen wir mehr für den Klimaschutz tun. Deshalb haben wir 2014 das Bayerische Klimaschutzprogramm 2050 beschlossen. Von der energetischen Sanierung staatlicher und kommunaler Gebäude über die Renaturierung von Mooren bis hin zu Projekten der Energietechnologie: Ein ganzes Maßnahmenpaket ergänzt jetzt unsere bewährte Dreifachstrategie aus Reduktion, Anpassung und Forschung. Bis 2050 streben wir an, die Treibhausgas-Emissionen in Bayern auf weniger als 2 Tonnen pro Kopf und Jahr zu senken. Ein ebenso richtiges wie ambitioniertes Ziel! Darüber hinaus werden wir auch die Klimaanpassung vorantreiben: Wir machen Bayern klimasicher, zum Beispiel mit insgesamt 3,4 Milliarden Euro für den Hochwasserschutz. Und wir schieben die Klimaforschung an. Wissen ist die unverzichtbare Basis für erfolgreiche Strategien.

Die vorliegende Broschüre gibt einen Überblick über aktuelle Maßnahmen der bayerischen Klimapolitik.

Ulrike Scharf MdL
Bayerische Staatsministerin für
Umwelt und Verbraucherschutz



Milderung des Klimawandels als internationale Vorbildfunktion



Energieeinsparung und -effizienz

Rund drei Viertel der deutschen Treibhausgasemissionen sind energiebedingt. Umwandlung, Übertragung und Einsatz von Energie sind deshalb zentrale Handlungsfelder des Klimaschutzes. Eine klimaverträgliche Energieversorgung bedeutet zugleich einen sparsamen Umgang mit Energieressourcen und trägt so dazu bei, Importabhängigkeiten zu dämpfen.

Rund 40 % des Gesamtenergieeinsatzes und 30 % der CO₂-Emissionen Bayerns entfallen auf den Gebäudesektor, wovon wiederum der überwiegende Anteil durch den Wärmebedarf für Heizung und Warmwasser entsteht.

Energiestandard im staatlichen Hochbau

Der Freistaat geht mit gutem Beispiel voran. Neubauten von Verwaltungsgebäuden erfolgen in der Regel auf der Grundlage des Passivhausstandards. Einzelne Neubaumaßnahmen für ausgewählte Sonderbauten (z. B. Museen) werden in Abstimmung mit den zuständigen Ressorts als Pilotmaßnahmen im Passivhausstandard durchgeführt; diese Maßnahmen werden wissenschaftlich begleitet. Alle anderen Maßnahmen in Neubau und Bestand unterschreiten die gesetzlichen Standard-Anforderungen um mindestens 30 %.

Energetische Sanierung staatlicher und kommunaler Gebäude

Mit dem Sonderprogramm „Energetische Sanierung staatlicher Gebäude“, das einen wesentlichen Bestandteil des „Klimaprogramms“ darstellt, wurden seit 2008 über 200 Mio. € für die energetische Sanierung staatlicher Gebäude bereit gestellt. Ziel war es, mit den zur Verfügung stehenden Mitteln die maximale CO₂-Einsparung zu realisieren. Seit 2014 werden zusätzlich die Installation von Energiemessstellen und die Realisierung



oben:
Erweiterungsbau
des Bayerischen
Landtags im Passiv-
hausstandard

Seite 4:
Energetische
Sanierung der Hoch-
schule Landshut
im Rahmen des
Sonderprogramms
„Energetische Sa-
nierung staatlicher
Gebäude“ 2013

des Zentralen Energiemanagement Systems (ZEMS) umgesetzt. Bis heute konnten im Bereich der staatlichen Gebäude beträchtliche Energieeinsparungen im Wert von mehr als 12 Mio. € pro Jahr erzielt werden. Die damit verbundene CO₂-Reduktion beläuft sich auf mehr als 1,2 Mio. t CO₂ (absolut).

Für das Sonderprogramm 2015 wurden erneut 20 Mio. € bereitgestellt. Die Rahmenbedingungen entsprechen den Vorgaben des Sonderprogramms 2014. Auf Grund der Kofinanzierungs-Verpflichtung im EFRE-Programm (Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung) kann der exakte Programmumfang aus Mitteln der Sonderprogramme 2015 ff noch nicht benannt werden. Nach aktuellem Umsetzungsstand wurden 22 Maßnahmen freigegeben, aus denen Einsparungen in Höhe von über 14.000 t CO₂ resultieren.

Auch bei der Hochbauförderung (Schulen, Kindertageseinrichtungen) im Rahmen des kommunalen Finanzausgleichs leistet die Beachtung der gesetzlichen Vorgaben zur Energieeffizienz einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz und damit zur Entlastung unserer Umwelt.

Einsatz erneuerbarer Energien im staatlichen Hochbau

Der Einsatz erneuerbarer Energien wird bei allen staatlichen Hochbauvorhaben konsequent geprüft und angestrebt. Derzeit sind in staatlichen Liegenschaften folgende Anlagen eingebaut bzw. geplant: 130 Gebäude mit solarthermischen Anlagen und einer Kollektorfläche von ca. 5200 m², 187 Gebäude mit Fotovoltaikanlagen, einer Fläche von ca. 17 444 m² und einer Spitzenleistung von knapp 1999 kWp, 94 Gebäude mit Biomasseheizanlagen und

rechts:
Bayerisches Wohnungsbauprogramm – Wohnanlage im Plus-Energie-Standard an der Krüner Straße, München



unten:
Das 10 000-Häuser-Programm fördert energetische Maßnahmen privater Hausbesitzer

einer Leistung von über 9000 kW, 35 Gebäude mit KWK-Anlagen und einer Leistung von ca. 31 000 kW thermisch bzw. 16 000 kW elektrisch sowie 8 Gebäude mit Anlagen zur Nutzung von Geothermie mit einer Leistung von ca. 2000 kW. Beispiele für energieeffiziente Gebäude und Anlagentechnik werden auch in den regelmäßig erscheinenden Energieberichten der Bayerischen Staatlichen Hochbauverwaltung öffentlich gemacht.

Lieferung von ökologischem Strom für staatliche Liegenschaften

Bei allen zentralen Ausschreibungen für die staatlichen Behörden wird gefordert, dass der gesamte gelieferte Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt werden muss. Seit 2014 werden alle entsprechenden Liegenschaften des Freistaates mit elektrischer Energie beliefert, die diesen Anforderungen entspricht. Dies macht ca. 1% des in Bayern verbrauchten Stroms aus.

10 000-Häuser-Programm

Ab September 2015 wird das „10 000 Häuser-Programm“ der Bayerischen Staatsregierung anlaufen. Das Ziel des neuen Förderprogramms ist es, Bürger zu unterstützen, die bei sich zuhause in innovative Lösungen für die Erzeu-



gung, die Speicherung und das intelligente Management von Energie investieren. Mit einem Schwerpunkt in der Modernisierung von Ein- und Zweifamilienhäusern wird das Programm ein wirksamer Beitrag zur Verbesserung der Energieeffizienz im Gebäudebestand und zur Reduzierung des CO₂-Ausstosses sein. Hierfür sind in den Jahren 2015 – 2018 90 Millionen € durch das Bayerische Wirtschaftsministerium vorgesehen.

Klimaschutz durch Holzverwendung

Bäume entnehmen beim Wachsen Kohlendioxid aus der Atmosphäre und binden den Kohlenstoff im Holz. Wälder und Holzprodukte sind daher große natürliche CO₂-Speicher, deren Klimaschutzleistung sich durch intelligente stoffliche Holznutzung in bestimmten Verwendungsbereichen weiter steigern lässt.

Die Ergebnisse der jüngsten Bundeswaldinventur zeigen, dass Bayern das Wald- und Holzland Nummer eins in Deutschland ist. Jeder dritte Festmeter Holz steht in Bayerns Wäldern, insgesamt fast eine Milliarde Kubikmeter. Jede Sekunde wächst ein weiterer Festmeter nach. Gleichzeitig wurde in den letzten Jahrzehnten in Bayerns Wäldern im Durchschnitt pro Jahr stets weniger Holz eingeschlagen als nachgewachsen ist. Vor allem in den Privatwäldern besteht bei der Höhe der Nutzung noch Spielraum nach oben.

Wissenschaftliche Untersuchungen der TU München haben ergeben, dass mit einem Drittel der in Deutschland jährlich nachhaltig nutzbaren Holzmenge sämtliche Neubauten in Deutschland in Holz realisiert werden könnten. Damit ließe sich die Verwendung einer großen Menge sehr viel energieintensiverer Baustoffe vermeiden (Substitutionseffekt). Bauen mit



Holz aus nachhaltig genutzten heimischen Wäldern ist daher eine besonders effiziente Methode, um CO₂-Emissionen zu vermeiden.

Wir schaffen daher Leuchtturm- und Referenzprojekte für vorbildhafte Holzverwendung bei Neubau und Sanierung staatlicher Gebäude. Nach Möglichkeit sollen dabei auch innovative Holzprodukte aus klimatoleranteren (Laub-) Baumarten eingesetzt werden, denn neue Wertschöpfung für Laubholz führt zu höherer Wertschätzung für Laubbäume und damit zu mehr Mischwald. Innovative Holzprodukte eröffnen auch neue Perspektiven für Betriebe, die bisher vorwiegend Fichte und anderes Nadelholz verarbeitet haben.

Neben den Mehr-Investitionen für die Holzverwendung besteht die Maßnahme daher auch aus einer kommunikativen Säule: Mit den vorbildhaften Gebäuden wollen wir aktiv Multiplikatoren, Fachplaner und Entscheider, aber auch Waldbesitzer und Verbraucher (Bauwillige, Hausbesitzer) erreichen und bewegen.

Ausbau Erneuerbarer Energien

Aufgrund erheblicher Anstrengungen in den letzten Jahren nimmt Bayern bundesweit die Spitzenposition bei der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien ein. Im Jahr 2013 stammten bereits 31,6 TWh des Stroms aus Erneuerbaren Energien.

Der Freistaat ist damit auf einem guten Weg seine Stromversorgung auf ein weitgehend auf erneuerbare Energien gestütztes, mit möglichst wenig CO₂-Emissionen verbundenes System umzubauen und damit den Klimaschutz weiter voranzutreiben.

Wasser

Bayern ist aufgrund seiner Topographie ein traditionelles Wasserkraftland. Die Stromerzeugung lag im Jahr 2013 bei 13,1 TWh aus den rd. 4000 Wasserkraftanlagen im Freistaat. Somit ist die CO₂-freie Wasserkraft weiterhin der bedeutendste erneuerbare Energieträger Bayerns und eine tragende Säule der Stromversorgung. Die Wasserkraft leistet trotz abflussabhängiger Schwankungen einen erheblichen Beitrag zur Versorgungssicherheit und zur Netzstabilität. In Bezug auf die weiteren Ausbaupotenziale sind vorrangig all jene Vorhaben zu realisieren, die die Gewässerökologie nicht bzw. kaum beeinträchtigen z. B. durch Modernisierung (Erneuerung von Turbinen und Generatoren) und Nachrüstung (z. B. Einbau zusätzlicher Turbinen oder Erhöhung des Stauziels) bestehender Anlagen. Neubauten sollten vor allem an bestehenden Querbauwerken realisiert oder im Rahmen erforderlicher Flussanierungen umweltverträglich integriert werden.



oben:
Von Forschung und Entwicklung bis zur vorbildhaften Anwendung:
Der Freistaat Bayern engagiert sich für innovative Holzbaustoffe aus klimatoleranteren Baumarten. Das Bild zeigt Buchen-Brettschichtholz im neuen „Steigerwaldzentrum – Nachhaltigkeit erleben“ in Handthal.

unten:
Wasserkraftanlage am Lech



Photovoltaik

Mit der hohen Anzahl an Sonnenstunden von 1400 bis 1700 pro Jahr ist Bayern in Deutschland führend beim Einsatz der Photovoltaik (PV). Die Photovoltaik hat in den letzten Jahren im Freistaat einen starken Zubau erfahren und ist bei der Stromerzeugung zur zweitwichtigsten regenerativen Energiequelle nach der Wasserkraft aufgestiegen. Im Jahr 2013 wurden 9 TWh Strom aus rund 460 000 Photovoltaik-Anlagen gewonnen. Dieser Zubau erfolgte landschafts- und umweltverträglich zum Großteil auf Dächern und im Falle von Freiflächenanlagen vorrangig entlang von Autobahnen und Bahnlinien sowie auf Konversionsflächen. Da Photovoltaikanlagen aber auch auf kleinen Flächen und mit geringen Investitionssummen betrieben werden können, ist die Solaranlage die Bürgerenergie, die am weitesten verbreitet ist.

Bioenergie

Ein wichtiger erneuerbarer und klimaneutraler Energieträger in Bayern ist die Bioenergie. Es handelt sich um eine sehr vielseitige Energiequelle, die in fester oder flüssiger Form oder als Gas die Nachfrage nach Strom, Wärme und Kraftstoff decken kann.

Die Stromerzeugung aus Bioenergie lag 2013 bei 7,8 TWh. Gleichzeitig stellt sie den bedeutendsten erneuerbaren Energieträger bei der Wärmebereitstellung dar. Ein großer Vorzug der Bioenergie ist, dass sie in großen Mengen zwischengelagert und gespeichert werden kann. Gemäß dem Bayernplan „Flexibilisierter Einsatz von Biogas zur Stromerzeugung“ können flexible und bedarfsgerecht betriebene Biomasseanlagen in Zukunft einen verstärkten Beitrag zur Versorgungssicherheit leisten. Weitere Ausbaupotenziale bestehen z. B. durch

die klimafreundliche Nutzung von Rest- und Abfallstoffen, von Gülle und in der Verstromung von Holz durch den Einsatz von Holzvergasungsanlagen.

Das neue Förderprogramm „RapsTrak200“ begünstigt den Einsatz von Rapsöl- und Pflanzenölkraftstoffen in modernen land- und forstwirtschaftlichen Traktoren und beweglichen Arbeitsmaschinen um damit die Markteinführung dieser klimaschonenden Technik voranzubringen.

Wind

Der Ausbau der Windenergienutzung kommt in Bayern gut voran: Die Stromerzeugung hat sich bis Ende 2013 auf 1,3 TWh erhöht. Die Leistung und der Energieertrag neuer Windenergieanlagen haben sich im Lauf der Zeit erheblich verbessert. Das Jahr 2014 verzeichnete sogar einen Höchststand: Es wurden 154 neue Windräder mit einer Leistung von 410 MW errichtet. Somit waren Ende 2014 in Bayern insgesamt 797 Anlagen mit einer kumulierten Leistung von rund 1500 MW am Netz. Diese Ausbauzahlen sind für Bayern als windschwachen Binnenstandort beachtlich. Gegenwärtig wird der Windenergie-Erlass aktualisiert. Er enthält detaillierte Hinweise zur Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen. Ziel ist es, die erforderlichen Genehmigungsverfahren zügig und einheitlich durchführen zu können. Im Mai 2014 wurde die Neuauflage des Bayerischen Windatlas veröffentlicht, der einen Überblick über die Windverhältnisse in ganz Bayern gibt und die Chancen der Windenergienutzung mit Windgeschwindigkeits- und Energieertragskarten aufzeigt.

Mittlerweile wurden bayernweit sechs Windstützpunkte (WSP) mit unterschiedlichen



Förderschwerpunkt „Kommunaler Klimaschutz“

Themenschwerpunkten errichtet. WSP können eine wichtige Rolle beim nachhaltigen Ausbau der Windkraft spielen, indem sie die Zusammenarbeit von Kommunen, Energieversorgern, der Windindustrie und der Forschung fördern. Bayern unterstützt die WSP mit je bis zu 150.000 €.

Geothermie

Bei der Geothermie (Erdwärme) unterscheidet man zwischen oberflächennaher (bis ca. 400 m Tiefe) und tiefer Geothermie (nutzbar bis ca. 7000 m Tiefe). In Bayern sind die Voraussetzungen für solche Nutzungen der Erdwärme vielerorts günstig. Sie steht unabhängig von Witterung und Tageszeit zur Verfügung und ist bei fachgerechter Ausführung eine ressourcen- und klimaschonende Energiequelle, die vor allem zur Nah- bzw. Fernwärmeversorgung von Gebäuden und teilweise auch zur Stromerzeugung genutzt werden kann. Langfristig bietet die Tiefengeothermie im Wärmebereich großes Potential mit hoher regionaler Bedeutung, insbesondere in Südbayern. Zur Stromversorgung wird sie bis 2021 allerdings nur einen kleinen Beitrag in Höhe von ca. 0,3 bis 0,4 TWh leisten können. Im Jahr 2013 wurden 0,05 TWh erzielt.

Um die weiteren Potentiale zu erschließen, müssen zukünftig verstärkt Felder und Reservoirs ausgenutzt und vernetzt werden. Gleichzeitig besteht großer Forschungsbedarf. Dem wird unter anderem durch die Förderung der Forschung und Entwicklung im Rahmen der Bayerischen Geothermieallianz (TU München, FAU Erlangen-Nürnberg) ab 2015 mit insgesamt 11 Mio. € Rechnung getragen. Außerdem wird die weitere Erschließung durch das bis Ende 2018 verlängerte „Programm zum verstärkten Ausbau von Tiefengeothermie-Wärmenetzen“ mit Zuschüssen gefördert.

Der Freistaat Bayern unterstützt bayerische Kommunen und andere Körperschaften des öffentlichen Rechts bei der Durchführung von Maßnahmen, die eine Reduzierung der CO₂-Emissionen ihrer Liegenschaften zum Ziel haben und damit durch Energieeinsparung einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz leisten.

Gefördert werden planerische Maßnahmen, in begründeten Einzelfällen auch deren Umsetzung sowie die Teilnahme an Qualitätsmanagement- und Zertifizierungsverfahren für den kommunalen Energiebereich. Die Förderrichtlinien wurden ausgeweitet und berücksichtigen nun auch die Umsetzung ehrgeiziger Energiestandards in öffentlichen Liegenschaften, wie den Passivhausstandard bei Neubauten oder den 3-Liter-Haus-Standard im Sanierungsbereich.

Vorbereitend und begleitend zu Projekten der Ländlichen Entwicklung werden Konzepte, Planungen und Beratungen sowie die notwendige Bürgeraktivierung und -mitwirkung in ländlichen Gemeinden und Dörfern über die Ämter für Ländliche Entwicklung gefördert. Für besondere Aufwendungen für energiesparende Maßnahmen kann im Rahmen der Dorferneuerung ein zusätzlicher Förderbonus ausgereicht werden. Zudem wird die Schaffung kleinerer öffentlicher oder gemeinschaftlicher Anlagen zur umweltfreundlichen oder klimaschonenden Versorgung finanziell unterstützt.

Moorschutz

An Moorstandorten herrscht natürlicherweise ein hoher Wasserstand. Dadurch werden absterbende Pflanzenteile nicht zersetzt, denn die dies normalerweise bewirkenden Pilze und Bakterien benötigen dafür Sauerstoff aus der Luft. Es bildet sich Torf, in dem sich feuchtnasses Pflanzenmaterial ansammelt – zum Teil über Jahrtausende. Wird ein Moor entwässert, beginnt die Zersetzung des belüfteten Torfes und der gebundene Kohlenstoff wird in Form von Kohlendioxid (CO₂) und anderen klimaschädlichen Gasen wie Methan und Lachgas frei. Durch die Renaturierung von Hochmooren, Niedermooren und Anmooren, die sich in Bayern insgesamt über etwa 220 000 Hektar erstrecken, könnte nach einer Studie der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf die Emission klimarelevanter Gase um ca. 5 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr reduziert werden.

Renaturierung von Mooren

Angesichts des Klimawandels ist die Reduktion der Emissionen aus entwässerten Moorböden eine besondere Aufgabe von Staat und Gesellschaft. Seit 2008 wurden im Rahmen des Klimaprogramms der Staatsregierung 19 Moorkomplexe mit jeweils über 10 Hektar Größe und weitere sechs kleinere Moore vollständig renaturiert. In weiteren 50 Moorkomplexen erfolgten kleinräumigere Wiedervernässungen oder andere Maßnahmen. Dafür wurden insgesamt über 13 Millionen € investiert. Auch im neuen „Klimaschutzprogramm Bayern 2050“

werden Naturschutzgelder für Moorrenaturierung eingesetzt. Maßnahmen im Rahmen von Pilotvorhaben erhalten jetzt in bestimmten Landkreisen auch Fördermittel aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung. 12 Millionen € stehen für diese 50 %ige Kofinanzierung bereit. Weitere Mittel stellt der Bayerische Naturschutzfonds bereit oder sie werden über Naturschutzgroßvorhaben wie das Chance Natur-Projekt „Allgäuer Moorallianz“ vom Bund eingeworben. Außerdem werden Klimaschutz-Zertifikate weiter entwickelt, die so genannten „moorbenefits“, die von Unternehmen zur Kompensation von Klimagas-Emissionen erworben werden können und direkt den bayerischen Mooren zugute kommen.

Moorschutz im Wald

Im Staatswald sollen möglichst viele Hochmoore auf Dauer in einem günstigen Erhaltungszustand bleiben oder entsprechend renaturiert werden, da dort den Belangen des Naturschutzes, des Klimaschutzes, des Wasserschutzes und des Bodenschutzes besonderes Gewicht zukommt und vergleichsweise wenige Zielkonflikte auftreten. Priorität haben dabei Projekte mit einem besonders guten Verhältnis zwischen Nutzen, Machbarkeit und Aufwand.

In allen bedeutenden Moorkomplexen im Staatswald wurden seit Anfang der 1990er Jahre schon Renaturierungsmaßnahmen in unterschiedlicher Intensität durchgeführt. Nach vorsichtiger Schätzung wurden mehr als 100 Maßnahmen in über 50 Moorbereichen durchgeführt. Nach erfolgreichem Abschluss aktueller Forschungsaktivitäten soll die Renaturierung von Hochmooren beschleunigt vorangetrieben werden. Für die Moorflächen mit



Für eine erfolgreiche Renaturierung von Mooren im Wald spielt der „Faktor Mensch“ (Grundbesitzer, Fachleute, Behörden, Nachbarn, Stakeholder, Medien etc.) eine entscheidende Rolle.

mittlerer bis hoher Priorität sollen die Maßnahmen bis 2020 auf mind. 30 % der Fläche und bis 2030 auf der gesamten Fläche weitgehend umgesetzt sein, soweit Belange Dritter oder Zielkonflikte dies zulassen. Dazu setzen Bayerische Staatsforsten AöR und die Bayerische Forstverwaltung u. a. bei den so genannten „besonderen Gemeinwohlleistungen im Staatswald“ einen entsprechenden Schwerpunkt.

Erhalt landwirtschaftlich genutzter Moore

Im Rahmen des neuen Bayerischen Kulturlandschaftsprogramms gibt es für den Verpflichtungszeitraum 2015 – 2019 die Möglichkeit, die Umwandlung von Acker in Grünland auf Moorstandorten mit einer höheren Prämie zu fördern. Gleichzeitig besteht die Möglichkeit, dies mit einer extensiven Nutzung zu kombinieren.

Bodenmanagement für den Moorschutz

Zur Verwirklichung der Schutzziele für Moore wird auch das Bodenmanagement der Ländlichen Entwicklung zielgerichtet eingesetzt. Wo Besitzersplitterung eine standortgerechte koordinierte Entwicklung verhindert, können mit Hilfe von Flächenerwerb und Grundstückstausch die Voraussetzungen für den nachhaltigen Schutz, Erhalt und eine ggf. notwendige naturschutzfachliche Optimierung der Flächen geschaffen werden, da die Flächen mobilisiert und dort zur Verfügung gestellt werden, wo sie die nachhaltigsten Wirkungen erzielen. In zahlreichen Projekten, wie z. B. dem Murnauer Moos, Kulzer Moos, Forstmoos, Kematsrieder Moos, dem Dattenhauser Ried oder den Ruselmooren wurden und werden mit Unterstützung der Bodenordnung schwerpunktmäßig Klimaschutzziele durch Grünlanderhaltung und Moorkörperschutz verfolgt.

Bio-CO₂-Speicher Auen

Auenlandschaften bieten eine Vielzahl an Funktionen und Dienstleistungen und sind aufgrund dieser Multifunktionalität als besonders bedeutsame Ökosysteme einzustufen. So können Auen neben ihrer Funktion als natürliche Rückhaltefläche für Hochwasser und Nährstoffe sowie hochwertiger Lebensraum für Pflanzen und Tiere insbesondere auch zur Bindung von klimarelevanten Treibhausgasen wie Kohlendioxid einen wesentlichen Beitrag leisten.

Durch die Renaturierung und Wiederanbindung ehemaliger Auenbereiche an die Gewässer wird diese Funktion gestärkt. Im Rahmen des Bayerischen Hochwasserschutzaktionsprogramms 2020plus wird versucht, neben dem technischen Hochwasserschutz auch den natürlichen Rückhalt in Gewässern und Auen zu verbessern, zum Beispiel durch Deichrückverlegungen oder die Wiederanbindung trockengefallener Auenstandorte an das Gewässer. Solche Vorhaben sowie Gewässerrenaturierungen im Rahmen der Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie können den Anteil funktionsfähiger Auen in Bayern erhöhen und damit auch die CO₂-Speicherung stärken. Beispielvorhaben hierfür sind die Isarrenaturierung „Isar-Plan München“, die Wertachrenaturierung „Wertach vital“ in Augsburg, die Renaturierung der niederbayerischen Vils oder auch die Dynamisierung der Donauauen zwischen Neuburg a.d. Donau und Ingolstadt.

Die Renaturierung von Hochmooren im Staatswald erfordert, wie hier im Haspelmoos, zuweilen auch Maschineneinsatz, um die Entwässerung zu stoppen.



Dynamisierung der Donauauen – Ökologische Flutung



Bayerische Klima-Allianz

Klimaschutz bedeutet, Treibhausgas-Emissionen zu mindern und uns an die Folgen des Klimawandels klug anzupassen. Dies betrifft alle Bereiche unserer Gesellschaft, von der Energiewirtschaft über Industrie und Gewerbe, Land- und Forstwirtschaft und Verkehr bis hin zu den privaten Haushalten. Klimaschutz ist eine Querschnittsaufgabe, die uns alle betrifft. Daher hat die Bayerische Staatsregierung gemeinsam mit dem BUND Naturschutz in Bayern e.V. 2004 die Bayerische Klima-Allianz ins Leben gerufen. Dazu vernetzt die Bayerische Klima-Allianz die gesellschaftlichen Akteure. Die Partner unterstützen sich gegenseitig bei Maßnahmen zum nachhaltigen Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel. Sie vermitteln Wissen, beziehen dabei möglichst viele gesellschaftliche Gruppen ein und motivieren sie zu klimafreundlichem Handeln.

Die Bayerische Klima-Allianz hat sich seit ihrer Gründung erfolgreich entwickelt: Mit über 30 Partnern aus Umwelt- und kommunalen Spitzenverbänden, Kirchen, Jugendarbeit, Bildung, Wirtschaft und Wissenschaft erreicht und repräsentiert sie mittlerweile einen bedeutenden Anteil der bayerischen Bevölkerung. Die Partner der Bayerischen Klima-Allianz verstehen sich als Multiplikatoren des Klimaschutzgedankens. Sie handeln auf der Basis gemeinsamer Werte und Überzeugungen. Das ist der Garant für ihren Erfolg. Zentrale gemeinsame Aktion dazu ist die Bayerische Klimawoche. Seit 2008 wird sie jährlich mit vielfältigen Veranstaltungen durchgeführt. Damit trägt die Klima-Allianz den Gedanken des Klimaschutzes noch intensiver und breiter in die Gesellschaft.



Regionale Anpassung an die Folgen des Klimawandels



Programm Bayern klimasicher machen

Forstwirtschaft

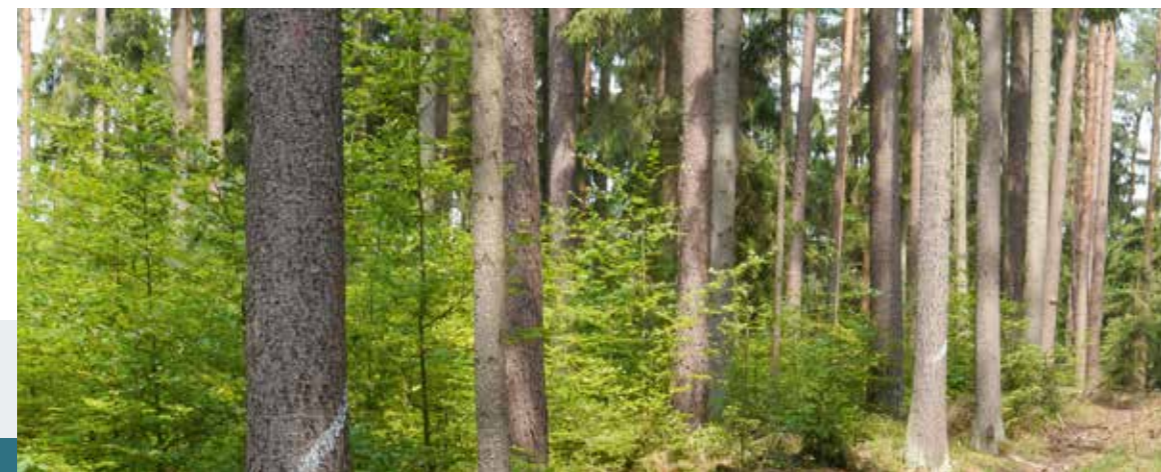
Waldumbau

Die Wälder und mit ihnen die rund 700 000 Waldbesitzer in Bayern zählen zu den Hauptbetroffenen des Klimawandels. Besonderer Anpassungsbedarf besteht bei Fichten- und Fichten-Kiefern-Wäldern in wärmeren Gegenden wie in Mittelfranken oder im Tertiärhügelland. Allein im Privat- und Körperschaftswald besteht Handlungsbedarf auf rund 260 000 Hektar.

Bis 2020 sollen zunächst 100 000 Hektar akut gefährdete Nadelwälder im Privat- und Körperschaftswald in klimatolerantere Mischwälder umgebaut werden. Dieses ambitionierte Ziel kann nur gemeinsam mit den privaten und kommunalen Waldbesitzern erreicht werden, denn Erfolg und Fortschritte beim Waldumbau hängen von den eigenverantwortlichen Entscheidungen der Eigentümer ab. Gerade im Hinblick auf Klimaschutz und Energiewende soll die Bewirtschaftung und Pflege aller Wälder, insbesondere des Kleinprivatwaldes sichergestellt werden. Hier sind Überzeugungsarbeit durch Vertrauensbildung, „Kundenorientierung“ und gute Vorbilder sowie ein langer Atem erforderlich. Die aktiv wirtschaftenden Waldbesitzer sind i. d. R. in forstwirtschaftlichen Zusammenschlüssen organisiert. Diese wichtigen Partner beim Waldumbau werden vom Freistaat Bayern durch Beratung und Förderung unterstützt.

Von 2008 bis Ende 2014 wurden mit staatlichen Fördermitteln auf über 42 000 Hektar standortangepasste Mischwälder im Privat- und Körperschaftswald neu geschaffen. Waldumbau im Körperschaftswald hat Vorbildcharakter und strahlt auch auf benachbarte Privatwaldbesitzer aus. Das waldbauliche Förderprogramm wurde 2014 attraktiver ausgerichtet, um effektiver zu den ambitionierten Waldumbauzielen beizutragen. Auch die Förderung der forstwirtschaftlichen Zusammenschlüsse wird nunmehr verstärkt auf Strukturverbesserung besonders im zersplitterten Kleinprivatwald fokussiert. Ein neues Waldbesitzer-Portal mit „Förster-Finder“ im Internet erweitert seit Anfang 2015 das Kommunikations- und Beratungsangebot, vor allem für urbane Waldbesitzer der „Web 2.0-Generation“. Regionale Waldbesitzertage in den Regierungsbezirken bieten jedes Jahr ein breites Podium, um mit Zehntausenden Waldbesitzern und Bürgern ins Gespräch zu kommen.

Das neue waldbauliche Förderprogramm schafft – in Verbindung mit den Beratungs- und Bildungsangeboten der Forstverwaltung – mit einem um 20 % erhöhten Fördersatz bei den Verjüngungsmaßnahmen einen Anreiz für Waldbesitzer, rechtzeitig die Verjüngung durch Voranbau von Mischbaumarten einzuleiten. Die bisherigen Waldumbauprojekte werden weiterentwickelt und in ganz Bayern durchgeführt.



Die frühzeitige Einbringung klimatoleranterer Laubbäume stabilisiert Nadelholzeinbestände, wie hier im Obermainhügelland, und macht sie widerstandsfähiger gegen den Klimawandel.

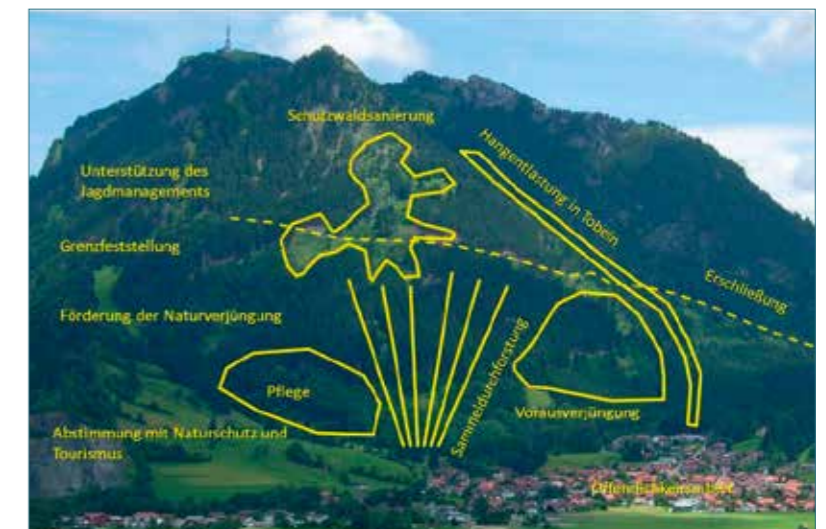
Bergwaldoffensive

Unsere Bergwälder sind ein einzigartiger Schatz der Natur. Sie bieten Erholung und Naturgenuss, sind Lebensraum für viele gefährdete Arten und ermöglichen zugleich die Nutzung des nachwachsenden Rohstoffes Holz. Darüber hinaus leisten sie einen wichtigen Beitrag zum wirksamen, wirtschaftlichen und naturnahen Schutz vor Naturgefahren.

Im Alpenraum wird im Zuge des Klimawandels eine weit stärkere Erwärmung als im Flachland erwartet. Dies gefährdet besonders die Schutzwirkung des Bergwalds für Bewohner und Sachwerte in den Bergen und im Alpenvorland. Mit den steigenden Temperaturen ändern sich zugleich die Wuchsbedingungen für die Bergwälder. Schädlingsbefall, zum Beispiel durch Borkenkäfer, wird häufiger. Das trifft vor allem die dominierende Baumart in unseren Bergwäldern: die Fichte. Auch die Wälder im Alpenraum müssen daher rechtzeitig auf den Klimawandel vorbereitet werden. Die Anpassung der Bergwälder braucht insbesondere eine sachgerechte Pflege und Verjüngung des Bergwaldes, die Fortführung der Schutzwaldsanierung sowie die Beteiligung und Unterstützung durch die örtlichen Akteure.

Im Rahmen der Bergwaldoffensive (BWO) werden Maßnahmen zur Stabilisierung und nachhaltigen Anpassung der Bergwälder an den Klimawandel in speziell ausgewiesenen Projektgebieten intensiviert und im Einklang mit den Zielen der Alpenkonvention umgesetzt. Als wichtige Erfolgsfaktoren in den derzeit 45 Projektgebieten erwiesen sich v. a. die Konzentration der Maßnahmen auf Projektgebiete, die Betreuung durch Projektmanager und die umfassende Einbindung der Waldbesitzer und Interessensträger (Jäger, Naturschützer,

Kommunen etc.) in projektbegleitende BWO-Beiräte. Den künftigen Schwerpunkt bildet – aufbauend auf der verbesserten Erschließung – insbesondere die Umsetzung waldbaulicher Pflege- und Verjüngungsmaßnahmen.



Wald-Initiative Ostbayern (WIO)

In Nordostbayern sind viele Wälder durch frühere Schadstoffeinträge und nährstoffarme Böden in ihrer Vitalität geschwächt. Sie sind daher besonders anfällig für die Folgen des Klimawandels. Verstärkt wird dieser Effekt vielfach durch die Verwendung ungeeigneten Saat- und Pflanzmaterials bei der Fichte in der Vergangenheit. Um den Aufbau klimatoleranterer Mischwälder im Privat- und Körperschaftswald zu intensivieren und deren Schutzfunktionen zu verbessern, hat die Bayerische Forstverwaltung im Juli 2013 – analog zur Bergwaldoffensive – die „Wald-Initiative Ostbayern“ (WIO) gestartet. Einen Schwerpunkt bildet die Einbringung der Tanne.

BWO-Projekte umfassen vielfältige Maßnahmen in großen Gebieten, z. B. am Grünen im Allgäu.

In ausgedehnten Auwäldern wird bei Hochwasser Wasser zurückgehalten und der Abfluss gebremst.



Wasserwirtschaft

Der Klimawandel betrifft alle Bereiche der Wasserwirtschaft, denn: Ändert sich das Klima, beeinflusst dies auch den regionalen Wasserhaushalt und die Gewässerqualität. Die Folge sind Starkregen und Hochwasser wie auch Trockenheit, niedrige Wasserstände und höhere Wassertemperaturen. Wasser ist das Querschnittsmedium, das nahezu alle Bereiche des öffentlichen Lebens direkt oder indirekt verknüpft. Daher sind in der Wasserwirtschaft integral wirkende Anpassungsmaßnahmen in folgenden Handlungsbereichen erforderlich:

Grundlagen, Monitoring und Warndienste

Das Vorhaben KLIWA (Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft) fokussiert seine Aktivitäten verstärkt auf die Erarbeitung und Weiterentwicklung von Handlungsempfehlungen. Das Monitoring klimawandelbedingter Änderungen der Wasserhaushaltsgrößen bildet eine wichtige Grundlage für den Betrieb von Vorhersagemodellen und Warndiensten. Um frühzeitig auf Trockenheit bzw. Niedrigwassersituationen reagieren zu können, wird der bestehende Niedrigwasserinformationsdienst (www.nid.bayern.de) fortgeführt und weiterentwickelt. Gleichsam werden der Hochwassernachrichtendienst und der „Informationsdienst Überschwemmungsgefährdete Gebiete“ weiter betrieben und beständig aktualisiert.

Hochwasserschutz – Anpassung des Hochwasserschutz-Aktionsprogramms 2020

Allen Prognosen nach wird sich der Klimawandel auch auf Abflussextrême von Hochwasser auswirken. Hochwasser bedroht Menschenleben, Vermögenswerte im privaten und gewerblichen Bereich sowie „kritische“ Infrastruktur beispielsweise im Bereich der Stromversorgung.

Es löst zudem weitere mittelbare Kosten etwa für Produktionsausfälle, Katastrophenschutzmaßnahmen oder Aufräumarbeiten aus. Hochwasserschutz ist Teil der Daseinsvorsorge und wichtige Sicherheitsinfrastruktur. Einen absoluten Schutz vor Überschwemmungen gibt es aber nicht – das haben die großen Hochwasserereignisse von 1999, 2005 und 2013 im Donauebiet deutlich gemacht. Hochwasser ist ein natürliches Phänomen, das sich nicht verhindern lässt. Daher braucht es geeignete Strategien zum Umgang mit dem Hochwasserrisiko, die auch die Veränderungen durch den Klimawandel berücksichtigen.

Konzept 2020plus: In allen Bereichen des Hochwasserrisikomanagements sind Verbesserungen und Weiterentwicklungen im Rahmen des Aktionsprogramms 2020plus vorgesehen. Ausgewählte Beispiele sind weitere Verbesserungen bei den Informations- und Warndiensten und den Hochwasserprognosen, die Intensivierung des Risikodialogs im Einklang mit der Umsetzung der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie und der Ermittlung von Überschwemmungsgebieten an weiteren Flussabschnitten. Für die Umsetzung des so genannten AP 2020plus stehen künftig rund 150 Mio.€ anstatt bisher 115 Mio.€ pro Jahr zur Verfügung. Zusätzlich wurde das Sonderprogramm Hochwasserschutz Donau mit insgesamt 600 Mio.€ beschlossen. Damit steigt das Finanzvolumen für den Hochwasserschutz in Bayern im Rahmen der Aktionsprogramme 2020 und 2020plus von 2,3 auf 3,4 Mrd.€. Dieses Kostenvolumen beinhaltet alle Maßnahmen, die an staatlichen Gewässern, den Speichern und der Wildbäche umgesetzt werden. Mit dem AP 2020plus hat Bayern die Weichen auch im Hinblick des Klimawandels richtig gestellt und wird weiter kräftig investieren.



Rückhalt und Resilienz

Eine wesentliche Neuerung dabei ist das „Erweiterte Rückhaltekonzept“. Dieses bayernweite Gesamtkonzept umfasst die systematische Erhebung zusätzlicher Retentionspotentiale in den verschiedenen Flussgebieten, die Analyse ihrer Wirkungen und die verstärkte Umsetzung geeigneter Maßnahmen. Die wesentlichen Teilbausteine sind

- der „Technische Rückhalt“ mit der Umsetzung des Bayerischen Flutpolderprogramms,
- der „Natürliche Rückhalt“ mit Deichrückverlegungen und der Wiederanbindung von Auen und
- sonstige Maßnahmen wie etwa eine optimierte Steuerung vorhandener Wasserspeicher oder der verstärkte Einsatz von Flusstaustrufen als Beitrag zum Hochwasserrückhalt.

Resilienz bedeutet, dass die Systeme auch bei Überlastung nicht völlig versagen, sondern mindestens Katastrophen lindern können.

Wildbäche und Lawinen

Wildbachgefahren und Lawinen treten vor allem im Bergland auf. Dies ist in erster Linie die Folge des dort ausgeprägten Reliefs und der häufigeren extremen Witterungsbedingungen. Mögliche Auswirkungen der Klimaveränderungen bezogen auf z. B. die Wildbachgefahren sind – ähnlich wie bei Hochwasser – nicht nur eine erhöhte Auftrittswahrscheinlichkeit, sondern auch eine höhere Intensität der einzelnen Ereignisse selbst. So können zukünftig häufiger Extremereignisse auftreten oder bei 100-jährlichen Ereignissen größere Oberflächenabflüsse zustande kommen. Damit wären auch größere Gebiete von Wildbacher-



links:
Flutpolder Weidachwiesen beim Hochwasser 2013

rechts:
Lawinennetz im Winter

eignissen betroffen als bisher. Im Zusammenhang mit dem Klimawandel ist auch beim Lawinengeschehen zukünftig eine stärkere Dynamik prognostiziert. Ursache sind insbesondere die zunehmend kurzfristigen Wechsel der Niederschläge als Regen oder Schnee bei insgesamt höheren Temperaturen und intensiverem Niederschlagsgeschehen im Winter. Lawinen können aufgrund dieser Entwicklung in zunehmendem Maß auch als Waldlawinen abgehen, was in Zukunft zur Gefährdung von Bereichen führt, die bisher nicht oder nur selten von Lawinen betroffen waren.

Neue „Wildbachschutzanlagen“ werden wegen des Klimawandels auf ein um 15 % erhöhtes Bemessungshochwasser ausgelegt werden. Weiterer zentraler Bestandteil des neuen Gesamtkonzeptes ist die Ausarbeitung so genannter integraler Wildbachentwicklungskonzepte. Diese sollen die Basis für alle folgenden Ausbau- und Unterhaltungsmaßnahmen im Einzugsgebiet bilden. Zusätzlich werden Karten der Wildbachgefahren erstellt, die die sogenannten Wildbachgefährdungsbereiche insbesondere für Extremereignisse kennzeichnen. Sie stellen dadurch eine wesentliche Grundlage für Anpassungsstrategien an den Klimawandel im Bergland dar.

Im Hinblick auf die zukünftig stärkere Dynamik des Lawinengeschehens kommt den Lawinenverbauungen zum punktuellen Schutz von Infrastruktur vor Lawinen eine zunehmend wichtigere Rolle zu. Neben den Lawinenschutzbauwerken entscheidend für die Sicherheit der Bevölkerung vor Ort ist zudem eine örtliche Lawinenwarnung, wie sie in Bayern über ehrenamtliche Lawinenkommissionen als Expertengremien für die Sicherheitsbehörden etabliert ist. Neben den vorrangig technischen

links:
Rückstau der Regenwasserkanalisation bei Starkregen



rechts:
Durch die Überleitung von Wasser aus Altmühl und Donau wird die Niedrigwasserführung von Rednitz, Regnitz und Main verbessert. Zusätzlich werden die Überschwemmungen im mittleren Altmühltal vermindert.



Maßnahmen kommt aber insbesondere dem großflächigen Erhalt eines funktionsfähigen Bergwaldes eine herausragende Bedeutung zu, denn der Bergwald bietet seit jeher den natürlichen Schutz für die Sicherung der von Infrastruktur und Besiedlung durchzogenen Talbereiche.

Starkregen (Sturzfluten)

Eine typische Folge der Klimaveränderung sind intensivere Niederschlagsereignisse, deren Auftreten bundesweit gleich wahrscheinlich ist. Versicherungstechnisch liegen Schäden aus Starkregenereignissen im langfristigen Mittel in derselben Größenordnung wie Hochwasserschäden aus Gewässern. Solche Starkregenereignisse treten in der Regel sehr kurzfristig und örtlich eng begrenzt auf. Dabei können durch den unkontrollierten Abfluss großer Wassermengen innerhalb kurzer Zeit Sturzfluten, sogenannte „flash floods“ entstehen. Wild abfließendes Wasser und überlastete Entwässerungsanlagen sorgen dabei meist für große Schäden im Siedlungsbereich. „Flash floods“ können praktisch überall auftreten, unabhängig davon, ob ein Gewässer in der Nähe ist oder nicht. Deshalb ist hier neben dem baulichen Hochwasserschutz am Gewässer selbst vor allem die Vorsorge in der Fläche wichtig. Hier stehen die Kommunen und die einzelnen Grundstücksbesitzer in der Verantwortung, sich auf eventuelle Starkregenereignisse vorzubereiten. Eine angepasste kommunale Bauleitplanung, Maßnahmen für einen besseren Wasserrückhalt in der Fläche, Objektschutzmaßnahmen oder auch der Abschluss einer Elementarschadensversicherung sind beispielhaft nur einige der bestehenden Vorsorgemöglichkeiten, die helfen können, das Schadensrisiko zu reduzieren. Eine gute Möglichkeit für Städte und Gemeinden, sich grund-

legend mit der Thematik Hochwasser und Sturzfluten zu befassen, bietet die Durchführung eines sogenannten Hochwasser-Audits. Das Audit behandelt die Frage „Wie gut sind wir auf Hochwasser vorbereitet?“ und kann Schwachstellen und konkrete Verbesserungsmaßnahmen beim Umgang mit Hochwassergefahren aufzeigen. Der Freistaat Bayern bietet Fördermöglichkeiten für die Durchführung eines Hochwasser-Audits an.

Sicherheit in der Wasserversorgung

Die Wasserversorgung in Bayern erfolgt fast ausschließlich durch Grundwassergewinnung. Dem Erhalt der Grundwasservorräte in Menge und Qualität kommt deshalb auch in Zukunft und unter geänderten Klimaverhältnissen eine wesentliche Bedeutung zu. In Bayern gibt es rd. 3400 Wassergewinnungsanlagen, jeweils mit einer Wasserförderung von mehr als 1000 m³/a. Ein großer Teil der Grundwasser-einzugsgebiete der Wassergewinnungsanlagen ist nicht genau bekannt. Noch nicht bekannte Einzugsgebiete öffentlicher Wassergewinnungsanlagen sollen daher ermittelt und dargestellt werden. Die Kenntnis der Grundwassereinzugsgebiete ist Voraussetzung für den Schutz der Trinkwasserressourcen vor konkurrierenden Nutzungen in qualitativer und quantitativer Hinsicht. Für die Sicherung der Trink- und Grundwasserqualität sind gleichzeitig dauerhafte Anstrengungen beim Grundwasserschutz in der Fläche erforderlich.

Niedrigwasser, Dürre und Trockenheit – Vorsorge

Häufigere und länger andauernde Trockenperioden in Folge des Klimawandels werden zum vermehrten Auftreten von Niedrigwasserphasen in den oberirdischen Gewässern und im Grundwasser führen. Die Wassernutzung



Sylvensteinspeicher

der Gewässer kann von derartigen Extremereignissen maßgeblich beeinträchtigt werden, wie auch die Gewässer in ihrer Funktion als Lebensraum selbst. Die Trockenjahre 1976 und 2003, aber auch Trockenperioden in jüngster Zeit machten dies deutlich.

Zur Anpassung an den Klimawandel sind sowohl langfristig wirksame Vorsorgemaßnahmen erforderlich, als auch kurzfristige operationelle Maßnahmen im Ereignisfall. Aus regionalen Informationen zum Wasserdargebot und zum Wasserbedarf sind für Niedrigwassersituationen angepasste Managementpläne unter Berücksichtigung aller Wassernutzer zu entwickeln. Erforderlich sind außerdem der nachhaltige Schutz von nutzbaren Grundwasservorkommen und sensiblen oberirdischen Gewässern sowie die Fortschreibung der Wärmelastpläne.

Übergreifende Maßnahmen

Das Spannungsfeld aus Trockenheit und Hochwasser verlangt nach einer Sicherung der Wasserressourcen und einer verstärkt integrierten Bewirtschaftung. Auch in der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie und damit verbundener Maßnahmen ist der Klimawandel zu berücksichtigen. Beispielsweise sind potenzielle große Rückhalteräume für Hochwasserschutz, Niedrigwasseraufhöhung und Trinkwasserversorgung auch durch Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für die Wasserversorgung in den Regionalplänen zu sichern. Ein Großteil dieser Maßnahmen ist im ländlichen Raum vorzusehen. So ist die Grundwasserneubildung durch Wasserrückhalt in der Fläche, Renaturierung von Mooren und Feuchtgebieten und Maßnahmen in der Siedlungsentwässerung (Versickerung, Entsiegelung) zu fördern.

Klimadialog mit Wirtschaft und Kommunen

Der Klimawandel macht auch vor der Wirtschaft nicht halt. Unternehmen sind auf die Versorgung mit Wasser, Energie und eine funktionierende Infrastruktur angewiesen. Dies muss auch unter veränderten Klimabedingungen gewährleistet sein. Veränderungen – beispielsweise durch Extremwetterereignisse – wird die bayerische Wirtschaft an lokalen Standorten des eigenen Unternehmens, der Lieferanten und der Kunden spüren. Unternehmen sind daneben auch bei ihren Lieferketten, ihren Produkten und Leistungen verletzlich. Anpassungsmaßnahmen bereiten auf zukünftige Risiken vor. Gleichzeitig bieten Anpassungsprozesse aber auch Chancen für Innovationen. Die Partner des Bayerischen Umweltpakts werden die Bewusstseinsbildung in den Unternehmen, die Entwicklung von Handlungsoptionen für die Unternehmen und die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen intensivieren. Die IHK in Bayern hat sich bereit erklärt, Anpassungsmaßnahmen bei den Unternehmen praxisnah zu begleiten und resultierende Ergebnisse für die Allgemeinheit zu verbreiten. Es sind konkrete Initiativen zur Entwicklung betrieblicher Anpassungskonzepte für Handwerksbetriebe sowie ein Dialog-Netzwerk zur Etablierung eines betrieblichen Klimafolgenmanagements geplant. Außerdem haben das Bayerische Umweltministerium und die IHK Bayern exemplarisch für die Branchen Tourismus, Verkehr und Energiewirtschaft erstmalig „Klima-Agenden“ entwickelt. Eine Klima-Agen-da ist ein Szenario, das – zugeschnitten auf eine spezifische Branche – relevante Folgen des Klimawandels, daraus resultierende Chancen und Risiken sowie Ideen zur Strategiebildung und Innovationen aufzeigt. Sie dient dem einzelnen Unternehmen als Navigationshilfe und gibt Anregungen zur Bewältigung der

klimabedingten Herausforderungen. Zwischenzeitlich hat das Bayerische Umweltministerium in einem Folgeprojekt auch die Branchen Baugewerbe, Handel und produzierende Wirtschaft genauer untersuchen lassen.

Gerade für Gemeinden im ländlichen Raum mit ihren kleinen Gemeindeverwaltungen stellt die Umsetzung von Klimaschutzziele häufig eine besondere Herausforderung dar. Das Angebot der sieben Ämter für Ländliche Entwicklung an die Gemeinden umfasst deshalb neben der finanziellen Förderung auch ein begleitendes Prozessmanagement und die Koordination von Konzepten und Maßnahmen durch Dorferneuerung, Flurneuordnung und integrierte Ländliche Entwicklung. Die dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten zugeordneten Ämter für Ländliche Entwicklung begleiten die Gemeinden während des gesamten Prozesses von der Vergabe von Konzepten bis zur Umsetzung, informieren bei regionalen Veranstaltungen, bei Bürgerversammlungen und bei Gemeinderatssitzungen und helfen, konkrete Klimaschutzprojekte zu entwickeln und zu realisieren. Sie werden dabei unterstützt durch das Seminarangebot der drei Schulen der Dorf- und Landentwicklung.

Stärkung des Biotopverbunds im Klimawandel

In der Kulturlandschaft sind viele Lebensräume voneinander getrennt und damit praktisch verinselt. Die Entfernung von Lebensraum zu Lebensraum sowie die dazwischen vorhandenen Strukturen und Barrieren bestimmen, ob Arten die Biotopinseln erreichen, besiedeln und im Austausch mit benachbarten Vorkommen nutzen können. Fatal sind Hindernisse, die unüberwindbar sind oder an denen Querungsversuche tödlich enden. Somit sind die Durchlässigkeit der Landschaft und ein funktionierender Biotopverbund wichtige Faktoren für den Erhalt der biologischen Vielfalt.

Im Klimawandel gewinnt der Biotopverbund an Bedeutung, weil viele Arten infolge der Erwärmung ihre Vorkommen verlagern können oder müssen. Dies geschieht in der Regel als langsamer Prozess, bei dem die natürliche Ausbreitung in Regionen zunehmend erfolgreich verläuft, in denen sich die Witterungsbedingungen für die Art günstig entwickeln, während die Bestände in zu warm oder zu trocken gewordenen Regionen erlöschen. Die Geschwindigkeit, mit der eine Art ihr Verbreitungsgebiet ändern kann, hängt bei Tieren überwiegend von den Fähigkeiten zum individuellen Ortswechsel ab, während sie bei Pflanzen und Pilzen durch die Ausbreitungsmechanismen der Samen oder Sporen bestimmt wird. Barrieren können die Anpassung des Verbreitungsgebiets an den Klimawandel erheblich beeinträchtigen oder sogar unterbinden. Ein engmaschiger und funktionierender Biotopverbund kann zwar nicht verhindern, dass Arten wegen des Klimawandels aussterben, würde aber das Aussterberisiko deutlich mindern.

Georisiken

Geologische Gefahren in Form von Massenbewegungen wie Steinschlag, Felsstürze, Hangrutsche und Erdfälle stellen vor allem im Alpenraum, aber auch in anderen Gebieten Bayerns, seit jeher eine latente Gefahr für Leben, Infrastruktur und Sachwerte dar. Wegen der mit dem Klimawandel verbundenen Häufung extremer Wetterereignisse und des zu erwartenden Rückgangs des Permafrosts in den Hochlagen der Alpen ist in Zukunft mit einer Zunahme der Georisiko-Ereignisse hinsichtlich Häufigkeit und Ausmaß zu rechnen.

Georisiken sind besonders fatal, da sie lokal erhebliche Zerstörungskraft entwickeln und sich oft spontan und hinsichtlich des Ereigniszeitpunkts unvorhergesehen ereignen. Die Möglichkeit für eine kurzfristige Vorwarnung ist meist nicht gegeben, flächendeckende Sicherungsmaßnahmen sind nicht darstellbar. Eine Vorsorge ist daher nur durch frühzeitige Identifikation potenzieller Gefahrenbereiche, den intensiven Risikodialog mit Entscheidungsträgern und den Betroffenen selbst sowie die langfristige Meidung der Gefahrenbereiche möglich. Technische Maßnahmen zur Anpassung an die Gefahrensituation werden auch weiterhin dem Einzelfall vorbehalten sein.

Das Programm zur Vorsorge und Information über Georisiken beinhaltet die folgenden Aspekte:

- Kontinuierliche Fortführung des digitalen GEORISK-Katasters für das gesamte Gebiet des Freistaats zur Identifikation potenzieller Ausgangsgebiete von Massenbewegungen, denn über 85 % aller Hangbewegungen ereignen sich dort, wo derartige Ereignisse bereits in der Vergangenheit stattfanden.



Derzeit sind rund 40 400 historische und rezente Objekte erfasst (Objektklassen: Hangbewegung, Felssturz, Steinschlag, Doline, Erdfall).

- Erstellung von Hinweiskarten zu Geogefahren auf Grundlage computergestützter Modellierungen und von Geländebegehungen für die besonders gefährdeten Regionen Bayerns zur Gefahrenvorhersage und -einschätzung. Die Karten bilden potenzielle zukünftige Massenbewegungen vom Ursprung bis zum möglichen Endpunkt ab und dienen als Werkzeug insbesondere für Planer und Kommunen, aber auch für die Betroffenen selbst. Bearbeitung im bayerischen Alpenraum abgeschlossen; seit 2011 Fortführung in weiteren gefährdeten Gebieten Bayerns wie dem Alpenvorland und dem Schwäbisch-Fränkischen Jura.
- Kontinuierlicher Risikodialog mit den betroffenen Gemeinden, Trägern von Infrastruktureinrichtungen und Bürgern sowie Bereitstellung der Informationen im Bodeninformationssystem Bayern (BIS-BY) und im Internetauftritt des Landesamts für Umwelt; kontinuierlicher Ausbau der Online-Standortauskunft zu Georisiken unter www.bis.bayern.de.
- Messtechnische Beobachtung besonders sensibler Hangbewegungsbereiche in Zusammenarbeit mit den zuständigen Sicherheitsbehörden.
- Untersuchung von Felssturzgefahren an der Permafrostgrenze in einer Dauerbeobachtungsstation im Zugspitzmassiv und Einbindung der Daten in internationale Forschungs- und Messnetzverbände zum Klimawandel.

Rutschung an der Bacher Alpe (Oberstdorf) im Sommer 2005

Premium AEROTEC GmbH beobachtet bereits spezielle Auswirkungen des Klimawandels auf das Unternehmen und erarbeitet Handlungsoptionen – Standort Augsburg



Forschung und Entwicklung



Bayerisches Klimaforschungsnetzwerk

So vielfältig wie die Themen der Klimaforschung sind auch die bestehenden Kompetenzen an den bayerischen Hochschulen und Forschungseinrichtungen: Sie reichen von Fragen zum Verständnis des Klimasystems und seiner Änderungen, den Antrieben des Klimawandels und der Entwicklung globaler und regionaler Klimamodelle über Forschungen zu Auswirkungen und Vermeidbarkeit sowie Verwundbarkeit und Anpassung an Klimaveränderungen bis hin zu Governance- und Gerechtigkeitsfragen sowie der Akzeptanzforschung.

In einem Forschungsnetzwerk sollen diese Kompetenzen gestärkt und vernetzt werden. Hierzu sollen durch gezielte Fördermaßnahmen die Forschungsprofile der staatlichen Hochschulen geschärft und ausgebaut sowie die Klimaforscherinnen und -forscher besser vernetzt werden. Auch ist mittelfristig geplant, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nichtstaatlicher Hochschulen, außeruniversitärer oder von Ressortforschungseinrichtungen in das Netzwerk einzubinden. Die Vorarbeiten für die konkrete thematische, strukturelle und organisatorische Ausgestaltung des Netzwerks werden im Jahr 2016 beginnen.

Umweltforschungsstation Schneefernerhaus (UFS)

Die UFS ist auf 2 650 m ü.NN Deutschlands höchst gelegene Forschungsstation, knapp 300 m unterhalb des Zugspitzgipfels. Sie bildet eine weltweit einzigartige Plattform für die kontinuierliche Beobachtung physikalischer und chemischer Eigenschaften der Atmosphäre sowie für die Analyse wetter- und klima-



wirksamer Prozesse als Grundlagen für die Erforschung und Dokumentation des Klimawandels und für die Erarbeitung von Strategien und Lösungsvorschlägen zur Beherrschung der Klimafolgen. Am 6. November 2014 fanden die offiziellen Feierlichkeiten zum 15-jährigen Bestehen der Umweltforschungsstation statt.

Auf der UFS haben sich renommierte Forschungseinrichtungen in einem Konsortialvertrag zusammengeschlossen und bilden seit 2007 ein „Virtuelles Institut Umweltforschungsstation Schneefernerhaus“. Beteiligt an dieser überaus fruchtbaren Forschungs-kooperation sind:

- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt,
- Deutscher Wetterdienst,
- Karlsruher Institut für Technologie,
- Helmholtz-Zentrum für Gesundheit und Umwelt,
- Umweltbundesamt,
- Technische Universität München,
- Ludwig-Maximilians-Universität München,
- Universität Augsburg,
- Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften,
- Freistaat Bayern mit dem Landesamt für Umwelt.

Das Modell des Virtuellen Instituts hat sich bewährt. Auf Anregung der UFS haben daher die alpinen Höhenforschungsstationen in Italien, Frankreich, der Schweiz, Österreich und Deutschland nunmehr begonnen, ihre Forschungsaktivitäten in Form eines „Virtuellen Alpenobservatoriums“ (VAO) zu bündeln und langfristig auch mit weiteren Partnern in der klimasensiblen Alpenregion und alpenähnlichen Hochgebirgen weiter auszubauen.

S. 22:
Die Umweltforschungsstation UFS auf der Zugspitze

oben:
Die Bayerische Umweltministerin bei den Feierlichkeiten zum 15-jährigen Bestehen der UFS

Klima-Report Bayern – Klimawandel, Auswirkungen, Anpassungs- und Forschungsaktivitäten

Der Klimawandel ist eine globale Aufgabe, die uns vor regionale Herausforderungen stellt. Der Klima-Report Bayern soll die wesentlichen Veränderungen des Klimas in Bayern darstellen. Erstmals werden Erkenntnisse zum Klimawandel in Bayern zusammengefasst, Auswirkungen in den verschiedenen Umwelt- und Lebensbereichen aufgezeigt und Aktivitäten des Freistaates zur Anpassung und im Bereich der Forschung vorgestellt. So soll eine umfassende Handlungsgrundlage auf regionaler Ebene entstehen.

Erarbeitet wird der Klima-Report Bayern federführend vom Deutschen Wetterdienst, vom Bayerischen Landesamt für Umwelt sowie vom Konsortium der Umweltforschungsstation Schneefernerhaus | Zugspitze (UFS).

Der Klima-Report Bayern wird erstmalig im Vorfeld der Weltklimakonferenz in Paris vorgestellt.

Damit ergänzt der Report die Umweltberichterstattung des Freistaates und fokussiert im Jahr des Klimaschutzes 2015 die Aufmerksamkeit auf die Zukunftsaufgabe Klimaschutz.

Wichtige thematische Eckpunkte sind u. a.:

- Klimawandel in Bayern – Vergangenheit und Zukunft: Was charakterisiert das „weißblaue Klima“? (Wetterlagen, Temperatur, Niederschlag, Schneebedeckung etc.)
- Klimafolgen (Auswirkungen auf die Gesellschaft) und Anpassung: Was bedeutet der Klimawandel für Bayern? (Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft, Boden, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Georisiken und Naturgefahren, Gesundheit und Tourismus, Industrie, Gewerbe, Verkehr und Energieversorgung, Alpen etc.).

Ressortspezifische Forschung

Energietechnologien und Energieeffizienz

Das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie konzentriert seine Forschungsaktivitäten im Bereich Energie im Wesentlichen auf vier Inhalte: Energieproduktion, Energieeffizienz, Speicher und Netze. Dabei steht besonders die konkrete Anwendung, in der Industrie oder auch im privaten Bereich im Vordergrund. Herausragende Zentren dieser Forschungsaktivitäten sind dabei unter anderem das Zentrum für Angewandte Energieforschung in Bayern (ZAE) und der Energie Campus Nürnberg (EnCN). Beide werden vom Freistaat Bayern gefördert.

Das „Bayerische Energieforschungsprogramm“ unterstützt Unternehmen bei der Erforschung, Entwicklung und Anwendung neuer Energie- und Energieeinspartetechnologien sowie der Durchführung entsprechender Studien. Ziele können beispielsweise eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit, die Verringerung der Abhängigkeit von nicht erneuerbaren Energieträgern oder eine Erhöhung der Energieversorgungssicherheit sein. Insgesamt leistet das Programm damit einen Beitrag zur Erreichung der nationalen und internationalen Ziele zur Verbesserung der Energieeffizienz, der Energieeinsparung, der verstärkten Nutzung der Erneuerbaren Energien und der Reduktion der energiebedingten CO₂-Emissionen.



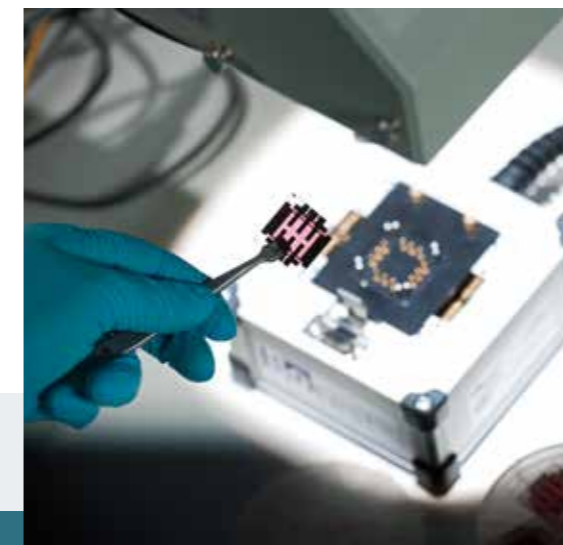
oben:
Forschung zur Wasserstoffspeicherung – Destillationsapparat zur Stofftrennung

unten:
Forschung zur Herstellung von druckbarer Photovoltaik – Effizienzmessung von organischen Solarzellen

Förderfähig sind Projekte mit einem hohen Innovationsgehalt, bei denen durch die Förderung erhebliche technische oder wirtschaftliche Risiken abgemildert werden. Kleine und mittlere Unternehmen werden von dem Programm besonders unterstützt, in dem sie je nach konkretem Vorhaben einen erhöhten Fördersatz erhalten.

Klimaforschung Wald-Forst-Holz

Wälder, Forstwirtschaft und Holzverwendung leisten durch Bindung von CO₂, Speicherung von Kohlenstoff und Zurückdrängung fossiler Energieträger bedeutende Beiträge zum Klimaschutz. Andererseits werden sie durch den Klimawandel ganz erheblich betroffen sein, insbesondere in Form von Wetterextremen und Schädlingsauftreten. Die lange Lebens- und Nutzungsdauer von Wäldern erfordern weit in die Zukunft reichende Entscheidungen, trotz beträchtlicher Unsicherheiten. Zur Entwicklung von robusten Strategien für die Forstbetriebe und zur Beratung der Waldbesitzer ist es notwendig, offene Fragen zu klären und die Unsicherheiten für solche langfristigen Entscheidungen so weit wie möglich zu minimieren. Ressortspezifische Forschungsaktivitäten tragen dazu bei, geeignete Wissens- und Entscheidungsgrundlagen für die Waldbesitzer zu schaffen, um die genannten Klimaschutz-Vorteile zu erhalten und Klimawandel-Nachteile zu reduzieren. Nicht zuletzt soll der Blick auch den Wechselwirkungen mit dem nachgelagerten Holzbereich gelten.





Im Freiland vorselektierte Populationen von Deutschem Weidelgras sowie Referenzen von Wiesen- und Rohrschwingel sowie ausgewählten Artbastarden in einer kontrollierten Prüfung auf Toleranz gegenüber temporären Trockenstress

Der Forschungsschwerpunkt zur Wirkung des Klimawandels auf den Sektor Wald-Forst-Holz wird fortgesetzt (vgl. www.lwfdirekt.de/klimasymposium) und die Erkenntnisse aus diesen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten werden für die Waldbesitzer und Forstbetriebe noch besser nutzbar gemacht. Dabei werden aktuell unter anderem folgende Forschungsvorhaben realisiert:

- Untersuchungen von Baumarten an ihren Verbreitungsgrenzen und zum standortbezogenen Wachstumspotenzial der Hauptbaumarten in Bayern,
- Umsetzung und Weiterentwicklung des Bayerischen Standortinformationssystems,
- Untersuchungen zur Sicherung der genetischen Qualität des forstlichen Vermehrungsguts von im Klimawandel wichtigen Baumarten,
- Möglichkeiten eines langfristigen Monitorings im Wald zum Klimawandel mit modernster satellitengestützter Fernerkundung und
- Entwicklung von Behandlungsstrategien zur Eindämmung des Eschentriebsterbens.

Agrarstrategien im Klimawandel

Die Landwirtschaft ist Leidtragende und Mitverursacherin der Klimaänderung. Die Abschätzung der Folgen der Klimaänderung und die Erarbeitung entsprechender Empfehlungen für die Praxis sind Arbeitsschwerpunkte der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft und der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau. In Monitorings werden die Veränderungen der Vegetation und der Bodenfruchtbarkeit langfristig beobachtet. Aus diesen und den Ergebnissen der Klimamodellierungen werden Strategien für eine daran angepasste Landwirtschaft entwickelt.

Die wesentliche Herausforderung kommt durch zunehmende Wasserknappheit und Hitze stress im Sommer auf die Landwirtschaft zu. Mit dem Wasserdefizit geht ein Nährstoffmangel einher. Extreme Wetterereignisse werden das Risiko für Ernteausfälle zusätzlich erhöhen. Der für das Pflanzenwachstum positive höhere Kohlendioxidgehalt der Luft wird diese Ausfälle voraussichtlich nicht ausgleichen können. Daneben werden veränderte Niederschlags- und Temperaturverläufe die Anforderungen an den Pflanzen-, Boden- und Gewässerschutz erhöhen.

In mehreren Forschungsprojekten werden entsprechende Anpassungsmaßnahmen erarbeitet. Anpassungen sind möglich durch veränderte Produktionsmittel und durch veränderte Produktionstechnik. Die Entwicklung adaptierter Getreide- und Gräsersorten erfolgt u. a. durch züchterische Auslese relevanter Sortenmerkmale mit Hilfe eines Rollgewächshauses, mit dem die zu testenden Pflanzen einem hohen Trockenstress ausgesetzt werden können. Für die zu erwartende Probleme der Wasserversorgung und der Wasserqualität, der Pflanzenernährung, des Bodenschutzes sowie des Schutzes der Kulturpflanzen vor neuen Krankheiten und Schädlingen werden neue Strategien erarbeitet. Mit der hochmodernen Moving Fields Anlage ist es beispielsweise möglich, das Wurzelwachstum der Pflanzenbestände zum ersten Mal zu quantifizieren und damit Pflanzen mit verbesserter Wasser- und Nährstoffaufnahme zu identifizieren. Erste Ergebnisse liegen vor. Zur Vermeidung von Treibhausgasen in der Landwirtschaft laufen u. a. Arbeiten zur Optimierung landwirtschaftlicher Prozesse, insbesondere im Bereich Biogaserzeugung.



Nachhaltige Erzeugung und Klimaschutz im ländlichen Raum, z. B. Alternative Energiepflanzen

Im Rahmen der nachhaltigen Erzeugung nachwachsender Rohstoffe sowie deren stofflichen und energetischen Nutzung haben landwirtschaftliche Kulturpflanzen einen besonderen Stellenwert: Aus ihnen werden nicht nur Lebensmittel hergestellt, sondern auch in geringerem Umfang erneuerbare Energien gewonnen. Diese Form der Landnutzung ist allerdings nicht unumstritten. Ökologische Aspekte, Klimaschutz und die wirtschaftliche Nutzung von Bioenergie zusammenzuführen ist nicht immer einfach. Daher unterstützt das Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF) seit mehreren Jahren Forschungsarbeiten, die zum Ziel haben, ungewünschte Auswirkungen zu reduzieren und die Vorteile der Bioenergie noch klarer herauszuarbeiten. Verbesserte Anbaumethoden und neue Kulturpflanzen werden an den nachgeordneten Institutionen des StMELF erforscht und erprobt. Die gewonnenen und abgesicherten Ergebnisse fließen direkt in die Beratung der Landwirte ein.

Das Technologie- und Förderzentrum (TFZ) in Straubing erprobt neue und weniger bekannte Arten: Kulturen wie z. B. Quinoa und Sorghum können in nur drei Monaten und auch unter trockenen Bedingungen abreifen. Im Hinblick auf zukünftige Klimaänderungen ein deutlicher Vorteil. Für kritische Flächen, wie steile Hanglagen, oder für sensible Bereiche, wie Wasserschutzgebiete, eignen sich besonders Dauerkulturen: Durchwachsene Silphie, Switchgras, Rohrglanzgras, Waldstaudenroggen und Sida werden in Versuchsreihen untersucht.

Dass auch Mais – eine der ertragsstärksten Biogaskulturen – nicht nur optisch, sondern auch im Sinne der Biodiversität bereichert werden kann, zeigen die Forschungsarbeiten der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL): Mais in Kombination mit Stangenbohnen, Sonnenblumen oder Wildpflanzenmischungen bereichert die Agrobiodiversität. Intelligente Mischungen mit Leguminosen bewirken eine biologische Stickstoff-Fixierung und reduzieren damit auch den Bedarf an Stickstoff-Düngung. Gut durchdachte Fruchtfolgen mit humusmehrenden Ackergräsern, z. B. als Untersaat in Getreidebeständen, verbessern die Humusbilanz und fixieren Kohlenstoff im Boden. Für ein hohes Blütenangebot in der Agrarlandschaft sorgen Blühstreifen oder wildartenreiche Mischungen, die von der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG) in Veitshöchheim seit mehreren Jahren untersucht werden. Diese Dauerkulturen sind nicht nur eine optische Bereicherung in unserer Landschaft, sondern gleichzeitig auch attraktiv für Wildtiere und Insekten. Ist die Etablierung der Stauden gelungen, so sind ab dem zweiten Standjahr stabile Erträge möglich, die auch bei Trockenheit relativ gut sind.

Daneben bieten Kurzumtriebsplantagen (schnellwachsende Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen) als weiteres Element zur Diversifizierung des Pflanzenspektrums eine große Chance. Die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) beschäftigt sich u. a. mit hydrologischen, faunistischen und ertragskundlichen Gesichtspunkten zum Anbau sowie mit vertiefenden Untersuchungen zum Thema Bereitstellung und Qualität von Energieholz.

Sorghum sieht zwar der bislang vorherrschenden Biogaskultur Mais recht ähnlich, bietet aber eine ausgeprägte Trockentoleranz und schnelle Abreife, daher wird diese Hirsegattung am TFZ intensiv erforscht



links:
Profilaufnahmen geben Aufschluss über die Auswirkungen des Klimawandels auf heimische Böden

rechts:
Mit einer EC-Station wird v. a. der Gasaustausch Boden-Atmosphäre gemessen, hier in einem Auenstandort im Otterbachtal

Auswirkungen des Klimawandels auf den Naturschutz

Der Klimawandel bringt für viele Arten durch die starke Veränderung der Niederschläge und Temperaturen eine weitere Verschlechterung der Lebensbedingungen mit sich. Selbst wenn manche Arten vom Klimawandel profitieren können, ist nicht sicher, dass auch ihre Lebensgrundlagen dieselbe Begünstigung erfahren oder dass sie in Regionen mit für sie geeigneten Lebensbedingungen wandern können. So werden z. B. auf alte Bäume spezialisierte Arten nur wandern können, wenn entsprechend alte Bäume vorhanden sind. Hinzu kommt das mit dem Klimawandel wachsende Risiko von Extremwetter-Ereignissen, denen manche neu etablierten Vorkommen wieder zum Opfer fallen können. Deshalb bleibt auch im Klimawandel die Stärkung der vorhandenen Vorkommen gefährdeter Arten und Lebensgemeinschaften insgesamt ein vordringliches Ziel.

In ausgedehnten, artenreichen, widerstandsfähigen Lebensräumen haben die biotoptypischen Tiere, Pflanzen und Pilze gegenüber globalen Änderungen wie Klimawandel die besten Zukunftsaussichten. Größere, vitale Bestände können sich gegenüber eindringenden Arten und schleichenden Standortveränderungen am besten behaupten. Deshalb ist die Sicherung, Optimierung und Vernetzung der vorhandenen wertvollen Lebensräume eine der wichtigsten Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel. Zusätzlich sind gezielte Maßnahmen zu ergreifen, um besonders bedrohte Arten zu erhalten. Somit behalten auch im Klimawandel viele traditionelle Ziele des Naturschutzes ihre Priorität, z. B. die Umsetzung von Artenhilfsprogrammen und die Verbesserung des ökologischen Zustands von Schutzgebieten.

Konkrete Forschungsvorhaben sind u. a. im Bereich „Funktionstüchtigkeit des Biotopverbundes für wildlebende Pflanzen und Tiere“, insbesondere für „Klimaflüchtlinge“ oder im Bereich „Raumplanerische und ökosozio-logische Studien zu naturverträglichen Alternativen für touristische Winterdestinationen in den bayerischen Alpen“ geplant.

Bayerische Landschaften im Klimawandel

Bayerns Böden sind riesige Kohlenstoffspeicher. Sie enthalten vier Mal so viel klimaschädliches Kohlendioxid wie in Deutschland jedes Jahr ausgestoßen wird – umgerechnet knapp 3 Milliarden Tonnen. Um die Böden auch zukünftig zu schützen, braucht es gesicherte Ergebnisse aus der Klimaforschung. Im Rahmen des Projektverbunds „Bayerns Landschaften im Klimawandel“ untersuchen Wissenschaftler der TU München in drei Teilprojekten die Auswirkungen des Klimawandels auf heimische Böden. Unterschiedlichste Landschaften wie das Voralpenland, das Ammer-Einzugsgebiet oder der Bayerische Wald werden dabei detailliert untersucht – vor allem hinsichtlich ihrer Belastbarkeit durch den Klimawandel. Damit diese Ökosysteme ihre wichtige Rolle als Kohlenstoffspeicher auch in Zukunft erfüllen können, müssen bereits heute die Weichen richtig gestellt und geeignete Anpassungsstrategien entwickelt werden.

Zentrum Stadtnatur und Klimaanpassung

Städte und deren Stadtnatur reagieren aufgrund steten Zuzugs, Nachverdichtung, Versiegelung von Freiflächen und Verdrängung von Vegetation und Tieren besonders sensibel auf Folgen des Klimawandels. Die Gestaltung und Entwicklung der Stadtnatur ist deshalb Teil der Bayerischen Klimaanpassungsstrategie. Stadtnatur bedeutet Lebensqualität und Schutz

zugleich, denn in Zeiten des Klimawandels und drohender Hitzewellen erbringt das Stadtgrün unersetzliche Ökosystemdienstleistungen, wie Schattenspende, Erhalt der Feuchtigkeit, Wirkung als Luftschneise, Ort der Erholung – insbesondere für ältere Menschen – sowie Schutz der Biodiversität. Das Stadtgrün benötigt dafür Gestaltung im Sinn der Klimaanpassung, aber auch die Möglichkeit zur natürlichen Ausbreitung im Sinn des Schutzes der Natur. Seit 2013 erforscht und entwickelt das „Zentrum Stadtnatur und Klimaanpassung“ an der TUM im Auftrag des Umweltministeriums integrierte Strategien zur Klimaanpassung in Städten. In detaillierten Fallstudien in Neu- und Altbauquartieren von drei bayerischen Städten werden Folgen des Klimawandels, Vulnerabilität und Resilienz modellhaft erfasst, sowie Möglichkeiten der Klimaanpassung durch Ökosystemdienstleistungen grüner Infrastruktur unter Einbeziehung der Biodiversität erkundet. Zusammen mit Maßnahmen des Klimaschutzes, wie Energieeinsparung, Steigerung der Energieeffizienz und Einsatz Erneuerbarer Energien auf Gebäude- und Nachbarschaftsebene sollen integrierte städtebauliche Klimaschutz- und Klimaanpassungsstrategien – in enger Zusammenarbeit mit den Partnerstädten – entwickelt und erweitert werden.

Ressourcenschonende Bewässerung von Stadtgrün

Das Forschungsvorhaben „Standortangepasste Bewässerung öffentlicher Grünflächen als Beitrag zur Klimamäßigung im urbanen Lebensraum“ (2008–2012) ist auf die Optimierung der Bewässerungstechnik in Grünanlagen ausgerichtet. Eine pflanzengerechte Wasserversorgung sorgt dafür, dass die Vegetation in den immer heißer werdenden Städten ihre klimamäßigende Wohlfahrtswirkung entfalten kann.

„Stadtgrün 2021“ – stresstolerante Klimabäume im Test

Durch den Klimawandel werden einige der gängigen Stadtbaumarten zunehmend geschwächt, häufiger von Krankheiten und Schädlingen befallen oder sterben gänzlich ab. Deshalb werden seit 2010 20 zukunftsträchtige Baumarten in drei bayerischen Städten unter unterschiedlichen klimatischen Bedingungen auf ihre Klimafestigkeit überprüft. Unterstützt werden die Versuchsergebnisse durch den Erfahrungspool der am „Bayerischen Netzwerk Klimabäume“ beteiligten Gemeinden. Aufgrund der vielversprechenden ersten Ergebnisse wurden 2015 zehn zusätzliche Baumarten in den Versuch aufgenommen.

„Urban Gardening“ – Gemüse vom Dach

Die zunehmende Verbauung von Städten vermindert die Grünflächen und Lebensräume von Mensch und Tier. Dachbegrünungen hingegen bringen die Natur zurück in die Stadt und schaffen ein wertvolles Klima. Die Pflanzen absorbieren klimaschädliches CO₂ aus der Luft und isolieren Gebäude. Zusätzlich bietet Gemüse frisch vom Dach kurze Transportwege, und schützt damit gleich doppelt das Klima. Seit 2013 erprobt die LWG deshalb den Anbau von Gemüse auf dünnen Substratschichten in luftiger Höhe.



links:
Eine standortangepasste Bewässerung hilft Wasser einzusparen und ermöglicht die Begrünung von Sonderstandorten, wie z. B. Dachterrassen. Die Tropfbewässerung arbeitet mit geringem Druck und gibt langsam das Wasser unmittelbar in den Wurzelbereich ab. Energie, Boden und die Ressource Wasser werden geschont.

rechts:
Manche mögen's heiss: Zum Beispiel die Purpurerle

unten:
Für jeden was dabei: Reichhaltige Ernte vom Gemüsedach

Gesundheit

Der Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur wird nicht nur Auswirkungen auf die Umwelt haben, sondern auch auf die menschliche Gesundheit. Es wird eine erhöhte Sterblichkeit durch Erkrankungen der Atemwege und des Herzkreislaufsystems erwartet. Durch den Klimawandel kann die UV-Belastung steigen und somit das Risiko von Hautkrebs zu nehmen. Auch eine zunehmende Verbreitung von Infektionserregern kann Folge des Temperaturanstiegs sein. Bei Allergikern ist durch eine verlängerte Pollenflugsaison verstärkt mit Beschwerden zu rechnen.

Forschungsvorhaben zu den gesundheitlichen Folgen des Klimawandels sind daher eine wesentliche Voraussetzung, um Vorsorge- und Anpassungsmaßnahmen für den Gesundheitsschutz zu entwickeln.

Ziel des Bayerischen Klimaprogramms im Hinblick auf die Gesundheit ist es, die Forschung zu den gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels auch weiterhin voranzutreiben, um die fachlichen Grundlagen für die Risikobewertung zu verbessern und konkrete Anpassungsstrategien zu entwickeln.

Kläranlage der Zukunft

Mit der vom StMUV in Auftrag gegebenen Studie „Kläranlage der Zukunft“ wurden auch neue Konzepte für die Verfahrenstechnik der Abwasserreinigung entwickelt. Ziel ist es, eine noch größere Energieeinsparung und eine Verminderung der Emissionen von Treibhausgasen zu erreichen, als dies durch eine rein technische Optimierung bestehender Kläranlagen mit herkömmlicher Verfahrenstechnik erreicht werden kann. Aus der seit Ende 2009 vorliegenden Studie wurden bereits mehrere Maßnahmenvorschläge in Form von Pilotprojekten auf Kläranlagen in Bayern großtechnisch umgesetzt und erprobt.

Der bei kleineren Kläranlagen übliche Anlagentyp (aerobe Stabilisierung des Schlammes) führt im Betrieb zu einem vergleichsweise hohen Stromverbrauch. In einem mit staatlichen Mitteln geförderten Pilotvorhaben wurde eine kleine kommunale Kläranlage auf die Technologie der anaeroben Schlammstabilisierung umgerüstet. Dies ist ein Reinigungsverfahren mit vergleichsweise geringem Energiebedarf und mit Erzeugung von Klärgas, das für große Anlagen ab ca. 25 000 Einwohnerwerte Ausbaugröße bereits wirtschaftlich eingesetzt wird. Der Umbau und Probetrieb der Kläranlage wurde wissenschaftlich begleitet. Es ergab sich, dass der Umbau technisch realisierbar und der Betrieb wirtschaftlich ist. Mit dieser Technologie können bei Umrüstung von etwa 100 weiteren ähnlichen Anlagen im bayerischen Kläranlagenbestand der Energieverbrauch reduziert und die Klärgasproduktion bayernweit um bis zu 10 % gesteigert werden.

Nachrüstung eines Faulbehälters mit integriertem Gasspeicher für 16 000 Einwohnerwerte auf der Kläranlage der Marktgemeinde Bad Abbach und Umstellung auf anaerobe Schlammstabilisierung



Maßnahmen und Mittel im Doppel-Haushalt 2015/2016

Maßnahmen/Programme

Mittel [Mio.€] 2015/16

Milderung des Klimawandels als internationale Vorbildfunktion

Energetische Sanierung staatlicher Gebäude	50
10 000-Häuser-Programm	14,5
Klimaschutz durch Holzverwendung	Klimamittel „Forst“ (s.u.)
Ausbau erneuerbarer Energien	3,0
Bioenergie – Nachwachsende Rohstoffe	11,2
Geothermie	2,0
Förderschwerpunkt „Kommunaler Klimaschutz“	8,6
Renaturierung von Mooren	6,6
Moorschutz im Wald (StMELF)	0,3
Bio-CO2-Speicher Auen	3
Bayerische Klima-Allianz	2,6

Regionale Anpassung an die Folgen des Klimawandels

Waldumbau	11,25 Klimamittel „Forst“
Bergwaldoffensive	(inkl. Holzverwendung und Forschung)
Waldinitiative Ostbayern (WIO)	
Wasserwirtschaft	14
Klima-Dialog mit Wirtschaft und Kommunen	1,2
Stärkung des Biotopverbundes im Klimawandel	0,8
Georisiken	1,0

Forschung und Entwicklung

Bayerisches Klimaforschungsnetzwerk	0,2
Umweltforschungsstation Schneefernerhaus	1,0
Ressortspezifische Forschung	1,2
Energiotechnologien und Energieeffizienz	29,0
Klimaforschung Wald – Forst – Holz	Klimamittel „Forst“ (s.o.)
Agrarstrategien im Klimawandel	1,46
Nachhaltige Erzeugung und Klimaschutz im ländlichen Raum, z. B. Alternative Energiepflanzen	5,3
Auswirkungen des Klimawandels auf den Naturschutz	0,8
Bayerische Landschaften im Klimawandel	1,8
Klimaforschung Stadtnatur	1,2
Gesundheit	0,6
Kläranlage der Zukunft	0,2

Bayern. Die Zukunft.

Herausgeber: Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV)
Rosenkavalierplatz 2, 81925 München

Internet: www.umweltministerium.bayern.de

E-Mail: klimaschutz@stmuv.bayern.de

Gestaltung: www.studio-botschaft.de

Fotos: Titel - 1stphoto/fotolia; S. 4 - Rolf Sturm; S. 5 - Michael Heinrich, München;
S. 6 - GWG München; S. 7 oben - Katrin Heyer; S. 7 unten - IB Wasserbau
Ringler GmbH, LL; S. 10 - Felix Brundke; S. 11 oben - Josef Stangl;
S. 12 - Lederer, StMUV; S. 13 - Grambo / photocase.de; S. 14 - Michael
Friedel; S. 15 - StMELF; S.16 - Binder Luftbild, WWA Deggendorf;
S.16 - Binder Luftbild, WWA Deggendorf; S. 17 links - Walter Bachmann,
StMUV; S. 17 rechts - Stefan Hollrieder, WWA Traunstein; S. 18 links -
Hofmann, WWA Weilheim; S. 19 - WWA WM; S. 20 - Premium AEROTEC
GmbH; S. 21 - Poschinger, Bayerisches Landesamt für Umwelt;
S.22 - M. Neumann (UFS GmbH); S. 25 oben - © encn/Kurt; S. 25 unten -
© encn/ Thomas Lothar; S. 26 - Andrea Wosnitza; S. 28 - Dr. Maendy Fritz;
S. 28 - Prof. Dr. Jörg Völkel; S. 30 - Textbaustein KA der Zukunft;

Druck: deVega Medien GmbH

Stand: September 2015

© StMUV, alle Rechte vorbehalten

Gedruckt auf Papier aus 100 % Altpapier

ClimatePartner 

klimateutral

Druck | ID 11342-1509-1008

Diese Druckschrift wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden. Bei publizistischer Verwertung – auch von Teilen – Angabe der Quelle und Übersendung eines Belegexemplars erbeten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Broschüre wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Diese Broschüre wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.

www.klima.bayern.de