



Umweltbericht Bayern 2019



Umweltbericht Bayern 2019

IMPRESSUM

Umweltbericht Bayern 2019

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Telefon: 0821 9071 -0
Fax: 0821 9071 -5556
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: www.lfu.bayern.de

Konzept/Text:

LfU

Redaktion:

LfU, Dr. Berenike Flossmann-Kast, Hans Frieß, Joachim Nittka

Bildnachweis:

s. Seite 100

Titelbild:

UNESCO Weltkulturerbe - Stadt Augsburg, Lech mit Hochablass

Druck:

Joh. Walch GmbH & Co KG
Im Gries 6
86179 Augsburg

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

Stand:

Dezember 2019

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbenden 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 Publikation nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Publikation zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die publizistische Verwertung der Veröffentlichung – auch von Teilen – wird jedoch ausdrücklich begrüßt. Bitte nehmen Sie Kontakt mit dem Herausgeber auf, der Sie – wenn möglich – mit digitalen Daten der Inhalte und bei der Beschaffung der Wiedergaberechte unterstützt.

Diese Publikation 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.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 12 22 20 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

INHALT

Vorwort	4/5
Umwelt Bayern auf einen Blick: Eine ökologische Kurzbilanz	6
Neue Impulse für die Politik: 17 globale Ziele der Vereinten Nationen	18
Umweltqualität heute: Entwicklungstrends für Wasser, Boden, Luft und Natur	19
Klima und Energie	21
INTERVIEW	22/23
KLIMAWANDEL	24
KLIMASCHUTZ	25
ENERGIE	26
BLICKPUNKT	28
Natur und Landschaft	33
INTERVIEW	34/35
LANDSCHAFT UND BIODIVERSITÄT	36
WALD	41
OFFENLAND	42
AGRARLAND	43
GEWÄSSER	44
BLICKPUNKT	45
Umwelt und Gesundheit	49
INTERVIEW	50/51
LUFTQUALITÄT	52
LÄRM	53
VERKEHR	55
PROBLEMSTOFFE	57
BLICKPUNKT	59
Ressourcen und Effizienz	63
INTERVIEW	64/65
ABFALL UND ROHSTOFFE	66
RESSOURCEN	68
BODEN UND FLÄCHE	69
BLICKPUNKT	73
Informationen zu Umweltindikatoren	76
Glossar	85
Literatur und Internet	93



VORWORT

Liebe Leserin, lieber Leser!

Wie steht es um Bayerns Umwelt, unsere Lebensgrundlage? Antworten darauf gibt der Umweltbericht 2019 – kompakt, verständlich und umfassend zugleich, auf wissenschaftlicher Grundlage erstellt. Alle vier Jahre veröffentlicht das Bayerische Landesamt für Umwelt eine detaillierte Analyse über den Zustand unserer Umwelt, die sich an Entscheidungsträger in Politik und Wirtschaft ebenso wie an die interessierte Öffentlichkeit wendet. Vor dem Hintergrund der klimapolitischen Diskussion, der Agenda 2030 und der UN-Nachhaltigkeitsziele gewinnt der Umweltbericht 2019 besondere Aktualität.

Und er enthält gute Nachrichten: Wir haben beim Ausbau der erneuerbaren Energien und damit auch beim Klimaschutz große Fortschritte gemacht. Unsere Luft wird weiterhin immer sauberer. Wir schaffen Wohlstand mit immer weniger Ressourcenverbrauch. Und wir nutzen dabei immer mehr wertvolle Rohstoffe aus Abfällen. In vielen wichtigen Bereichen können wir feststellen: Der Kurs in Bayern stimmt.

Der Umweltbericht 2019 gibt aber keinen Anlass sich auszuruhen, sondern muss Ansporn sein: In welchen Bereichen müssen wir noch ambitionierter handeln, um Wasser, Boden, Luft und Natur unserer Heimat Bayern so zu erhalten, wie wir sie schätzen und lieben? Mit ganz oben steht, die Treibhausgasemissionen zu senken und beim Verlust an biologischer Vielfalt die Trendwende zu schaffen. Wir müssen einem nach wie vor zu hohen Flächenverbrauch entgegentreten und natürliche Lebensräume wieder stärker vernetzen. Top-Thema bleibt auch der Gewässerschutz. Die starke wirtschaftliche Dynamik im Freistaat Bayern in Einklang zu bringen mit dem wirksamen Schutz unserer natürlichen Lebensgrundlagen ist und bleibt unser oberstes Ziel. Für ein Bayern, das ökonomisch stark ist und zugleich ökologisch reich bleibt.

Der vorliegende Umweltbericht 2019 schafft Transparenz, beschreibt Entwicklungen und benennt fachliche Ziele und Maßnahmen. Darüber hinaus gibt er eine ganze Reihe von Denkanstößen und wertvolle Anregungen für persönliche Beiträge zum Umweltschutz.

Der Umweltbericht 2019 gibt damit Impulse, die Umweltauswirkungen unseres Handelns zu hinterfragen und in unseren alltäglichen Entscheidungen stärker auf Umweltverträglichkeit zu achten.

Herzliche Grüße
Ihr

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, sweeping loop followed by a horizontal line and a small flourish.

Thorsten Glauber MdL
Bayerischer Staatsminister für Umwelt und Verbraucherschutz

VORWORT

Liebe Leserin, lieber Leser!

Die Initiative der Europäischen Union zum Plastikmüll, das Klimaschutzpaket der Bundesregierung, die Volksbegehren zum Flächenverbrauch und zum Artenschutz in Bayern: Dies sind einige besonders prominente Beispiele dafür, dass zentrale Anliegen des Umwelt- und Ressourcenschutzes im Fokus der öffentlichen gesellschaftlichen Debatte stehen.

Welche wichtige Bedeutung die natürlichen Lebensgrundlagen für unser Wohlergehen haben, sieht man im historischen Augsburg. Bereits im Mittelalter vor 800 Jahren haben innovative Ingenieure für die Stadt ein modernes Wassermanagementsystem entwickelt, das in diesem Jahr von den Vereinten Nationen ins Weltkulturerbe aufgenommen wurde. Diese Wasserressourcen bildeten damals den Grundpfeiler für Blüte und Wohlstand, die Stadt profitiert noch heute davon.

Das Beispiel zeigt: Klima- und Umweltschutz haben eine generationenübergreifende Bedeutung und eine nachhaltige Ressourcennutzung ist zukunftsfähig. Unser neuer Umweltbericht will dazu einen Beitrag leisten. Wir zeigen prägnant auf, wie es heute um die Umwelt in Bayern steht und welchen Entwicklungen wir uns stellen müssen. So kann sich jeder ein Bild machen über das bereits Erreichte und die verbleibenden großen Herausforderungen.

Klimawandel und Artensterben zeigen uns, dass wir schon heute an die Belastungsgrenzen unseres Planeten stoßen. Wir alle sind mehr denn je in der Verantwortung mit umweltschonenden Produktionsverfahren und einem nachhaltigen Konsum- und Mobilitätsverhalten gegenzusteuern und zum Schutz der Umwelt einen erkennbaren Beitrag zu leisten. Mit den Indikatoren messen wir objektiv unseren Erfolg. Mit diesem zentralen Instrument des vorliegenden Berichtes leisten wir einen wichtigen Dienst bei der Überprüfung umweltpolitischer Zielsetzungen.

Ich danke allen, die an diesem neuen Bericht mitgewirkt haben. Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, wünsche ich eine erkenntnisreiche Lektüre.



Claus Kumutat
Präsident des Bayerischen Landesamtes für Umwelt



UMWELT BAYERN AUF EINEN BLICK: EINE ÖKOLOGISCHE KURZBILANZ

Aktualisierte Daten und ein Rückblick auf die vorangegangenen Umweltberichte lassen signifikante Trends und Entwicklungen für Bayerns Umwelt erkennen. In einer „ökologischen Kurzbilanz“ werden schlaglichtartig Erfolge als auch verbleibende Herausforderungen des Umwelt- und Ressourcenschutzes in Bayern beschrieben. Für die Handlungsfelder Klima und Energie, Natur und Landschaft, Umwelt und Gesundheit sowie Ressourcen und Effizienz werden diese mit Hilfe der Umweltindikatoren im dann nachfolgenden Kapitel vertiefend betrachtet.

Klima und Energie

Das Klima spielt eine Schlüsselrolle im Naturhaushalt. Eine Änderung des Klimas hat unüberschaubare Folgen für Natur und Mensch. Der globale Klimawandel durch den Menschen ist Fakt und die mit der Energieversorgung einhergehenden Treibhausgasemissionen sind hierfür eine wesentliche Ursache. Die Energiepolitik ist heute im Mittelpunkt der gesellschaftlichen Diskussion angekommen.

Ungebremster Klimawandel hat auch Folgen für Bayern

Der Klimawandel ist eines der dringlichsten Umweltprobleme der Gegenwart. Seine Auswirkungen sind global und machen auch vor Bayern nicht halt. In dem Zeitraum 1931 bis 2015 ist die Jahresmitteltemperatur in Bayern bereits um etwa 1 °C angestiegen. Dabei hat sich der Erwärmungstrend seit 2000 noch weiter verstärkt, insbesondere in dem sensiblen Lebensraum der Alpen. Neun der zehn wärmsten Jahre seit Beginn der Aufzeichnungen liegen in Bayern nach der Jahrtausendwende.

Weitere Indizien für die Klimaerwärmung sind schrumpfende Gletscher und Veränderungen der Jahreszeiten. Mit Blüte, Fruchtreife und Blattverfärbung zeigen Pflanzen an, dass Frühling, Sommer und Herbst in Bayern seit den letzten 50 Jahren um bis zu drei Wochen früher beginnen. So reagiert auch die Tier- und Pflanzenwelt auf die Erwärmung, das Artenspektrum verändert sich.

Klimaanpassung an Hochwasser und Trockenheit in Bayern ist dringender denn je

Für unsere Lebensqualität hat der Klimawandel direkte Auswirkungen. Auch in den letzten Jahren haben Hochwasserereignisse, Sturzfluten und schwere Stürme in Bayern ein großes Schadensmaß verursacht. Ebenso führten die jüngst zurückliegenden, langanhaltenden trockenen und heißen Perioden zu Schäden in der Natur oder zu Einbußen in der Land-, Forst- und Wasserwirtschaft.

Neben der Reduktion von → *Treibhausgasen* hat Bayern daher Anpassungsstrategien für die unvermeidlichen Folgen des Klimawandels entwickelt. Umgesetzt sind das Hochwasserschutzprogramm der Staatsregierung, Trinkwasserversorgungsbilanzen je Regierungsbezirk und ein Förderprogramm für nachhaltige Bewässerungskonzepte in der Landwirtschaft. Das Waldumbauprogramm und Schutzmaßnahmen im Bergwald sind weitere Beispiele, wie auch Informationsplattformen wie der Hochwassernachrichtendienst und der Niedrigwasserinformationsdienst oder Informationen zu Naturgefahren im Umweltatlas Bayern (↓ <http://q.bayern.de/lu1n9>).



→ [Blickpunkt Klima und Energie: S. 28](#)

→ [Indikator Klimawandel und Vegetationsentwicklung: S. 24](#)



Energiebedingte Kohlendioxidemissionen in Bayern: Abnehmender Trend erkennbar

Weltweit erreicht der Ausstoß klimawirksamer Treibhausgase immer neue Rekordwerte. Seit 2015 gibt das völkerrechtlich bindende Pariser Klimaabkommen der Weltgemeinschaft neue Impulse und Ziele für mehr Klimaschutz. Mit nationalen Selbstverpflichtungen soll die Erderwärmung deutlich unter 2 °C, möglichst sogar auf 1,5 °C beschränkt werden. Wie der Bund wird Bayern ein Klimaschutzgesetz verabschieden, um einen Beitrag zur Erreichung dieses Zieles zu leisten.

Kohlendioxid ist das dominierende Treibhausgas mit einem Anteil von fast 80 Prozent. Methan liegt bei etwa 11,4 Prozent, der Anteil von Lachgas bei 6,5 Prozent. Von 1990 bis 2017 gingen die → *energiebedingten CO₂-Emissionen* in Bayern um 6,1 Millionen Tonnen auf 78,9 Millionen Tonnen zurück. Auch der aktuelle Zehnjahrestrend (2008 bis 2017) lässt eine Abnahme erkennen.

Herausforderung Verkehrssektor: Neue Höchstwerte für Kohlendioxidemissionen

Der Verkehr ist in Bayern der Hauptverursacher von Kohlendioxid. Obwohl im Zeitraum ab 2000 zunächst für viele Jahre leicht rückläufig, nehmen die Emissionen im Zehnjahrestrend inzwischen wieder zu. Mit 33,8 Millionen Tonnen haben sie in 2017 einen neuen Höchstwert für dieses Jahrhundert erreicht und im Vergleich zum Referenzjahr 1990 liegen sie um 6,1 Millionen Tonnen höher. Auch der Anteil des Verkehrs an den gesamten Kohlendioxidemissionen hat deutlich zugelegt und liegt inzwischen bei fast 43 Prozent.

Die Zulassungszahlen bei Kraftfahrzeugen haben 2019 in Bayern mit rund 10,2 Millionen einen Rekordwert erreicht. Die Kohlendioxidemissionen des Straßenverkehrs sind auf 28,1 Millionen Tonnen angestiegen (2017). Der Straßenverkehr ist seit dem Jahr 2009 durchwegs der Sektor mit den höchsten Kohlendioxidemissionen in Bayern.

Auch die bayerischen Flughäfen meldeten mit 52 Millionen Fluggästen (2018) einen weiteren Rekord. Mit 5,5 Millionen Tonnen Kohlendioxid (2017) wurde hier ebenfalls ein neuer Höchstwert erreicht.

Klimaschutzziele bis 2025, 2030 und 2050: Klimaneutralität und weniger als zwei Tonnen Treibhausgase pro Kopf

Die Bayerische Nachhaltigkeitsstrategie 2017 bekräftigt die bereits zuvor im Klimaschutzprogramm Bayern 2020 und im Bayerischen Energieprogramm benannten Ziele der Staatsregierung. Demnach soll der jährliche Pro-Kopf-Ausstoß von energiebedingtem Kohlendioxid bis 2025 auf 5,5 Tonnen sinken. Bis 2030 sollen die Treibhausgasemissionen auf unter 5 Tonnen sinken und bis 2050 sogar auf unter 2 Tonnen je Einwohner. Im neuen Klimaschutzgesetz soll als weiteres Ziel die Klimaneutralität bis 2050 verankert werden. Beim aktuellen Niveau von über 7 Tonnen und vor dem Hintergrund des Ausstiegs aus der Kernenergienutzung sind noch erhebliche Anstrengungen mit wirksamen Maßnahmen erforderlich, um die gesteckten Ziele zu erreichen. Hierbei kommen dem Gebäudebereich und dem Verkehrssektor zunehmend Schlüsselrollen zu.



→ [Indikator Kohlendioxidemissionen: S. 25](#)



„Wir alle haben den Weckruf der Jugend gehört. [...] Deshalb müssen wir dem Ratsschlag der Wissenschaft folgen.“

Bundeskanzlerin Angela Merkel (CDU), Rede beim UN-Klima-Gipfel in New York City, 23.9.2019



→ [Indikator Energieverbrauch: S. 26](#)

Energieeinsparung und Energieeffizienz: Primärenergieverbrauch in Bayern soll weiter sinken

Energie ist eine der wichtigsten Grundlagen für einen hohen Lebensstandard, aller wirtschaftlichen Aktivitäten und für die Mobilität. Damit verbunden sind allerdings auch vielfältige Belastungen der Umwelt durch Gewinnung, Umwandlung, Verteilung und Verbrauch der Energie. Beispiele hierfür sind → *energiebedingte Kohlendioxidemissionen* und Luftschadstoffe.

Nach einem fortwährenden Anstieg in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts hat sich in den letzten 20 Jahren der → *Primärenergieverbrauch* nur noch geringfügig verändert. Obwohl das Wirtschaftsvolumen deutlich angestiegen ist, geht er im Zehnjahrestrend inzwischen sogar zurück. Das Bayerische Energieprogramm enthält als Ziel eine Verringerung des Primärenergieverbrauchs bis 2025 gegenüber 2010 um 10 Prozent. Hierzu muss Energie weiterhin möglichst sparsam eingesetzt werden, einerseits durch technische Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz, andererseits aber auch durch Anpassungen im persönlichen Bereich. Verbesserte Produktionsverfahren in Industrie und Gewerbe, sparsamere Kraftfahrzeug-Flotten und energetische Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebereich zählen ebenso dazu wie nachhaltige Verkehrskonzepte und veränderte Konsumgewohnheiten.



→ [Indikator Erneuerbare Energien: S. 27](#)

Erneuerbare Energien sind ein wichtiger Beitrag zu einer klimagerechten Energieversorgung

Biomasse, Wasser, Sonne, Geothermie und Wind: Seit Jahrzehnten kann Bayern – auch im Vergleich der Bundesländer – beachtliche Fortschritte beim Ausbau der erneuerbaren Energien vorweisen. Seit 1990 ist deren Anteil am Primärenergieverbrauch um mehr als das Fünffache auf zuletzt 18,5 Prozent gestiegen (2017). Rund die Hälfte der bayerischen Stromerzeugung basiert inzwischen auf erneuerbaren Energien. Hier leisten seit jeher die Wasserkraft, aber zunehmend auch die Photovoltaik und die Biomasse wichtige Beiträge.

Nach dem Reaktorunglück 2011 in Fukushima hat Bayern den Umbau der Energieversorgung zur zentralen energiepolitischen Aufgabe des 21. Jahrhunderts erklärt und mit dem ambitionierten Energiekonzept „Energie innovativ“ die Eckpunkte für eine klimaschonende Energiewirtschaft ohne Kernkraft geschaffen. Diese Ziele wurden 2015 im Energieprogramm konkretisiert und den Entwicklungen angepasst.

Der Ausbau erneuerbarer Energien hat auch Auswirkungen auf Menschen, Natur und Landschaft. Mit Programmen und konkreten Maßnahmen unterstützt die Staatsregierung eine möglichst umweltverträgliche Energiewende und fördert die Bürgerakzeptanz für die erforderlichen Infrastrukturmaßnahmen. Beispielsweise stellt sie mit dem → *Energie-Atlas Bayern* für Bürger, Kommunen und die Wirtschaft hierzu ein zentrales Informationsportal zur Verfügung.

Natur und Landschaft

Der flächige und rasante Ausbau von Infrastruktur, Industrie, Gewerbe, Siedlungen und Verkehrswegen sowie Entwicklungen in der Landwirtschaft haben in den vergangenen Jahrzehnten die Natur und Landschaft Bayerns sichtbar verändert. Die Energiewende bringt zusätzliche Herausforderungen mit sich. Diese Entwicklungen ermöglichen unseren hohen Lebensstandard, gehen allerdings häufig auf Kosten der Landschaft, der Tiere und Pflanzen in Bayern. Umso wichtiger ist es, naturnahe Lebensräume und Ökosysteme zu erhalten und umweltschonende Formen der Land-, Forst- und Wasserbewirtschaftung zu befördern.

Landschaftszerschneidung: Unzerschnittene Räume unter besonderem Schutz

Unsere Landschaft ist fast durchgängig eine vom Menschen geprägte → *Kulturlandschaft*. Historisch gewachsen, verschafft sie uns auch regionale Identifikationsmöglichkeiten. Sie wird jedoch heute zunehmend von Verkehrsinfrastrukturen, Siedlungen und anderen Flächennutzungen zerschnitten und ihre Qualität damit großräumig mit Lärm und Abgasen sowie mit Barrieren für die Ausbreitung der Arten geschmälert. Damit verliert sie auch an Erholungswert für die Menschen.

Von 1975 bis zum Jahr 1995 ging in Bayern der Anteil unzerschnittener verkehrsarmer Räume von etwa 39 Prozent der Landesfläche auf knapp 20 Prozent zurück. Seither konnte der Anteil solcher Räume über 100 Quadratkilometer weitgehend erhalten werden. Da Rückbau oder Auflassung bestehender Verkehrswege gesellschaftlich nur schwer akzeptiert werden, müssen die hohen ökologischen Werte der verbleibenden Räume erhalten werden. Heutige Planungsvorhaben müssen dieses Ziel der Biodiversitätsstrategie beachten.



→ [Indikator Landschaftszerschneidung: S. 36](#)

Arten- und Lebensraumschutz erfordert noch mehr Anstrengungen als bisher

Die Entwicklung der Artenvielfalt und Landschaftsqualität zeigt noch keine Trendwende. Nicht nur die Arten, die in landwirtschaftlich genutzten Räumen leben, also Arten wie Kiebitz und Feldhamster sind besonders betroffen. „Allerweltsvögel“ wie die Feldlerche oder die Mehlschwalbe haben seit den 1960er-Jahren ebenfalls um die Hälfte ihres Bestandes oder mehr abgenommen. Eine Erholungstendenz ist weder in der → *Offenlandschaft* noch im Siedlungsbereich sichtbar. Nur bei Vogelarten der Wälder ist seit Mitte der 2000er-Jahre ein schwacher Trend zur Verbesserung zu erkennen. Auch einige Großvogelarten wie der Weißstorch, Uhu, Seeadler oder Kranich entwickeln sich in Bayern positiv. Das hat mit gezielten Artenschutzmaßnahmen und mit einem besseren direkten Schutz zu tun.

2016 und 2017 wurden die → *Roten Listen* für fünf Tiergruppen aktualisiert – eine Entspannung der Gefährdungssituation ist bei ihnen nicht erkennbar. Rund 5,7 Prozent seiner Tierarten und 3,5 Prozent seiner Pflanzenarten hat Bayern bereits verloren. Alarmierend ist der Rückzug vieler ehemals häufiger Arten aus weiten Landesteilen und die Ausdünnung der Bestände einst häufiger Arten. Bei den Wiesenbrütern gibt der geringe Bruterfolg Anlass zu großer Sorge.

Das Ziel der Bayerischen Biodiversitätsstrategie, bis 2020 die Gefährdungssituation für mehr als 50 Prozent der Rote-Liste-Arten um wenigstens eine Stufe zu verbessern ist nicht mehr zu erreichen. Allerdings zeigen die Naturoffensive Bayern mit dem neuen Bayerischen Artenschutzzentrum sowie dem Biodiversitätszentrum am Bayerischen Landesamt für Umwelt und das vom Bayerischen Landtag beschlossene Gesetzespaket zur Artenvielfalt einen klaren Weg für einen besseren Schutz der bayerischen Artenvielfalt auf.



→ [Indikator Artenvielfalt und Landschaftsqualität: S. 37](#)

→ [Indikator Arten der Roten Liste: S. 38](#)

→ [Indikator Flächen für Naturschutzziele: S. 39](#)



→ [Indikator Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert: S. 40](#)

→ [Indikator Säure- und Stickstoffeintrag: S. 42](#)

Gleichbleibender Anteil der Flächen für Naturschutzziele

Schutzgebiete beziehungsweise → *eigentums*gleich oder → *vertraglich gesicherte Flächen* dienen dem Schutz von Arten und Lebensräumen, der Erhaltung der biologischen Vielfalt und der landschaftlichen Eigenart sowie zur Sicherung ökologischer Prozesse. Die Entwicklung zeigt hier den Fortschritt der vergangenen drei Jahrzehnte: Der Bestand der Flächen für Naturschutzziele hat sich in diesem Zeitraum vervierfacht und liegt nun bei einem Anteil von 13,7 Prozent. Für die Zukunft ist ein leichter Zuwachs zu erwarten, da beispielsweise die → *Vertragsnaturschutzflächen* weiter ansteigen sollen.

Noch mehr Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert in Bayern wünschenswert

In der Agrarlandlandschaft sind naturnahe Landschaftselemente sowie → *extensiv genutzte Flächen* von herausragender Bedeutung für den Schutz der biologischen Vielfalt. Hier werden extensiv genutzte, artenreiche Grünland-, Acker-, Streuobst- und Weinbergflächen sowie Brachen erfasst. Aber auch strukturreiche Landschaftselemente wie z. B. Hecken, Raine, Feldgehölze, Gräben und Kleingewässer, soweit sie zur landwirtschaftlich genutzten → *Kulturlandschaft* gehören. Bislang ist der Anteil bayerischer Flächen mit hohem Naturwert seit 2009 um fast einen Prozentpunkt auf 11,5 Prozent im Jahr 2018 angestiegen und liegt damit im deutschlandweiten Mittel. Mit In-Kraft-Treten der Änderung des Bayerischen Naturschutzgesetzes (BayNatschG) ist ein sichtbarer Anstieg zu erwarten. Der Indikator „Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert“ ermöglicht eine Erfolgskontrolle für die Umsetzung des Volksbegehrens.

In Bayern wurden in 2019 über 3,1 Millionen Hektar landwirtschaftlich genutzte Fläche bewirtschaftet. Davon sind rund zwei Millionen Hektar Ackerland und rund eine Million Hektar Dauergrünland. Auf knapp 54 Prozent des Ackerlandes wurde Getreide angebaut, auf gut 27 Prozent (rund 546.000 Hektar) Mais als Silo-, Biogas- oder Körnermais, der damit die bedeutendste Kulturpflanze in Bayern ist. Dagegen liegen die Brachflächen (einschließlich der Stilllegungsflächen) bei rund 48.000 Hektar. Änderungen der Landnutzung können sich nachhaltig auf Artenvielfalt, Gewässer und Boden auswirken.

Das Bayerische Energiekonzept greift diese Frage auf und sieht vor, organische Rest- und Abfallstoffe effizienter zu nutzen und auf vorhandene Quellen wie Gülle zurückzugreifen. Durch neue → *Energiepflanzen* wie die Blühpflanze Silphie oder artenreiche mehrjährige Wildpflanzenmischungen soll das Landschaftsbild künftig abwechslungsreicher und der Anbau umweltverträglicher werden.

Der Eintrag von Säure stagniert, Stickstoff steigt sogar an, beide sind immer noch zu hoch

Beim Säureeintrag aus der Luft haben sich die Werte seit 1990 in etwa halbiert, die Stickstoffeinträge sind um rund ein Drittel zurückgegangen. Der Zehnjahrestrend zeigt für Säure keine eindeutig abwärts weisende Tendenz mehr, für Stickstoff steigt er sogar. Die ermittelten Werte sind für empfindliche Ökosysteme des → *Offenlands*, insbesondere nährstoffarme Biotope wie Heiden, Moore oder natürliches Grasland mit typischer Fauna und Flora und für Wälder aber immer noch zu hoch und überschreiten → *kritische Belastungsgrenzen* (Critical Loads). Vor allem Ammoniak und → *Ammonium* aus der Landwirtschaft führen zu einer unerwünschten Düngung wertvoller Biotopflächen. Abseits von Emissionsquellen werden auf Freiflächen in geschlossenen Waldgebieten regelmäßig geringere Stoffeinträge gemessen. Wegen des Auskämmeffekts der Baumkronen werden Luftverunreinigungen in Wäldern dennoch angereichert. Unter den Kronen werden daher gegenüber dem Freiland erhöhte Stoffeinträge gemessen.

Der deutliche Rückgang in den letzten zweieinhalb Jahrzehnten ist bei den Säureeinträgen generell auf die Reduktion der Schwefeldioxidemissionen aus Verbrennungsprozessen zurückzuführen. In der Landwirtschaft muss die gute fachliche Praxis bei der Ausbringung von Düngemitteln weiterhin im Fokus stehen.

Stickstoffüberschuss bei der landwirtschaftlichen Düngung ist noch zu hoch

Stickstoff gelangt überwiegend als Mineraldünger oder Wirtschaftsdünger (Gülle, Mist) auf die Felder. Während aufgrund rückläufiger Tierzahlen der Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft abnimmt, fallen im Zuge der Energiewende mehr Gärrückstände pflanzlichen Ursprungs aus Biogasanlagen an. Stickstoff, den die Nutzpflanzen nicht mehr verwerten können, wird als Überschuss aus den Böden ausgetragen und findet sich z. B. als → *Nitrat* im Grundwasser wieder. Die Auswirkungen auf den Naturhaushalt sind vielfältig; Versauerung, → *Eutrophierung*, Gewässerbelastungen und Beeinträchtigung der biologischen Vielfalt sind die Folge.

Im Bewertungszeitraum zeigt die Entwicklung für Bayern ein uneinheitliches Bild, es ist kein Trend ersichtlich, die Werte schwanken – auch witterungsbedingt – zwischen 60 bis knapp 90 Kilogramm Stickstoff pro Hektar. Um eine Verbesserung der Situation zu erreichen müssen bei der Ausbringung von Düngemitteln eine standort- und bedarfsgerechte Nährstoffversorgung der Pflanzen und geschlossene Stickstoffkreisläufe beachtet werden. Hierzu wurde in 2017 das Düngerecht novelliert und ein Paket an zusätzlichen freiwilligen Maßnahmen auf den Weg gebracht. Die Förderung des → *Ökolandbaus* ist eine weitere Möglichkeit, den Stickstoffüberschuss in den Griff zu bekommen.



→ [Indikator Stickstoffüberschuss: S. 43](#)

Auswirkungen des Klimawandels verschlechtern den Waldzustand

Waldbestände sind besonders wirksame „Filter“ für Luftschadstoffe, weil Baumkronen die Luft regelrecht auskämmen. Die Auswirkungen der Schadstoffe und anderer Faktoren auf das Ökosystem Wald zeigen sich im Kronenzustand der Bäume. Beim Waldzustand ist seit 2013 eine Verschlechterung zu konstatieren. Der Anteil deutlich geschädigter Bäume ist von 20 auf 35 Prozent gestiegen.

Besonders erfreulich ist, dass sich die Situation der Tanne seit 1983 aufgrund der reduzierten Schwefeleinträge deutlich verbessert hat. Bei der zeitlichen Entwicklung spielen durch Klimawandel verstärkte Witterungseinflüsse eine Rolle. Dies wurde nach dem extrem trockenen Sommer 2013 schon ersichtlich. Auch die aktuellen Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2019 zeigen die negativen Auswirkungen der Hitze und Trockenheit der vergangenen Jahre auf die Vitalität der Waldbäume deutlich. So stieg auch der mittlere Nadel- oder Blattverlust aller Baumarten auf knapp 25 Prozent, also den höchsten Wert seit über 20 Jahren. Im von Hitze und Trockenheit besonders betroffenen Nordbayern sind die Schäden noch größer.

Der Klimawandel wird in Zukunft auch auf den Waldbau großen Einfluss haben. Besonders die weit verbreiteten Fichten- und Fichten-Kiefern-Bestände und neuerdings auch die Buche leiden zunehmend unter Trockenheit, Hitze, Sturmereignissen und Schädlingsbefall. Bayern hatte sich bereits 2008 im Klimaprogramm 2020 ein erstes politisches Zwischenziel von 100.000 Hektar Umbaufläche im Privat- und → *Körperschaftswald* gesetzt. Bis 2018 wurden dort mit staatlichen Fördermitteln rund 66.500 Hektar umgebaut. Im Rahmen der von der Staatsregierung 2017 beschlossenen Waldumbauoffensive 2030 soll der bisherige durchschnittliche Umbaufortschritt auf 10.000 Hektar im Jahr gesteigert werden. Daraus ergibt sich ein neues Gesamtziel von rund 200.000 Hektar Waldumbau bis 2030.



→ [Indikator Waldzustand: S. 41](#)



→ [Indikator Ökologischer Zustand der Oberflächengewässer: S. 44](#)

Weiterhin große Herausforderungen beim ökologischen Zustand der Gewässer

Zur Erhaltung der lebenswichtigen Ressource Wasser muss entsprechend den Vorgaben der → *EG-Wasserrahmenrichtlinie* der gute chemische und ökologische Zustand der Gewässer sichergestellt beziehungsweise zeitnah erreicht werden. Dank der Erfolge in der Abwasserreinigung der vergangenen Jahrzehnte stehen heute bei Oberflächengewässern anstelle der organischen Belastungen vor allem Belastungen durch Nährstoffe, Schadstoffe und Veränderungen der Gewässerstruktur und die fehlende Durchgängigkeit des Gewässernetzes im Fokus. Ökologisch intakte Gewässer weisen neben einer guten Wasserqualität auch möglichst naturnahe Lebensgemeinschaften auf. Infolge der Belastungen sind diese jedoch in den meisten Gewässern stark beeinträchtigt. Ziel ist, für eine große Anzahl von Oberflächengewässern bis 2027 den guten ökologischen Zustand beziehungsweise bei stark veränderten Gewässern das gute ökologische Potenzial zu erreichen.

Mit Stand 2015 erfüllen 135 von 913 Flusswasserkörpern (rund 15 Prozent) dieses Kriterium, bei den Seen sind es 26 von 47 (rund 55 Prozent). In den Maßnahmenprogrammen sind für jeden einzelnen Wasserkörper die durchzuführenden Schritte festgelegt, um für diese Gewässer die Ziele zu erreichen. Geplante Maßnahmen sind z. B. die Reduzierung der Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft und Abwasserentsorgung, die Verbesserung der Durchgängigkeit bei Flussbauwerken für Fische und Sedimente oder das Herstellen oder Entwickeln naturnaher Gewässerläufe und Ufer. Bis 2015 wurden zum Beispiel an über 250 Wasserkörpern Maßnahmen im Bereich Gewässerstruktur und Durchgängigkeit durchgeführt. Zur Senkung der Nährstoffbelastung wurden flächendeckend landwirtschaftliche Förderprogramme und Beratungen sowie weitere Maßnahmen zur Abwasserreinigung umgesetzt. Einige oberirdische Gewässer werden aufgrund der Dauer natürlicher Wirkprozesse von umgesetzten Maßnahmen auch erst nach 2027 die Bewirtschaftungsziele erreichen; für diese Gewässer gelten Fristverlängerungen gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie. Durch die Einführung verpflichtender Gewässerrandstreifen mit der Umsetzung des Volksbegehrens für mehr Artenvielfalt „Rettet die Bienen“ ist hier eine weitere Reduzierung des Nährstoffeintrags zu erwarten.

Die Einbeziehung der Öffentlichkeit in den Planungs- und Umsetzungsprozess ist ein wichtiger Baustein der Richtlinie. Geplante Maßnahmen an staatlichen Gewässern werden in Umsetzungskonzepten der Wasserwirtschaftsämter regional vorgestellt und abgestimmt. Mit der Auslegung aktualisierter Entwürfe der Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme Ende 2020 liegen erneut belastbare Grundlagen für eine der wichtigsten Zukunftsaufgaben der Wasserwirtschaft vor.

Umwelt und Gesundheit

Gesundheit ist für uns ein hohes Gut und häufig richten wir unsere Lebensführung danach aus. Zudem ist sie in einer belasteten oder geschädigten Umwelt nur schwer vorstellbar. Mit dem uns umgebenden Verkehrsgeschehen stehen vor allem Luftschadstoffe und Lärm in Verbindung. Wenn solche Belastungen nicht nur im direkten Wohnumfeld, sondern auch in Natur und Landschaft reduziert werden, kommt dies auch dem Menschen selbst zugute. Lebensqualität und Wohlbefinden steigen.

Luftqualität verbessert sich

Luftschadstoffe werden vom Verkehr, Haushalten, Industrie und Gewerbe ausgestoßen. Vor allem erhöhte Werte von → *Feinstaub* und → *Stickstoffdioxid* in der Außenluft der Städte erfordern Gegenmaßnahmen, die inzwischen auch deutliche Erfolge zeigen.

Besonders für Feinstaub-PM₁₀ zeigt sich im Zehn-Jahres-Zeitraum an den innerstädtischen Hintergrundmessstationen ein deutlicher Rückgang. Auch für Stickstoffdioxid ist mittlerweile ein abnehmender Trend abzulesen, der insbesondere auf aktuellen Maßnahmen in der Minderung der Verkehrsemission in stark verkehrsbelasteten innerstädtischen Bereichen beruht.

Regional, jahreszeitlich und witterungsbedingt können für einzelne Schadstoffe deutliche Unterschiede auftreten. Insbesondere in den Wintermonaten herrschen bodennah häufig sehr schlechte Austauschbedingungen vor, die zu einer Anreicherung der eingebrachten Schadstoffe führen. Die in der Heizperiode wie etwa durch Hausfeuerung zusätzlich eingebrachten Feinstaubemissionen intensivieren die Situation. Luftreinhaltepläne mit ihren Umweltzonen und neue gesetzliche Anforderungen an kleine und mittlere Feuerungsanlagen sind nützliche Steuerungsinstrumente der Luftreinhaltung. Für Feinstaub-PM₁₀ wird bayernweit seit 2007 der Jahresmittelgrenzwert und seit 2012 die zulässige Überschreitungshäufigkeit des Tagesmittelgrenzwerts eingehalten. Für Stickstoffdioxid wird an einzelnen stark verkehrsbelasteten innerstädtischen Messstellen der Jahresmittelgrenzwert noch überschritten (im Jahr 2018 an 4 von 46 NO₂- Messstationen). Die zulässige Überschreitungshäufigkeit für den Stundenmittelwert wurde zuletzt im Jahr 2015 an einer Messstelle überschritten.

Zunahme des Verkehrslärms in Bayern noch immer ungebrochen

Der Schutz vor Lärm bleibt weiterhin eine der ganz großen Herausforderungen für alle Akteure im Umweltschutz. Bei Dauerbelastungen oberhalb von 65 → *Dezibel* am Tag und 55 Dezibel während der Nacht besteht nach medizinischen Erkenntnissen ein höheres gesundheitliches Risiko von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, von Bluthochdruck und weiteren Erkrankungen. Für viele Menschen ist die Belästigung durch Lärm, und hier insbesondere durch den Straßenverkehrslärm, auch eine Hauptursache für eine Beeinträchtigung des persönlichen Wohlbefindens.

In Bayern sind aktuell rund 350.000 Menschen einer Lärmbelastung von über 65 Dezibel (tags) und knapp 500.000 Menschen einer Lärmbelastung von über 55 Dezibel (nachts) durch Umgebungslärm an Hauptverkehrsstraßen und Schienenwegen ausgesetzt. Diese Daten sind auf der Grundlage der → *europäischen Umgebungslärmrichtlinie* erhoben und werden regelmäßig fortgeschrieben. Im Vergleich der Länder liegt Bayern im besseren Drittel, wobei die Stadtstaaten erwartungsgemäß höhere Anteile vom Lärm betroffener Menschen ausweisen.



→ [Indikator Luftqualität: S. 52](#)

→ [Indikator Lärmbelastung: S. 53](#)



→ [Indikator Straßenverkehrslärm: S. 54](#)



→ [Indikator Güterverkehrsleistung: S. 55](#)



→ [Indikator Öffentlicher Personennahverkehr: S. 56](#)

Deutschlandweit ist der Straßenverkehrslärm bei weitem der Hauptverursacher der Gesamtlärmbelastung. Im Vergleich zu 1960 beträgt die Belastung heute fast das Sechsfache, im aktuellen Zehnjahrestrend nimmt sie weiter zu. Die Emissionen des Straßenverkehrslärms sind wesentlich gleichmäßiger als die anderen Lärmquellen über die Fläche verteilt. Der Straßenverkehr nimmt seit Jahrzehnten stetig zu, während die spezifischen Geräuschemissionen der Kraftfahrzeuge im fließenden Verkehr in den letzten 30 Jahren nahezu gleich geblieben sind.

Die EG-Richtlinie über Umgebungslärm sieht die Erstellung von Lärmkarten und Aktionsplänen zur Lärminderung vor. Vor allem in den Städten und Ballungsräumen Bayerns bleibt aber die Lärmbelastung durch den Straßenverkehr ein noch immer ungelöstes Umweltproblem.

Gütertransporte wieder auf hohem Niveau: Bahn und Schiff weiter rückläufig

Unternehmen sind auf einen zuverlässigen Lieferverkehr angewiesen und die privaten Haushalte gewöhnen sich immer mehr an eine ständige Verfügbarkeit von Konsumprodukten und deren Lieferung frei Haus. Im Gleichklang mit der wirtschaftlichen Entwicklung hat in Bayern der Transport von Waren im Straßen-, Eisenbahn- und Binnenschiffsverkehr wieder das hohe Niveau von vor der Finanzkrise erreicht. Seit 1995 ist die Güterverkehrsleistung um 40 Prozent auf inzwischen 58,5 Milliarden → *Tonnenkilometer* angestiegen. Während Prognosen einen weiteren deutlichen Anstieg erwarten lassen, sind Staus, Lärm und andere Belastungen von Umwelt und Gesundheit eine Kehrseite dieser Entwicklung.

Dabei ist der Anstieg nahezu ausschließlich durch den Gütertransport auf der Straße begründet. Die umweltfreundlichere Bahn und Binnenschifffahrt haben mit nur etwa 15 Prozent eine unverändert deutlich untergeordnete Rolle und deren Anteil an der Verkehrsleistung nimmt inzwischen sogar ab. Diese Entwicklung läuft somit dem Ziel der aktuellen Bayerischen Nachhaltigkeitsstrategie entgegen, der Verlagerung möglichst großer Verkehrsanteile von der Straße auf die Schiene und auf Wasserstraßen.

Öffentlicher Personennahverkehr in Bayern: Früher ein Anstieg, heute der Stillstand

Mobilität ist heute eine Selbstverständlichkeit. Die tägliche Fahrt zur Arbeitsstelle und zum Einkaufen gehört für viele ebenso zur Normalität wie Wochenendausflüge. Auch für den Personenverkehr wird ein weiterer deutlicher Anstieg erwartet. Öffentliche Verkehrsmittel sind dabei umweltfreundlicher als der motorisierte Individualverkehr und so hat die Bayerische Nachhaltigkeitsstrategie auch die Verlagerung großer Verkehrsanteile von der Straße auf öffentliche Verkehrsmittel zum Ziel.

Während bis zum Jahr 2010 in Bayern die Verkehrsleistung im öffentlichen Personennahverkehr noch erkennbar anstieg, ist im Zehnjahrestrend inzwischen eine Stagnation eingetreten. Mit rund 1.370 → *Personenkilometern* pro Jahr und Einwohner liegt sie derzeit etwas über dem deutschen Durchschnitt.

Ziel der Wasserrahmenrichtlinie beim Nitrat im Grundwasser noch nicht erreicht

Trinkwasser wird in Bayern vor allem aus dem Grundwasser gewonnen. Erhöhte → *Nitratgehalte* können der menschlichen Gesundheit schaden und haben auch Einfluss auf den Stoffhaushalt oberirdischer Gewässer. Vor allem Stickstoffausträge aus landwirtschaftlich genutzten Böden sind von Bedeutung.

Die mittlere Belastung des bayerischen Grundwassers mit Nitrat zeigt seit Beginn der 1990er-Jahre keine großen Veränderungen. Im Zehnjahrestrend sind weiterhin keine signifikanten Änderungen erkennbar. Geringe Unterschiede zwischen den Jahren können witterungsbedingt sein: So kann etwa die Verdünnung durch höhere Niederschläge zu

einer geringeren Nitratkonzentration im Grundwasser führen. Der europaweit festgelegte Grenzwert von 50 Milligramm pro Liter wird von etwa 6 Prozent der langjährig beobachteten Messstellen, der Wert für mäßige Nitratbelastungen (25 Milligramm pro Liter) von 30 Prozent überschritten.

Die → *EG-Wasserrahmenrichtlinie* sieht vor, dass die → *Grundwasserkörper* den guten chemischen Zustand bis 2015 – spätestens bis 2027 – erreichen. Hierzu ist eine Reduzierung der Stickstoffeinträge erforderlich, die nur Hand in Hand mit der Landwirtschaft erreicht werden kann. In Bayern befinden sich aktuell 48 von 256 ausgewiesenen Grundwasserkörpern hinsichtlich Nitrat in einem schlechten chemischen Zustand. Dies entspricht circa 23 Prozent der Landesfläche.

Luftgetragene Schwermetalle auf niedrigem Niveau, jedoch kein Rückgang mehr

→ *Schwermetalle* werden aus vielfältigen Quellen freigesetzt und gelangen über den Luftweg auf Pflanzen und in die Böden. Aufgrund ihrer Beständigkeit verbleiben und verbreiten sich diese Stoffe weiterhin in der Umwelt und können auch in die Nahrungskette gelangen. Abgesehen von einigen lebensnotwendigen Spurenmetallen können Schwermetalle toxisch wirken.

Noch bis 2010 nahm die Hintergrundbelastung mit Schwermetallen aus der Luft in Bayern im Zehnjahrestrend stets ab, allerdings setzt sich diese positive Entwicklung nicht mehr fort. Die Schwermetalleinträge in Bayern steigen im Bewertungszeitraum 2009 bis 2018 erstmals an. Eine Ursache hierfür sind höhere Gesamtstaubeinträge in den letzten Jahren. Der Anstieg kann aber auch durch methodische Änderungen in der analytischen Bestimmung beeinflusst sein. Zudem gibt es Unterschiede zwischen den einzelnen Elementen: Während beispielsweise die Einträge von Blei und Zink in den letzten zehn Jahren keinen eindeutigen Trend aufweisen, steigt der Eintrag der durch den Kfz-Verkehr emittierten Metalle Bismut und Zinn.



→ [Indikator Nitrat im Grundwasser: S. 57](#)



→ [Indikator Schwermetalleintrag: S. 58](#)

Ressourcen und Effizienz

Die gewerbliche Wirtschaft, die Landwirtschaft aber auch die öffentliche Infrastruktur benötigen natürliche Ressourcen. Eine solche Nutzung von Rohstoffen, Energie, Wasser und Böden ist untrennbar mit unserer wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklung verknüpft. Deren sparsamer und effizienter Einsatz ist Voraussetzung für nachhaltiges Wirtschaften.



→ [Indikator Ressourcenproduktivität: S. 68](#)

Erfolge bei der Ressourcenproduktivität untermauern nachhaltiges Wirtschaften in Bayern

Ressourcen sind nicht unbegrenzt verfügbar oder nur beschränkt regenerationsfähig und müssen daher effizient genutzt werden. In Bayern steigt die volkswirtschaftliche Wertschöpfung (Bruttoinlandsprodukt) weiterhin stärker an als der Verbrauch an Rohstoffen, Energie, Wasser und Böden. Diese Entkopplung ist ein Ausdruck nachhaltigen Wirtschaftens und belegt, dass Bayern bei einer effizienten Ressourcennutzung in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich Fortschritte macht. Während im Zehnjahrestrend die → *Ressourcenproduktivität* also laufend zunimmt, gehen die für eine Gesamtbetrachtung wichtigen absoluten Verbrauchswerte für Rohstoffe und Fläche leider noch nicht zurück. Dagegen nimmt der Energieverbrauch bereits ab.



→ [Indikator Abfallaufkommen: S. 66](#)

Abfallmengen aus bayerischen Haushalten nehmen weiterhin zu

Wirtschaft und Privathaushalte erzeugen täglich Abfälle, die entsorgt werden müssen. 2018 waren dies im Durchschnitt für jeden Einwohner Bayerns rund 486 Kilogramm Abfall. Das → *Abfallaufkommen* hat sich seit 1990 trotz gesteigerter Wirtschaftsleistung kaum verändert. 1993 erreichte es mit 480 kg pro Einwohner und Jahr den niedrigsten Stand. Bereits der letzte Umweltbericht hat für den zehnjährigen Bewertungszeitraum einen steigenden Trend des Abfallaufkommens festgestellt. Diese Entwicklung hält nach wie vor an. Unterschiede gibt es beim Abfallaufkommen zwischen Stadt und Land. Im ländlichen Raum ist die Abfallmenge geringer, auch die Größe der Haushalte und das Konsumverhalten der Menschen beeinflussen die Abfallmenge. Ein Verzicht auf unnötiges Verpackungsmaterial, die mehrmalige Verwendung von Produkten und die Reparatur langlebiger Gebrauchsgüter könnten zur Abfallvermeidung beitragen.



→ [Indikator Verwertungsquote: S. 67](#)

Hohe Verwertungsquote für Abfälle dient dem Ressourcenschutz in Bayern

Der weltweite Vorrat an Erzen und anderen Industrierohstoffen ist begrenzt. Die vermehrte Rückgewinnung von → *Sekundärrohstoffen* aus dem Abfall ist daher unerlässlich. Dies gilt in zunehmendem Maße für viele wichtige Metalle wie Kupfer, Nickel und Aluminium. Unser Abfall ist also nicht wertlos, sondern enthält wiederverwendbare Bestandteile, die über Sammelsysteme einer Aufbereitung zugeführt und erneut in den Wirtschaftskreislauf eingespeist werden können. Die → *Verwertungsquote* nimmt in Bayern weiterhin zu und erreichte im Jahr 2018 knapp 67 Prozent. In den vergangenen sieben Jahren konnte sie jedoch nur in geringem Umfang gesteigert werden.

Öko-Landbau: Lebensmittelproduktion und Ressourcenschutz unter einem Hut

Dem Schutz der Ressource Boden wird im ökologischen Landbau besondere Bedeutung beigemessen. Angestrebt werden möglichst geschlossene Betriebskreisläufe und damit eine Ressourcen schonende Bewirtschaftung und eine umweltverträgliche landwirtschaftliche Produktion. Eine solche nachhaltige Wirtschaftsweise ist die Grundlage einer dauerhaften Ertragsfähigkeit des Bodens. Zusätzlich schont der konsequente Verzicht auf chemisch-synthetische Hilfsmittel die Gewässer und trägt zur Vielfalt der Arten und Lebensgemeinschaften bei.

Die Fläche, die nach den Vorgaben des ökologischen Landbaus in Bayern bewirtschaftet wird, nimmt seit Jahrzehnten stetig zu. Im Jahr 2018 lag ihr Anteil bei 11 Prozent und damit über dem Bundesdurchschnitt (9,1 Prozent). Bayern nimmt mit knapp 9.900 Ökobetrieben und einer bewirtschafteten Fläche nach Kriterien des ökologischen Landbaus von knapp 345.000 Hektar bundesweit den Spitzenplatz ein. Fast ein Drittel aller deutschen Ökobetriebe wirtschaften in Bayern.



→ [Indikator Ökologische Landwirtschaft: S. 69](#)

Flächenverbrauch auf hohem Niveau: Anspruchsvolles Ziel der Staatsregierung

Bayern ist ein wirtschaftlich erfolgreiches und wachsendes Land. In den letzten fünf Jahren wuchs die Zahl der Arbeitsplätze um 400.000, die der Einwohner um 500.000. Damit verknüpft ist auch ein hoher Bedarf an Wohnraum, Gewerbeflächen und Verkehrsinfrastruktur. Immer mehr Siedlungs- und Verkehrsflächen beanspruchen die Umwelt und verändern das Landschaftsbild unserer Heimat.

Böden sind Ressourcen, die im Naturhaushalt vielfältige Funktionen erfüllen. Deren → *Versiegelung* beeinträchtigt den Wasserhaushalt, Lebensräume und Arten sowie das Lokalklima und die Luftqualität. Bayernweit wurden im Jahr 2018 durchschnittlich 10 Hektar Freiflächen pro Tag für Siedlungs- und Verkehrszwecke umgenutzt. Der Anteil der Siedlungs- und Verkehrsflächen macht inzwischen 12,1 Prozent der Landesfläche aus. Auf gut der Hälfte von diesen Flächen ist der Boden versiegelt. Seit dem Jahr 2000 hat die → *Bodenversiegelung* jährlich um durchschnittlich 44,7 Quadratkilometer zugenommen.

Der → *Flächenverbrauch* in Bayern schwankt seit Jahren auf hohem Niveau. Für eine nachhaltige Raumentwicklung muss der Flächenverbrauch erheblich verringert werden. Die Staatsregierung hat dies in der Bayerischen Nachhaltigkeitsstrategie 2017 bekräftigt und bekennt sich im Koalitionsvertrag zum Bundesziel, bis 2030 den Flächenverbrauch auf unter 30 Hektar pro Tag zu reduzieren. Mit der neuen Flächensparoffensive wurde 2019 ein umfangreicher Maßnahmenkatalog verabschiedet, der auch einen Einstieg in einen andauernden Prozess zur Reduzierung des Flächenverbrauchs bedeutet.



→ [Indikator Siedlungs- und Verkehrsfläche: S. 70](#)

→ [Indikator Flächenverbrauch: S. 71](#)

Neue Nutzungen von ehemaligen Altlasten durch Flächenrecycling

In der Wiedernutzung von ehemaligen → *Altlasten* liegt eine weitere Möglichkeit, den Flächenverbrauch zu reduzieren. So können z. B. ehemalige Deponien als Standorte für Photovoltaikanlagen Verwendung finden. Längst geschlossene Produktionsstandorte oder aufgelassene Kasernen werden saniert und als Wohn-, Freizeit- oder Gewerbegebiete wiedergenutzt. 16.864 Flächen mit Altlasten oder → *Altlastverdacht* sind in Bayern bekannt und registriert. Grundstücke, für die eine Klärung des Altlastverdachts und eine Beseitigung von Gefahren vorliegen, können durch Flächenrecycling wieder verwendet werden. Seit 2001 konnte die Anzahl der geklärten Verdachtsflächen von etwa 3.800 Flächen auf inzwischen etwa 12.400 Flächen gesteigert werden. Das Ziel bis 2020 insgesamt 12.000 Verdachtsflächen zu klären, wurde bereits 2019 übertroffen.



→ [Indikator Altlasten: S. 72](#)

NEUE IMPULSE FÜR DIE POLITIK: 17 GLOBALE ZIELE DER VEREINTEN NATIONEN

↓ [Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung \(1\)](#)

Mit der Agenda 2030 haben die Vereinten Nationen erstmals einen universell gültigen Zielkatalog formuliert, der Entwicklungs- und Umweltaspekte zusammenfasst. Der Beschluss der Vollversammlung vom September 2015 in New York enthält 17 globale Ziele für eine nachhaltige Entwicklung, die weltweit Orientierung geben für Regierungen, Zivilgesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft. Damit sollen die natürlichen Lebensgrundlagen besser geschützt und die Chancen der Menschen heute sowie die Chancen unserer Kinder und Enkel auf ein Leben in Würde und Wohlstand gewahrt werden.

Damit nehmen die UN-Nachhaltigkeitsziele (Sustainable Development Goals – SDGs) für die Umwelt- und Ressourcenpolitik aller Staaten dieser Welt eine zentrale und wegweisende Bedeutung ein und geben ihr eine neue Qualität. Auch deshalb, weil sie das seit Rio 1992 bestehende Nebeneinander von „Umwelt und Entwicklung“ beenden und der Politik auf allen Ebenen neuen Rückenwind verleihen.

↓ [Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie \(2\)](#)

So wurden die SDGs auch bei der Neuauflage der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie 2016 und ihrer letzten Aktualisierung in 2018 berücksichtigt. Die Bundesländer begrüßen darin ausdrücklich diesen neuen ambitionierten Handlungsrahmen. Auch die Fortschreibung der Bayerischen Nachhaltigkeitsstrategie im Jahr 2017 nimmt Impulse der SDGs auf und verdeutlicht die Beiträge der Staatsregierung zur Umsetzung in Bayern.

↓ [Bayerische Nachhaltigkeitsstrategie \(3\)](#)

Kernbestandteil von Nachhaltigkeitsstrategien sind neben den Zielen auch aussagekräftige Indikatoren. Mit der Neufassung der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie wurden daher nicht nur deren Ziele den neuen SDGs zugeordnet, sondern auch passende Indikatoren festgelegt, mit deren Hilfe das Statistische Bundesamt regelmäßig über Fortschritte und Defizite berichtet.

Auch in den aktuellen Umweltbericht Bayern fließen erstmalig die SDGs mit klarem Umweltbezug ein. Damit ist eine Ersteinschätzung möglich, welcher Beitrag zur Umsetzung des jeweiligen globalen Entwicklungsziels von Bayern derzeit geleistet wird.



Die im Umweltbericht verwendeten UN-Nachhaltigkeitsziele sind in der Grafik durch einen hellgrauen Rand hervorgehoben.

UMWELTQUALITÄT HEUTE: ENTWICKLUNGSTRENDS FÜR WASSER, BODEN, LUFT UND NATUR

Unsere Lebensqualität hängt auch von der Umwelt ab. Fast alle befragten Menschen in Deutschland sind der Meinung, dass zu einem guten Leben eine intakte natürliche Umwelt unbedingt dazu gehört. Die letzte Umweltbewusstseinsstudie aus dem Jahr 2018 kommt auch zum Ergebnis, dass die meisten mit der Umweltqualität zufrieden sind. Allerdings fühlen sich viele durch Lärm und Luftverschmutzung belästigt, vor allem durch Straßenverkehr. Acht von zehn Befragten halten einen Mobilitätswechsel vom Auto hin zu umwelt- und klimaschonenden Alternativen in der eigenen Stadt oder Gemeinde für wünschenswert. Für zwei Drittel der Menschen ist Umwelt- und Klimaschutz auch zur Bewältigung von Zukunftsaufgaben eine grundlegende Bedingung.

Die Wirtschaft in Bayern wächst seit vielen Jahren ungebrochen. Besonders im Lichte dieser Entwicklung stellt sich die Frage, inwieweit es dennoch gelingen kann, dem Klimawandel, dem Artensterben, dem hohen → *Flächenverbrauch* und einer mancherorts mangelhaften Luftqualität wirkungsvoll entgegen zu treten.

Gute Gründe also, um die Umweltqualität in Bayern regelmäßig näher unter die Lupe zu nehmen, so wie es auch das Bayerische Umweltinformationsgesetz im Artikel 11 fordert. Zentrales Anliegen des vorliegenden Berichtes ist es daher, aus der Vielfalt an Umweltthemen jene auszuwählen, die für Bayern wirklich bedeutend sind und hierzu die aktuellen Entwicklungstrends und Herausforderungen zu beschreiben.

Hierzu kommen auch wieder Expertinnen und Experten mit Fachwissen und persönlichen Einschätzungen zu Wort. Zum Einstieg in jedes Kapitel lenken sie unseren Blick auf heutige Schwerpunktthemen und Handlungsansätze im Umwelt- und Ressourcenschutz.

Für das Klima, die Ökosysteme oder für die Umwelteinflüsse auf unsere Gesundheit gilt gleichermaßen: Die Datengrundlagen sind so umfassend wie nie zuvor und wir können hieraus weitreichende Erkenntnisse ableiten. Um Zusammenhänge besser verstehen zu können, müssen wir Wege finden, diese Komplexität der Umwelt einfacher zu beschreiben. Dazu ermittelt das Bayerische Landesamt für Umwelt die sogenannten Umweltindikatoren, die eine Umweltbewertung ermöglichen. Mithilfe der Umweltindikatoren schauen wir näher hin: Gemessen am aktuellen Umweltzustand und den gesetzten staatlichen Zielen besteht besonders hier noch Handlungsbedarf.

Die Entwicklungen dieser Umweltindikatoren werden nachfolgend anhand einer knappen Aussage dargestellt: Ob eine Entwicklung in eine erfreuliche Richtung geht, unklar ist oder weiterhin kritisch bleibt, wird für jeden Indikator kompakt beschrieben. Nach vielen Jahren der Umweltberichterstattung in Bayern taucht dabei zunehmend auch die spannende Frage auf, ob und wie sich diese jeweils neu ermittelten Trends im Laufe der Zeit selbst verändert haben.

Die Komplexität mancher Themen erschwert es, diese im Rahmen der hier gebotenen Kürze anschaulich genug darzustellen. Deshalb rückt der Umweltbericht am Ende eines Kapitels jeweils ein „Blickpunktthema“ in den Vordergrund. Neue Herausforderungen aber auch Umweltthemen, die unser aller Aufmerksamkeit erfordern, werden hier näher beleuchtet.

↓ [Umweltbewusstsein in Deutschland \(4\)](#)

↓ [Bayerisches Umweltinformationsgesetz \(5\)](#)

Klima und Energie

Natur und Landschaft

Umwelt und Gesundheit

Ressourcen und Effizienz



Klima und Energie

KLIMAWANDEL

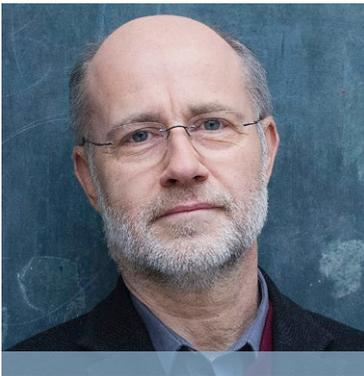
KLIMASCHUTZ

ENERGIE

Das Klima spielt eine Schlüsselrolle für das Leben auf der Erde, denn Temperatur und Wasser beeinflussen alle biologischen Vorgänge. Durch den zunehmenden Ausstoß von Treibhausgasen hat der Mensch die Atmosphäre verändert. Dies wirkt sich je nach Region unterschiedlich auf das Klima aus – mit gravierenden Folgen für Mensch und Umwelt.

Wir müssen den fortschreitenden Klimawandel bremsen und zugleich Strategien entwickeln, um uns an dessen nachteilige Folgen anzupassen.

Ein wesentlicher Ansatzpunkt ist dabei die Energieversorgung. Um den Ausstoß von klimaschädlichen Treibhausgasen einzudämmen, soll der Energiebedarf gesenkt, die Energieeffizienz verbessert und die Erzeugung erneuerbarer Energien weiter ausgebaut werden.



Prof. Dr. Harald Lesch

leitet seit 1995 den Lehrstuhl für Theoretische Astrophysik an der LMU München und ist seit 2002 Lehrbeauftragter Professor an der Hochschule für Philosophie München. Seit 2016 gehört er dem Bayerischen Klimarat an. Beim ZDF ist er seit 2008 als Wissenschaftsmoderator tätig. Er ist Autor der Publikation „Die Menschheit schafft sich ab“ (mit Klaus Kamphausen).

KLIMAWANDEL: WENIGER DEBATIEREN, MEHR HANDELN

Die ersten Klimakonferenzen fanden bereits Anfang der 1990er-Jahre statt, dennoch stellt sich bei den gegenwärtigen Debatten die Frage: Ist die Gesellschaft schon im „Betriebsmodus“ um auf die Folgen des Klimawandels zu reagieren? Zu den Herausforderungen in und für Bayern befragten wir Herrn Professor Harald Lesch.

Der Klimawandel ist eine globale Herausforderung. Was können wir im kleinen Bayern dagegen denn schon tun?

Ja, wenn sich alle auf der Welt das fragen würden, dann würde nichts passieren. Gerade wir in Bayern, als Teil einer der reichsten Industrienationen, haben Verantwortung. Unsere Entwicklung der letzten eineinhalb Jahrhunderte hat dazu beigetragen, dass die Atmosphäre in dem heutigen Zustand ist. In der Politik gilt es, dafür zu sorgen, dass wir zeigen: Es ist möglich, sich innerhalb einer Generation auf erneuerbare Energien umzustellen. Auf der Liste der Klimaschutzmaßnahmen ist Deutschland inzwischen weit abgesunken – in der Bundesliga wären wir nicht einmal auf dem Relegationsplatz.

Das Wissen über den Klimawandel und seine Auswirkungen ist vorhanden, warum handeln wir nicht?

Derzeit sieht es so aus, als ob die ökonomischen Rahmenbedingungen für diejenigen, die sich ökologisch richtig verhalten wollen, immer noch nicht positiv genug sind. Wir unterstützen viel zu wenig das ökologisch Sinnvolle und wir unterstützen zu sehr das ökologisch Sinnlose. Das Umweltbundesamt hat eine Schrift über umweltschädliche Subventionen herausgebracht: Im Jahr 2012 beliefen sie sich auf 57 Milliarden Euro. Dazu zählt unter anderem die Subvention des Kerosins bei internationalen Flügen. Ich habe der Bayerischen Staatsregierung schon oft empfohlen, immer wieder darüber zu berichten, wie viel Geld wir – bedingt durch den Klimawandel – schon jetzt in die Hand nehmen müssen, um die Daseinsvorsorge, z. B. die Wasserversorgung, sicherzustellen. Diese Information ist wichtig um klarzumachen: Die Effekte in Bayern sind real! Hysterie ist aber auch nicht angebracht. Wir dürfen nicht vergessen, uns an der eigenen Nase zu fassen, wenn es um notwendige Verhaltensänderung geht. Je später wir damit anfangen, desto stärkere Veränderungen sind in Zukunft zu erwarten und desto höher wird der Preis den wir zahlen müssen.

Welche Bedeutung hat für Sie die Anpassung an die bereits bestehenden Folgen des Klimawandels in einem künftigen Klimaschutzgesetz?

Es wäre schön, wenn wir die fortschreitende globale Erwärmung verhindern könnten, so dass unsere Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel auf einem minimalen Niveau ausreichen. Andernfalls müssen wir viel stärker investieren, als uns lieb ist. Politik hat hier die wichtige Aufgabe der Kommunikation. Wir müssen der Bevölkerung deutlicher machen, in welchem Zustand z. B. unser Wald, unsere Flüsse, unser Agrarbereich sind. Dazu sind Infoplattformen nötig, auf denen alle nachschauen können: Sind wir mit dem, was wir bis jetzt unternommen haben auf dem richtigen Weg oder müssen wir nachsteuern. Wir brauchen eine engere Verzahnung dieser Informationen, sie sollen transparent und für die Öffentlichkeit nachvollziehbar sein. Deshalb glaube ich, dass es mit der Verabschiedung eines Klimaschutzgesetzes allein nicht getan ist.

Eine persönliche Frage zum Schluss: Welcher Beitrag zum Umweltschutz ist Ihnen als Privatmensch besonders wichtig?

Ich fliege so wenig wie es nur geht und nutze möglichst öffentliche Verkehrsmittel. Meine Aufgabe als Wissenschaftler sehe ich aber auch darin, Sachverhalte aufzuklären und zu berichten, welche Risiken es da draußen gibt. Die Gesellschaft braucht die Möglichkeit, über Risikofragen zu diskutieren und diese zu bewerten. Und wenn ich die Resonanz der Fridays for Future-Bewegung höre, dann sind alle ganz froh darüber, dass ein paar Frauen und Männer in Bayern sich immer wieder öffentlich dazu äußern.

ÖKOLOGIE UND WASSERKRAFT: EIN WIDERSPRUCH?

Die LEW Wasserkraft GmbH hat im Zuge der Illerstrategie 2020, einem Projekt zur nachhaltigen Nutzung der Wasserkraft, das vor allem auf die Verbesserung der Gewässerökologie abzielt, zahlreiche Maßnahmen an der Iller umgesetzt. Zu den Herausforderungen und Grenzen des Projektes befragten wir Ralf Klocke von der LEW.

Herr Klocke, bei dem Projekt geht es um bauliche Maßnahmen an rund 30 Kilometern Fließstrecke und fünf Wasserkraftanlagen. Welche Fachleute haben Sie sich für die erfolgreiche Planung und Umsetzung „ins Boot geholt“?

Bei der Illerstrategie 2020 haben wir einen Lenkungskreis installiert, der uns berät, aber auch mitentscheidet. Zu diesem Lenkungskreis gehören Vertreter des Umweltministeriums, des Landesamtes für Umwelt, der Regierung von Schwaben, der Fischereifachberatung und des Landesfischereiverbandes. Wir haben auch die Wissenschaft eng eingebunden, wie beispielsweise die Universitäten Innsbruck und Augsburg.

Bauliche Eingriffe in Natur und Landschaft werden oft kritisch gesehen. Wie haben Sie die Öffentlichkeit informiert und wird Wasserkraft und Ökologie als Widerspruch wahrgenommen?

Wir bei LEW Wasserkraft gehen seit vielen Jahren neue Wege der Zusammenarbeit und das mit Erfolg. Beispielsweise führen wir seit über 20 Jahren regelmäßig Jahresgespräche, in denen wir informieren, aber auch in den Dialog mit den → Stakeholdern treten. Das hat sich bewährt und führt dazu, dass sich vermeintliche Widersprüche auch zusehends auflösen. Wasserkraft und Ökologie gehören heute zusammen, das zeichnet eine nachhaltige Wasserkraft ja gerade aus.

Reden wir über Geld: Welche finanziellen Möglichkeiten haben Sie genutzt und wie weisen Sie den ökologischen Erfolg der Maßnahmen nach?

Die Illerstrategie 2020 ist ein sehr positives Beispiel für die erfolgreiche Anwendung des Eckpunktepapiers zur nachhaltigen Wasserkraftnutzung an staatlichen Gewässern in Bayern. In der Illerstrategie 2020 sollen die Vorteile, die wir aus der Vereinbarung mit dem Freistaat Bayern ziehen, der Iller im ökologischen Sinne zu Gute kommen. Einige unserer Projekte gehen über das übliche Maß der Anforderungen hinaus. Im LIFE-Projekt zum „Geschiebemanagement in staugeregelten Flüssen“ nutzen wir die Fördermöglichkeiten der EU. Bei einem Projektvolumen von 1,8 Millionen Euro werden 1,1 Millionen Euro von der EU finanziert. Das ist natürlich für uns ein Riesenvorteil, aber auch eine Verantwortung, die wir gerne übernehmen.

Für uns sind die Fischereifachberatung, aber auch die Fischer vor Ort ganz wichtige Partner, die alle daran mitwirken, beim laufenden Fischmonitoring den Erfolg der Maßnahmen zu erfassen. Mit unseren Umgehungsgewässern wollen wir neben der Durchgängigkeit zusätzlich auch neuen Lebensraum für Fische schaffen. Die Natur aus zweiter Hand wird von den Fischen angenommen – wir haben Laicherfolge für wichtige Fischarten wie Barbe, Nase, Äsche und Huchen nachgewiesen.

Eine persönliche Frage zum Schluss: Welcher Beitrag zum Umweltschutz ist Ihnen besonders wichtig?

Ich bin selbst Fischer und deshalb ist die naturnahe Entwicklung von Gewässern für mich von ganz besonderem Wert. Ich beschäftige mich seit über 30 Jahren mit dem Thema und sehe, dass man immer wieder neue Möglichkeiten am Gewässer entwickeln kann, die so noch nicht im Lehrbuch stehen. Deswegen ist es mir beispielsweise wichtig, mit Pilotprojekten weitere Erkenntnisse zu sammeln. Schön, wenn diese Projekte dann erfolgreich sind und zum Beispiel – wie geschehen – ein Huchenpaar bei uns in der Fischaufstiegsanlage ablaicht.



Ralf Klocke

leitet seit 2003 die Sparte Wasserbau der Lechwerke Wasserkraft GmbH. Zuvor war er sieben Jahre lang Projektleiter für Ingenieur- und Wasserbauprojekte bei der Lechwerke AG und sechs Jahre Projektleiter bei Lahmeyer International, München. Ökologische Fragen bei der Wasserkraft sind täglicher Bestandteil seines Berufs.



- ↘ [Bayerns Klima im Wandel \(6\)](#)
- ↘ [Klimawandel und Zugvögel \(7\)](#)
- ↘ [Verschiebung des Frühlingsbeginns \(8\)](#)
- ↘ [Klimawandel und Jahreszeiten \(9\)](#)
- ↘ [Kohlendioxidemissionen: S. 25](#)
- ↘ www.liki.nrw.de

(Definition: Seite 77)

Aktueller Wert im Internet

Beginn der Apfelblüte in Bayern seit 1989

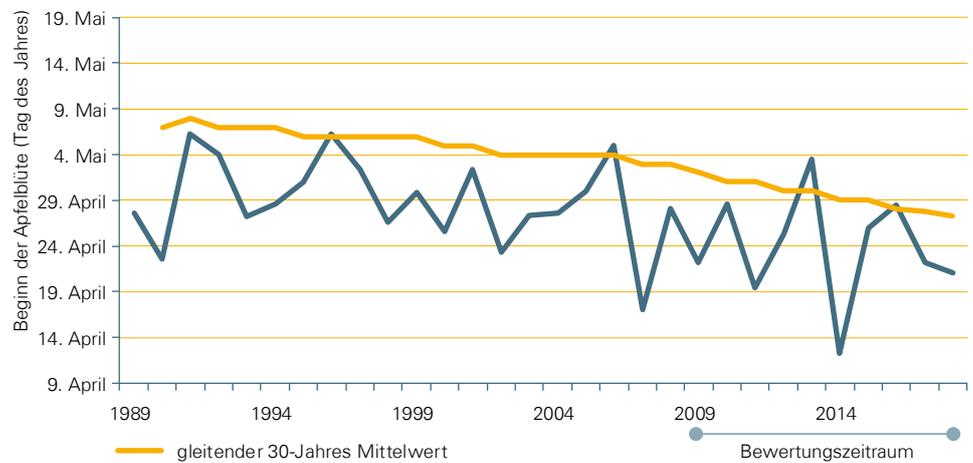
KLIMAWANDEL UND VEGETATIONSENTWICKLUNG

Die heimische Pflanzenwelt zeigt: Der Klimawandel hat Bayern erreicht

Im Laufe der Erdgeschichte hat sich das Klima schon oft gewandelt, und zwar durch natürliche Einflüsse wie zum Beispiel Vulkanausbrüche. Doch seit Beginn des Industriezeitalters greift der Mensch in das Klimageschehen ein: Vor allem die Energiegewinnung aus Kohle, Erdöl und Erdgas hat die Atmosphäre der Erde – und damit das Klima – in kurzer Zeit stärker verändert, als es durch natürliche Prozesse allein möglich gewesen wäre.

Doch woran lässt sich der Klimawandel erkennen? Wichtige Hinweise liefern Beobachtungen zur → *Phänologie*: Wachstum und Entwicklung von Pflanzen, aber auch das Verhalten von Tieren hängen stark mit Witterung und Klima zusammen. Fangen zum Beispiel die Apfelbäume über mehrere Jahre betrachtet immer früher zu blühen an, weist dies auf eine Erwärmung der Atmosphäre hin. Bezogen auf den Zeitraum 1989 bis 2018 setzt die Apfelblüte in Bayern im Mittel alle zehn Jahre um etwa vier Tage früher ein. Erhöht sich die Durchschnittstemperatur um 1 °C, ist außerdem mit einer Verschiebung der Vegetationszonen um etwa 200 bis 300 Kilometer nach Norden und in den Bergen um circa 200 Höhenmeter in Richtung Gipfel zu rechnen. Dadurch verändern sich die bestehenden Artengemeinschaften. In den Alpen lässt sich das bereits beobachten. Pflanzen aus tieferen Lagen dringen verstärkt in den Lebensraum von Hochgebirgspflanzen ein. Deren Bestände gehen dagegen deutlich zurück.

Der Klimawandel zeigt sich ebenfalls in der zunehmenden Dauer der Vegetationsperiode. In Bayern hat sich der Zeitraum, in dem Pflanzen wachsen, blühen und Früchte tragen, zwischen 1989 und 2018 alle zehn Jahre um rund drei Tage verlängert. Verglichen mit anderen Bundesländern fällt diese Veränderung noch relativ gering aus.



Datenquelle: Deutscher Wetterdienst / Länderinitiative Kernindikatoren

ENTWICKLUNG

ZIEL

13 MASSNAHMEN ZUM KLIMASCHUTZ



Apfelbäume blühen in Bayern immer früher, zwischen 1989 und 2018 im Mittel etwa alle zehn Jahre vier Tage eher. In den Jahrzehnten davor war dieser Trend in Bayern und den meisten anderen Bundesländern noch sehr viel schwächer ausgeprägt.

Klimaschutzprogramm Bayern 2050: Um den Klimawandel möglichst beherrschbar zu halten, muss der globale Temperaturanstieg auf maximal 2 °C begrenzt werden. Bayern stellt sich seiner Verantwortung für den Klimaschutz: Bis 2050 soll in Bayern der Ausstoß aller Treibhausgase auf weniger als 2 Tonnen pro Kopf und Jahr gesenkt werden.

KOHLENDIOXIDEMISSIONEN

Kohlendioxidemissionen müssen runter – besonders im Verkehrssektor

Kohlendioxid (CO₂) trägt am stärksten zu dem vom Menschen verursachten Klimawandel bei. Das → *Treibhausgas* wird vor allem bei der Nutzung fossiler Energieträger wie Kohle, Mineralöl oder Erdgas freigesetzt.

In Bayern lag der Pro-Kopf-Ausstoß → *energiebedingter CO₂-Emissionen* 2017 bei rund 6,1 Tonnen. Damit steht der Freistaat verglichen mit anderen industrialisierten Ländern zwar ganz gut da. Trotzdem muss dieser Wert weiter reduziert werden: Um die globale Erwärmung auf 1,75 °C zu beschränken, verbliebe nach Angaben des → *Sachverständigenrats für Umweltfragen* (SRU), für Deutschland ab 2020 ein Restbudget an CO₂-Emissionen von 6.600 Millionen Tonnen. Dieses Budget wäre bei fortdauernden Emissionen auf heutigem Niveau in weniger als neun Jahren (2028) verbraucht.

1990 betrug die Gesamtmenge der energiebedingten CO₂-Emissionen in Bayern 85,0 Millionen Tonnen. 2017 waren es noch 78,9 Millionen Tonnen. Dieser Rückgang trotz höheren Energieverbrauchs lässt sich vor allem darauf zurückführen, dass vermehrt CO₂-arme Energieträger verwendet werden. Auch der aktuelle Zehnjahrestrend (2008 bis 2017) ist fallend.

Besonders problematisch sieht es beim Verkehr aus, der mit 33,8 Millionen Tonnen der Hauptverursacher der CO₂-Emissionen ist. Sie lagen 2017 um 6,1 Millionen Tonnen höher als 1990. Mit 28,1 Millionen Tonnen verursacht der Straßenverkehr weiterhin den größten Anteil im Verkehrssektor und auch an den energiebedingten CO₂-Emissionen insgesamt. Neuzulassungen von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben sind immer noch auf einem sehr niedrigen Niveau.



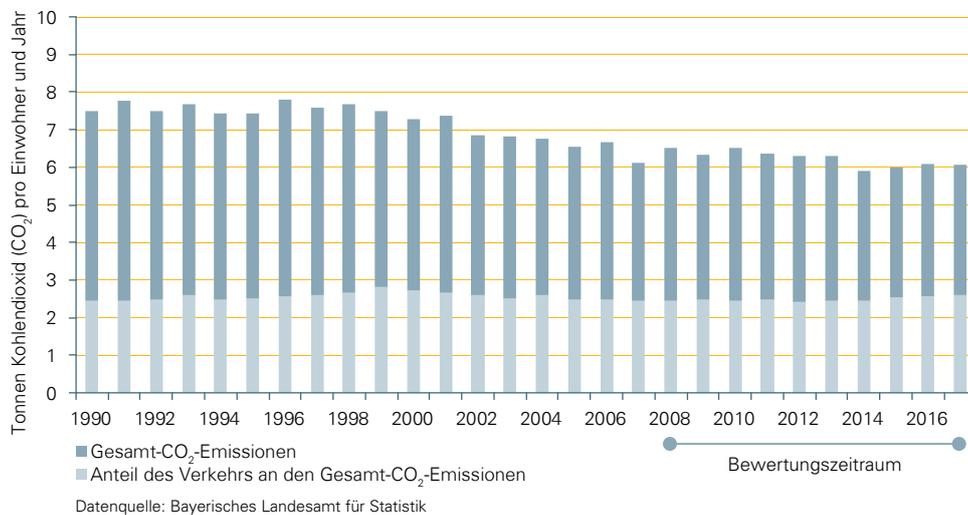
↓ [Klimaschutz Bayern 2020 \(10\)](#)

→ [Klimawandel und Vegetationsentwicklung: S. 24](#)

→ [Energieverbrauch: S. 26](#)

→ [Eneuerbare Energien: S. 27](#)

↓ www.liki.nrw.de



(Definition: Seite 77)

Aktueller Wert im Internet

Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen pro Kopf in Bayern seit 1990: Gesamtemissionen und Anteil des Verkehrs

Die Emissionen von Kohlendioxid gehen im aktuellen Bewertungszeitraum (2008 bis 2017) zurück. 2017 lagen sie bei rund 6,1 Tonnen pro Einwohner. Die Emissionen des Verkehrs zeigen im Zehnjahrestrend einen ansteigenden Verlauf. Im Schnitt hat jeder Einwohner durch die Verbrennung von Kraftstoffen rund 2,6 Tonnen Kohlendioxid freigesetzt.

Bayerische Nachhaltigkeitsstrategie: Verringerung der jährlichen energiebedingten CO₂-Emissionen je Einwohner auf 5,5 Tonnen bis 2025

ENTWICKLUNG

13 MASSNAHMEN ZUM KLIMASCHUTZ



ZIEL



- ↓ [Energiebilanz Bayern \(11\)](#)
- [Eneuerbare Energien: S. 27](#)
- [Kohlendioxidemissionen: S. 25](#)
- [Ressourcenproduktivität: S. 68](#)
- ↓ www.liki.nrw.de

(Definition: Seite 77)

 [Aktueller Wert im Internet](#)

Entwicklung des einwohnerbezogenen Primärenergieverbrauchs und des Endenergieverbrauchs privater Haushalte in Bayern seit 1995

ENERGIEVERBRAUCH

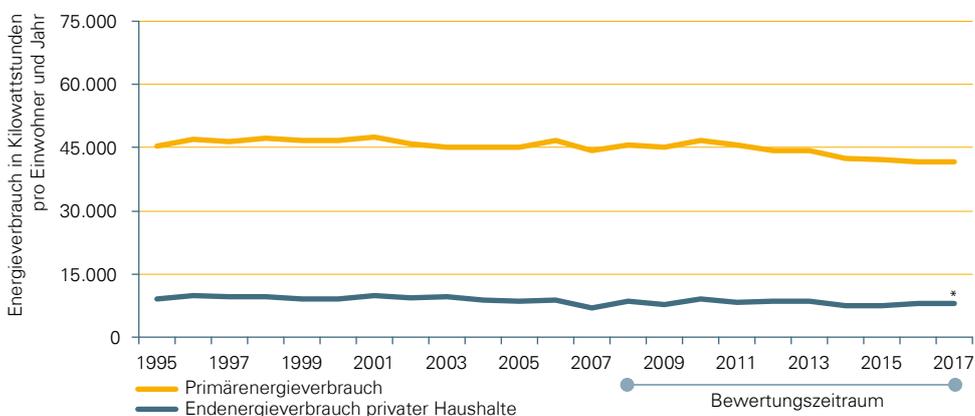
Haushalte, Verkehr und Industrie – Energieverbrauch muss weiter abnehmen

Energie ermöglicht einen hohen Lebensstandard, wirtschaftliche Aktivitäten, Verkehr und Transport. Dafür müssen jedoch zunächst primäre Energieträger wie Rohöl, Erdgas oder Kohle gewonnen und in nutzbare Endenergie wie Strom, Wärme oder Kraftstoffe umgewandelt werden. Diese Prozesse von der Gewinnung über die Verteilung bis zur Nutzung der Energie belasten die Umwelt. Den Energieverbrauch zu senken, ist daher ein wichtiges Umweltziel.

In Bayern hat der → *Primärenergieverbrauch* pro Kopf in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts deutlich zugenommen. Diese Entwicklung konnte nach der Jahrtausendwende gestoppt werden und ist im aktuellen Zehnjahrestrend (2008 bis 2017) rückläufig. Der Primärenergieverbrauch setzt sich in Bayern für 2017 wie folgt zusammen: Rund 38 Prozent der Primärenergie stammen aus Mineralölen, gut 17 Prozent aus Kernenergie, 21 Prozent aus Gasen und noch rund 3 Prozent aus Kohle. Der Anteil der erneuerbaren Energien steigt auf 18,5 Prozent.

Die Haushalte und andere Verbraucher (darunter Gewerbe, Handel und Dienstleistungen) haben 2017 einen Anteil von rund 44 Prozent am → *Endenergieverbrauch*. Der Verkehrssektor kommt auf 34 Prozent und das verarbeitende Gewerbe auf rund 22 Prozent. Bürgerinnen und Bürger können ihren Endenergieverbrauch über den Anteil der privaten Haushalte ablesen: Der Trend stagniert im aktuellen Bewertungszeitraum.

Ein wichtiger Erfolg der vergangenen Jahrzehnte ist auch die Entkopplung von Emissionen und Energieverbrauch. Das heißt, die Emissionen von Kohlendioxid und anderen luftverunreinigenden Stoffen haben sich günstiger entwickelt als der Energieverbrauch.



*2017 Wert der offiziellen Schätzung

Datenquelle: Bayerisches Landesamt für Statistik, Länderinitiative Kernindikatoren, Leipziger Institut für Energie GmbH

ENTWICKLUNG

Der Primärenergieverbrauch je Einwohner hat in Bayern im aktuellen Bewertungszeitraum (2008 bis 2017) abgenommen. Beim Endenergieverbrauch der privaten Haushalte ist im gleichen Zeitraum jedoch keine Abnahme zu verzeichnen.

ZIEL

7 BEZAHLBARE UND SAUBERE ENERGIE



Bayerisches Energieprogramm: Verringerung des Primärenergieverbrauchs bis 2025 gegenüber 2010 um 10 Prozent.

ERNEUERBARE ENERGIEN

Bioenergie, Photovoltaik, Wasserkraft, Geothermie und Windenergie: wichtige Bausteine der Energieversorgung

Die Nutzung erneuerbarer Energien leistet einen wertvollen Beitrag zur nachhaltigen Energieversorgung und schont die natürlichen Ressourcen. Allerdings kann auch diese Form der Energiegewinnung Umwelt, Natur und Landschaft belasten. Erneuerbare Energien können daher einen sparsamen und effizienten Umgang mit Energie ergänzen, aber nicht ersetzen.

2017 betrug der Anteil erneuerbarer Energien am → *Primärenergieverbrauch* in Bayern 18,5 Prozent. Er hat sich damit seit 1990 mehr als verfünffacht. Der Anteil erneuerbarer Energien am → *Endenergieverbrauch* lag bei 20,2 Prozent und ihr Anteil am Stromverbrauch betrug 44,0 Prozent.

Beim Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch hatte die Bioenergie mit rund 65 Prozent den größten Anteil, gefolgt von Sonnenenergie mit 14 Prozent und Wasserkraft mit gut 12 Prozent. Windenergie kommt auf einen Anteil von rund 5 Prozent und Geothermie/Umweltwärme ebenfalls auf rund 5 Prozent.

Bayern hat den Umbau der Energieversorgung zur Schlüsselaufgabe des 21. Jahrhunderts erklärt. Zur Stromerzeugung sollen erneuerbare Energien bis 2025 signifikant ausgebaut werden. Dafür sollen zum Beispiel bis 2022 die Photovoltaik-Leistung durchschnittlich pro Jahr um mindestens 500 Megawatt gesteigert und 300 neue Windkraftanlagen initiiert werden. 2018 betrug ihr Anteil an der Stromerzeugung insgesamt 49,5 Prozent.

Der → *Energie-Atlas Bayern* hilft Kommunen und Unternehmen dabei, konkrete Möglichkeiten für den Ausbau der einzelnen Erzeugungsarten zu erschließen.



- ↓ [Bayerisches Energieprogramm \(12\)](#)
- ↓ [Energie-Atlas Bayern \(13\)](#)
- ↓ [Klimaschutz Bayern 2020 \(10\)](#)
- [Kohlendioxidemissionen: S. 25](#)
- [Energieverbrauch: S. 26](#)
- [Ressourcenproduktivität: S. 68](#)
- ↓ www.liki.nrw.de

(Definition: Seite 77)

Aktueller Wert im Internet

Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch und Endenergieverbrauch sowie am Stromverbrauch in Bayern

Der Anteil erneuerbarer Energien hat in Bayern im aktuellen Bewertungszeitraum (2008 bis 2017) stetig zugenommen.

Bayerisches Energieprogramm: Bis 2025 Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch auf 20 Prozent. Dieser Wert wurde bereits erreicht.

ENTWICKLUNG

7 BEZAHLBARE UND SAUBERE ENERGIE



ZIEL



BLICKPUNKT

Trockenheit und Starkregen – Zwei Seiten einer Medaille

Ende Mai 2016 setzten sturzflutartige Regenfälle den Ort Simbach am Inn binnen kürzester Zeit unter Wasser. Im Juni 2018 gab es heftige Starkniederschläge im Bayerischen Wald. Gleichzeitig war es 2018 in Bayern von Februar bis November durchgängig zu trocken. Übers Jahr fiel etwa 20 Prozent weniger Niederschlag als im langjährigen Mittel (1971–2000), womit 2018 an andere trockene Jahre seit Beginn dieses Jahrhunderts erinnert (2003, 2011 oder 2015). Auch 2019 gab es im Sommer lokal langanhaltende Trockenphasen.

Schließen sich die beiden Phänomene nicht aus? Nein, die Physik unseres Klimasystems lässt zu, dass Trockenheit und Starkregen in zeitlicher Nähe zueinander auftreten können.

Sind das Zeichen des Klimawandels? Mit letzter Bestimmtheit lässt sich das nicht sagen. Denn belastbar nachweisen lassen sich klimatische Veränderungen erst bei der Betrachtung eines Zeitraums von mindestens 30 Jahren. Das ist eine der Fragen, mit der sich die Kooperation KLIWA beschäftigt. Im natürlichen Klimageschehen sind extreme Ereignisse immer möglich – auch ohne den menschlichen Einfluss. Das zeigen die jüngsten Ergebnisse des Projektes ClimEx, das sich besonders den Starkniederschlägen widmet und dessen Ergebnisse in KLIWA einfließen. Der menschengemachte Klimawandel verändert aber im Allgemeinen zusätzlich Intensität und Häufigkeit dieser Ereignisse.

2018 war mit durchschnittlich 9,9 °C das wärmste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen in Bayern und reiht sich damit in die beobachtete Erwärmung von 1,3 °C zwischen 1931 und 2015 ein. Die → *Klimaprojektionen* sind sich einig: Die Temperatur wird auch in Zukunft zunehmen. In unserem Klimasystem steuert die Lufttemperatur eine Vielzahl von Prozessen. Steigt sie, hat das direkte und indirekte Folgen.

↓ [Kooperation KLIWA \(14\)](#)

↓ [KLIWA-Monitoring-Bericht \(15\)](#)

↓ [Projekt ClimEx \(16\)](#)

Dazu wissen wir in KLIWA bereits recht genau:

Starkregen

- Nicht jedes Starkniederschlagsereignis wird von einer Niederschlagsmessstation erfasst. Das macht die Auswertungen schwieriger. Seit 2001 erfasst der DWD mithilfe von Radar flächendeckend Niederschlag. Damit sind zukünftig belastbarere Trendausagen zum Starkregen möglich.
- Je wärmer die Luft, umso mehr Wasser kann die Atmosphäre aufnehmen. Mit jedem Grad Celsius nimmt die Niederschlagsintensität um bis zu 7 Prozent zu. Bei den überwiegend sommerlichen, → *konvektiven Schauern* kann der Anstieg sogar noch höher sein.
- Starkregen kann in Bayern überall auftreten.

Trockenheit

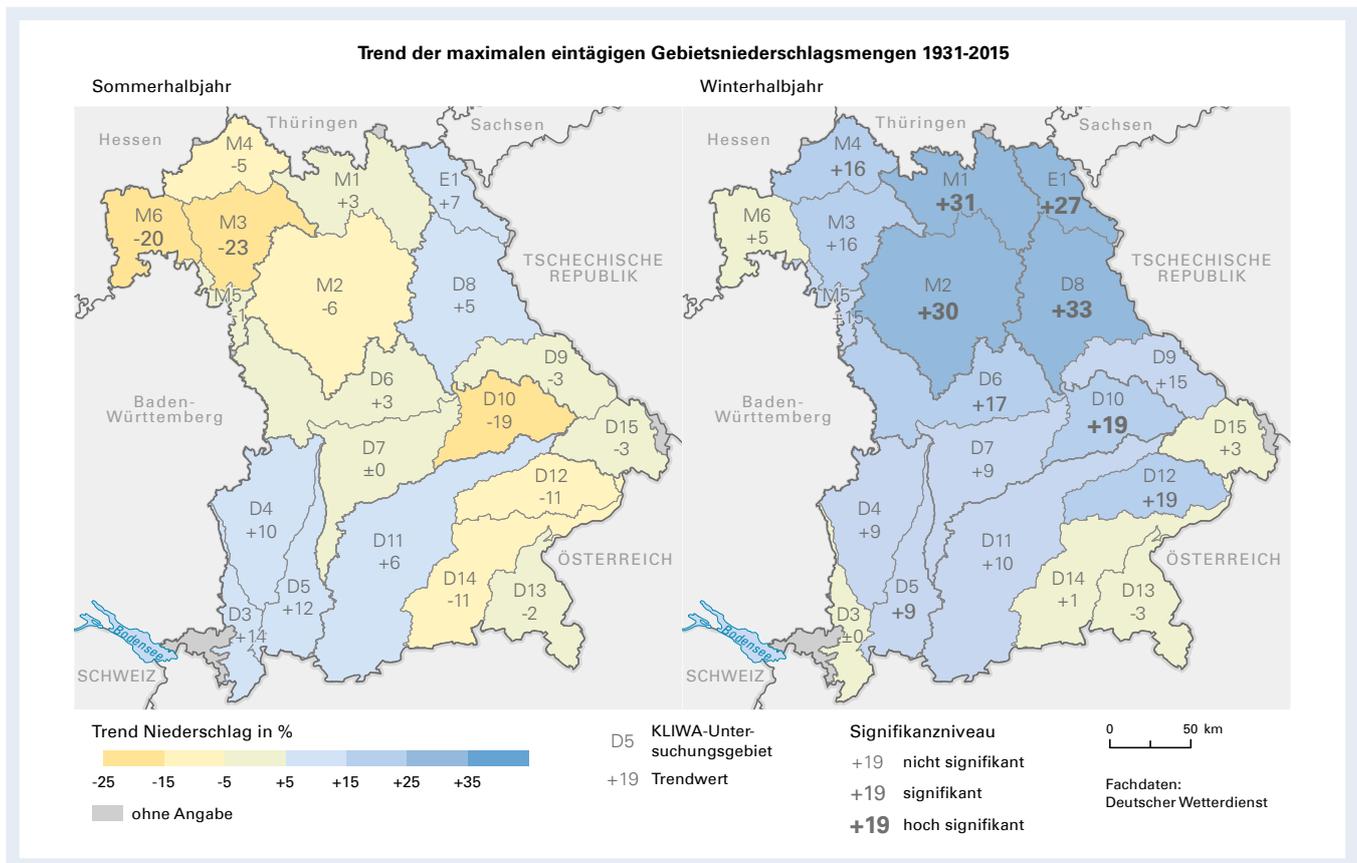
- Wenn bestimmte großräumige Luftdruckverteilungen (Großwetterlagen) verhindern, dass feuchte Luftmassen in ein Gebiet einströmen, bleibt der Niederschlag aus. Dann entsteht meteorologische Trockenheit. Solche Phasen sind in der Vergangenheit deutlich häufiger und länger geworden. In Zukunft werden sie wahrscheinlich noch öfter auftreten.
- Durch die steigenden Temperaturen nahm die → *potenzielle Verdunstungsmenge* in der Vergangenheit zu. Auch hier wird sich die Entwicklung in Zukunft fortsetzen.
- Wenn viel Wasser verdunstet und es gleichzeitig zu wenig regnet, trocknen die Böden aus. Sinkt der Wassergehalt im Boden unter einen bestimmten Schwellenwert, herrscht Wasserknappheit für die Vegetation. In Bayern war das zwischen 1971 und 2000 an durchschnittlich 48 Tagen im Jahr der Fall und nahm in den letzten Jahren stark zu. Der bisherige Rekord seit 1951 trat im Jahr 2018 auf (115 Tage) und löste damit das Jahr 2003 ab (106 Tage).
- Werden die Böden trockener, versickert weniger. Seit 2003 gab es in Bayern kein Jahr mehr mit deutlich überdurchschnittlicher Grundwasserneubildung. In der Folge können die Grundwasserstände sinken und die → *Quellschüttungen* abnehmen.
- Das oberflächennahe Grundwasser reagiert meist recht schnell auf Trockenheit. So erreichte 2018 rund ein Drittel der Grundwasser- und Quellschüttungen einen neuen niedrigsten Wert. Das tiefere Grundwasser hat ein längeres Gedächtnis und zeigt auch 2019 noch Auswirkungen der letzten Trockenperioden (wie Winter 2016/2017, Sommer/Herbst 2015).

Der DWD misst an seinen Stationen, welche Niederschlagsmenge an einem Tag fällt. Ausagen für kurze Ereignisse (kleiner als ein Tag) sind nur begrenzt möglich. Gut auswertbar sind aber Tagessummen, zum Beispiel die maximale gemessene Tagesmenge. Ob sich diese innerhalb eines Halbjahres zwischen 1931 und 2015 geändert hat, zeigen Trenduntersuchungen in der Kooperation KLIWA. Sind die Trends belastbar (signifikant), sind die Trendwerte in den beistehenden Karten groß und fett geschrieben.

Belastbare Zunahmen der Menge dieses „maximalen eintägigen Niederschlags“ gab es im Winterhalbjahr vor allem im Norden und Osten Bayerns, im Südosten zeigten sich keine klaren Änderungen. Für das Sommerhalbjahr lässt sich eine solche Aussage nicht treffen. Hier sind die regionalen Unterschiede und die starken Schwankungen zwischen den Jahren zu groß.



↓ [Niedrigwasser in Bayern \(17\)](#)



Entwicklung der maximalen eintägigen Gebietsniederschlagsmengen im hydrologischen Sommer- (Mai bis Oktober) und Winterhalbjahr (November bis April). Die Zahlenwerte geben den relativen Trend an (Änderung gegenüber dem Mittelwert 1931–2015 in Prozent).

↓ [KLIWA-Kurzbericht Starkregen \(18\)](#)

Die vielfältigen Wechselwirkungen im Wasserkreislauf machen sichere Aussagen schwierig. Es zeichnet sich aber ab:

Starkregen

- Die höchsten Niederschlagsmengen, die im Sommer innerhalb von 24 Stunden gefallen sind, sind in der Vergangenheit meist gleichgeblieben.
- Die höchsten Niederschlagsmengen, die im Sommer innerhalb einer Stunde fallen, scheinen intensiver geworden zu sein.
- Hochaufgelöste Klimamodelle haben das Potenzial, kleinräumige Starkniederschläge auch in der Zukunft darzustellen. Aktuell sind diese allerdings nur in geringer Anzahl verfügbar. Dennoch zeichnet sich auch für die Zukunft tendenziell ein ähnliches Bild wie in der Vergangenheit ab: Besonders kurze Starkregen scheinen in der Zukunft stärker und häufiger aufzutreten.

Trockenheit

- Die langfristigen Trends der Niederschlagssummen von 1931 bis 2015 zeigen im Sommerhalbjahr keine Änderungen und im Winterhalbjahr Zunahmen (KLIWA 2016). Die Tendenz in den Halbjahren setzt sich auch in Zukunft fort, allerdings mit trockeneren Sommern.
- Seit 1980 neigen die beobachteten Trends der [Niedrigwasserabflüsse](#) vermehrt zu Abnahmen, vor allem im Sommerhalbjahr. Auch die zukünftige Entwicklung geht bis Ende des Jahrhunderts in diese Richtung.

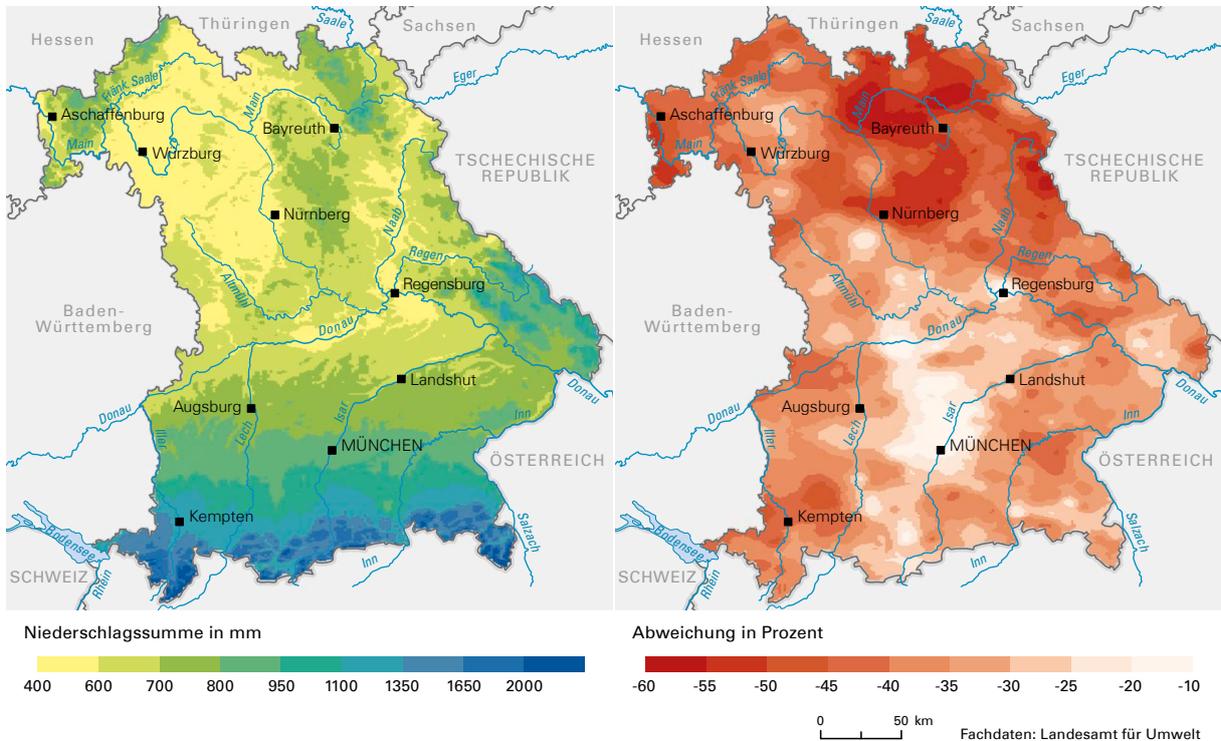
↓ [Pilotstudienbericht \(19\)](#)

Fazit: In Zukunft müssen wir uns auf häufigere und längere Trockenperioden einstellen, die durch intensive Starkregenereignisse unterbrochen werden können – mit den entsprechenden Auswirkungen auf Mensch und Umwelt.

Niederschlagssumme Februar–November

Mittelwert im Referenzzeitraum (1971–2000)

Prozentuale Abweichung 2018 zum Referenzzeitraum



Von Februar bis November 2018 (rechts) fiel deutlich weniger Niederschlag als im langjährigen Durchschnitt (links). Das betraf vor allem Franken.



Natur und Landschaft

LANDSCHAFT UND BIODIVERSITÄT

WALD

OFFENLAND

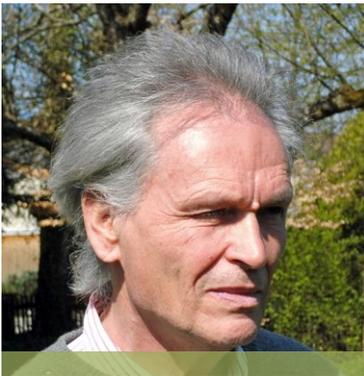
AGRARLAND

GEWÄSSER

Eine intakte Natur ist die Grundlage unserer Existenz. Wir leben in, mit und von der Natur. Sie zeigt sich in vielfältigen Ökosystemen mit einer Fülle von Tieren, Pflanzen, Pilzen und Mikroorganismen.

Doch Naturschutz darf nicht nur in vereinzelt naturnahen Gebieten stattfinden. Vielmehr sind flächendeckende Schutzmaßnahmen nötig – auf bewirtschafteten Äckern und Wiesen ebenso wie in den Wäldern und Siedlungen. Nur so können wir sensible Ökosysteme und damit die Grundlage unserer Lebensqualität und Gesundheit bewahren.

Neben einer nachhaltigen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft ist dabei auch der Beitrag jeder und jedes Einzelnen gefragt.



Alfred Ringler

ist Biologe. Er war Projektleiter am Alpeninstitut München, danach Leiter des Landschaftspflegekonzepts Bayern am Umweltministerium und gründete anschließend freiberuflich die Projektgruppe Landschaft + Artenschutz. Er ist Autor vieler Fachpublikationen und Mitglied in zahlreichen Fachbeiräten und internationalen Gremien.

TRITTSTEINE DRINGEND BENÖTIGT

Unsere Umwelt ist unsere Lebensgrundlage. Veränderungen betreffen uns unmittelbar, haben Auswirkungen auf unsere Gesundheit und Wirtschaft. Wir befragten Herrn Alfred Ringler zu Ursachen und Folgen der Landschaftsveränderungen der letzten Jahrzehnte.

Herr Ringler, Sie gelten als Zeitzeuge und intensiver Beobachter von Natur und Landschaft. Welche Veränderungen konnten Sie beobachten und gibt es Landschaftsräume, die besonders stark betroffen sind?

Der Wandel ist dramatisch, aber differenziert zu bewerten. Einerseits ist die Zahl der Gehölzstrukturen in der → Kulturlandschaft heute deutlich höher als 1960. Andererseits findet außerhalb der sog. Biotope eine sehr starke Verödung und Ausräumung statt, so dass viele, für gefährdete Arten unerlässliche Kleinstrukturen, verschwinden. Dieser Vorgang begann im nördlichen Südbayern, wo die guten Ackerböden sind, viel früher als beispielsweise in Oberfranken oder im Jurabogen. Weil es damals keine detaillierten Kartierungen von Biotopen gab, fand dieser große Aderlass weitgehend unbeachtet statt.

Wie beurteilen Sie die Landschaftsveränderungen der letzten 50 Jahre in Bezug auf die Biodiversität und die Lebensqualität von Menschen?

Die Biodiversität können wir nicht allein in den Schutzgebieten und Biotopen erhalten. Solche Flächen sind in vielen Gegenden stark verinselt. Der eben genannte Prozess wirkt sich insbesondere im → entomofaunistischen und botanischen Bereich sehr stark aus und führt zu einer genetischen Labilität der Restpopulationen. Weil ein Netz vieler → Trittsteine fehlt, werden Arten verloren gehen, obwohl wir sie in den Schutzgebieten aufwendig pflegen. Für die Menschen bedeutet der Verlust an Biodiversität in ihrer wohnortnahen Umgebung eine Verödung ihres „Feierabend-Erholungsbereichs“ und damit eine Minderung ihrer Lebensqualität.

Worin sehen Sie die wesentlichen Ursachen für diese Landschaftsveränderung und mit welchen Maßnahmen könnte man effizient den unerwünschten Folgen entgegenwirken?

Es waren die agrarpolitischen Entscheidungen der Nachkriegszeit und die Agrarförderprogramme seit 1962. Die Flurbereinigung war aus bäuerlicher Sicht völlig verständlich und notwendig, ist jedoch besonders in den 1960er-Jahren in einer Radikalität abgelaufen, die die ländlichen Entwickler von heute bedauern. Dazu kommen die Intensivierung des Chemikalieneinsatzes, der Mineraldüngereinsatz und die → Schwemmentmistung. Während dieser ländlichen Intensivierungszeit haben die Siedlungsgebiete aufgeholt. In den letzten 20 bis 30 Jahren beobachtet man jedoch, dass das Biodiversitätspotential in den Gärten zurückgeht. Dazu kommt, dass mit innerörtlicher Nachverdichtung immer mehr Flächen verschwinden, die früher für den Insektenschutz und für bestimmte Pflanzen von Bedeutung waren. Den unerwünschten Folgen der Landschaftsentwicklung könnte man durch einen Paradigmenwechsel der Agrarförderpolitik effizient entgegenwirken. Weg von Flächenzahlungen, hin zu einer im Sinne der Biodiversität erfolgsorientierten Entlohnung. Dabei müsste auch der jetzige Biodiversitätszustand berücksichtigt werden, da sich an ihm die Art der Bewirtschaftung der letzten fünf bis zehn Jahre zeigt.

Eine persönliche Frage zum Schluss: Welcher Beitrag zum Umweltschutz ist Ihnen als Privatmensch besonders wichtig?

Da ich den Wandel der bayerischen Natur seit meiner Kindheit systematisch beobachte, fühle ich mich natürlich verantwortlich, mein Wissen über diese Prozesse beispielsweise durch Vorträge oder Publikationen der heutigen Generation mitzuteilen und – soweit möglich, politische Entscheidungsprozesse zu begleiten.

MONETARISIERUNG NÜTZT DEM NATURSCHUTZ

Welchen Wert hat die Natur und Landschaft für uns Menschen? Vieles von dem, was die natürlichen Ökosysteme für uns leisten, ist nicht direkt sichtbar und wird als kostenlos und unerschöpflich vorausgesetzt. Um eine Antwort auf diese Frage zu finden sprachen wir mit Herrn Professor Job von der Universität Würzburg:

Herr Professor Job, bei Ihren vielfältigen Forschungsarbeiten gewinnt das landläufig noch wenig bekannte Konzept der Ökosystemleistungen an Bedeutung. Worum geht es da eigentlich?

Natur erbringt kostenfrei zahlreiche Leistungen, die menschliches Leben erst ermöglichen. Beispielsweise liefert sie uns sauberes Wasser, Wälder speichern Kohlenstoff oder schenken uns Erholung. Das Konzept der Ökosystemleistungen versteht Ökosysteme als Quelle unseres Wohlergehens und beziffert deren Leistungen in Geld, um dadurch unser Bewusstsein für deren Wert zu stärken. Denn viele Leistungen der Natur werden ganz selbstverständlich in Anspruch genommen, ohne dass sie uns bewusst sind. Daher ist auch die Wertschätzung für diese oft gering. Ein ökonomischer Blick auf den Wert der Natur kann uns zusätzliche Schutzargumente an die Hand geben.

Leistungen der Natur sollen also ein Preisschild bekommen! Birgt das nicht die Gefahr, dass wirtschaftliche Gewinnziele für ein neu geplantes Gewerbegebiet dagegen aufgerechnet werden?

Das Potential des Konzeptes besteht gerade darin, der Öffentlichkeit erstmals den finanziellen Wert der Natur vor Augen zu führen. Wird Fläche versiegelt, geht wertvoller Boden für immer verloren. Er ist über Jahrtausende entstanden, liefert uns Nahrungsmittel, bietet Lebensraum für viele Organismen, reguliert den Wasserhaushalt und speichert → Treibhausgase. Dieser Verlust wird kurzfristige wirtschaftliche Gewinne oftmals übersteigen. Wir müssen hier die betriebswirtschaftliche Ebene von der volkswirtschaftlichen trennen. Was für das Unternehmen ein Geschäft ist, kann – langfristig gedacht – dem staatlichen Gemeinwohlinteresse am Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen entgegenstehen. In Zeiten des Klimawandels gilt das mehr denn je.

Offenbar überwiegen also die Chancen des Ökosystemleistungsansatzes. Sehen Sie heute schon praktische Anwendungen, beispielsweise für den Naturschutz?

*Hierzu ein klares „Ja“, denn damit lassen sich Umweltbelange besser in Entscheidungsprozesse einbinden und gesellschaftliches Verhalten kann hin zu mehr Naturschutz gelenkt werden. Beim Insektensterben geht es ja nicht allein um den Verlust der Bienen, sondern auch um deren Bestäubungsleistungen, die sich weltweit auf etwa 150 Milliarden Euro für das Jahr 2005 beziffern lassen. Die Monetarisierung ist ein zusätzliches Naturschutzargument und schlägt eine Brücke zwischen Ökosystemen und deren Nutzen für die Gesellschaft. In einem Projekt haben wir das bayerische → *Vertragsnaturschutzprogramm* für den Landkreis Rhön-Grabfeld untersucht. Ein Ergebnis ist: Die Extensivierung der Acker- und Grünlandnutzung verdoppelt die Ökosystemleistungen beim Hoch-, Grundwasser-, Klima- und Erosionsschutz, wenn auch die landwirtschaftliche Produktion etwas zurückgeht.*

Eine persönliche Frage zum Schluss: Welcher Beitrag zum Umweltschutz ist Ihnen als Privatmensch besonders wichtig?

Beim Essen und Trinken achten wir als Familie auf Bioprodukte und regionale Lebensmittel. Und zweimal im Jahr besuche ich mit Anschauungsmaterial zum Natur- und Umweltschutz unsere ‚Fische‘- und ‚Marienkäfer‘-Gruppe im örtlichen Kindergarten.



Prof. Dr. Hubert Job

leitet den Lehrstuhl für Geographie und Regionalforschung am Institut für Geographie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg. Er ist Mitglied im Landesplanungsbeirat der Bayerischen Staatsregierung sowie im Nationalkomitee der Bundesrepublik Deutschland für das UNESCO-Programm „Der Mensch und die Biosphäre“



LANDSCHAFTSZERSCHNEIDUNG

Unzerschnittene, verkehrsarme Räume – wichtig für Mensch und Natur

Wege und Felder, Almen und Wälder: Die heutige Landschaft wurde über viele Jahrhunderte vom Menschen geprägt. Sie bietet nicht nur uns Lebensraum, sondern beheimatet auch eine vielfältige Tier- und Pflanzenwelt.

Doch die wachsende Zahl besiedelter Flächen und Verkehrswege verkleinert, zerteilt und isoliert Lebensräume von Tieren und Pflanzen. Das gefährdet insbesondere Tierarten, die ausgedehnte Räume benötigen. Die Zerschneidung verändert auch unverwechselbare Landschaftsbilder und Zeugnisse der menschlichen Kulturgeschichte. Zudem erhöht vor allem der Ausbau von Verkehrswegen die Lärmbelastung in den betroffenen Gebieten. Dadurch sinkt auch der Erholungswert der Landschaften.

Unzerschnittene und andere wenig gestörte Gebiete sind deshalb für Mensch und Umwelt gleichermaßen wertvoll. Diese Kriterien erfüllen Landschaften von mehr als 100 Quadratkilometer Größe, die nicht durch Straßen mit einer Verkehrsstärke von über 1.000 Fahrzeugen im Tagesmittel zerschnitten sind.

In Bayern bilden unzerschnittene Flächen ein gedachtes Netz mit einer mittleren Maschengröße von rund 75 Quadratkilometern. Je geringer dieser Wert, desto höher ist der Grad der Zerschneidung eines Landes. Bayern liegt damit unter dem Bundesdurchschnitt von 80 Quadratkilometern. Den geringsten Zerschneidungsgrad durch verkehrsreiche Straßen weisen derzeit Mecklenburg-Vorpommern mit 160 Quadratkilometern und Brandenburg mit 147 Quadratkilometern auf.

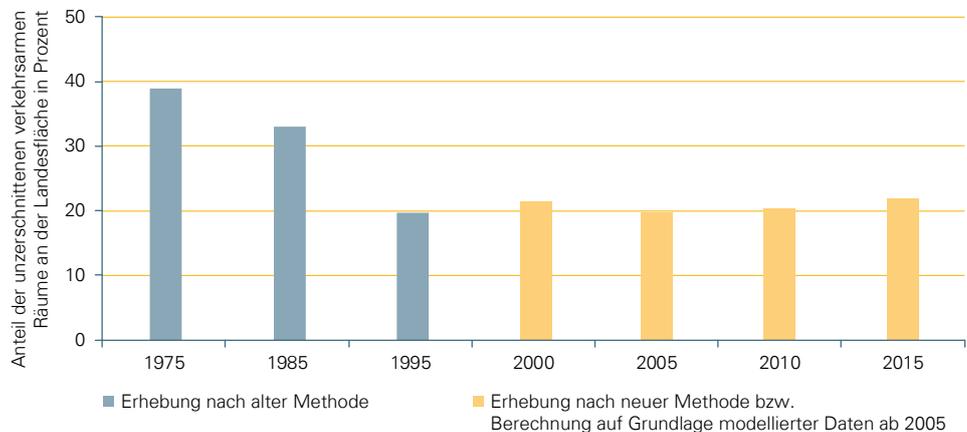
Die bayerische Regierung hat sich daher zum Ziel gesetzt, die wenigen störungsarmen Räume, die heute noch im Freistaat vorhanden sind, zu erhalten. Darüber hinaus hilft zum Beispiel der Bau sogenannter Grünbrücken, durch Verkehrswege getrennte Lebensräume wieder zu verbinden. Tiere können Straßen oder Bahnstrecken auf diesem Wege gefahrenlos überqueren.

- ↓ [Landschaftszerschneidung in Bayern \(20\)](#)
- ↓ [LfU-Konzept 2008 \(21\)](#)
- [Flächenverbrauch: S. 71](#)
- [Flächen für Naturschutzziele: S. 39](#)
- [Straßenverkehrslärm: S. 54](#)
- ↓ www.liki.nrw.de

(Definition: Seite 78)

Aktueller Wert im Internet

Entwicklung des Anteils unzerschnittener verkehrsarmer Räume über 100 Quadratkilometer an der Landesfläche Bayerns seit 1975



Durch methodische Unterschiede in der Erhebung/Berechnung der UZVR ab 2000 und der ab 2005 erstmalig modelltechnisch ermittelten Verkehrsbelastung ergeben sich ab 2000 Abweichungen von rund 3 %.
Datenquellen: Bayerisches Landesamt für Umwelt, Bundesamt für Naturschutz

ENTWICKLUNG

Der Anteil unzerschnittener, verkehrsarmer Räume mit einer Größe von über 100 Quadratkilometern hat in Bayern von 1975 bis 1995 etwa um die Hälfte abgenommen. Seither konnte ihr Anteil mit rund 22 Prozent der Landesfläche (2015) weitgehend erhalten werden.

ZIEL

15 LEBEN AN LAND



Bayerische Biodiversitätsstrategie: Die derzeitigen von öffentlichen Straßen unzerschnittenen, verkehrsarmen Räume über 100 Quadratkilometer stellen einen hohen ökologischen Wert dar, deren Erhalt anzustreben ist.

ARTENVIELFALT UND LANDSCHAFTSQUALITÄT

Verlust von Lebensräumen gefährdet Artenvielfalt

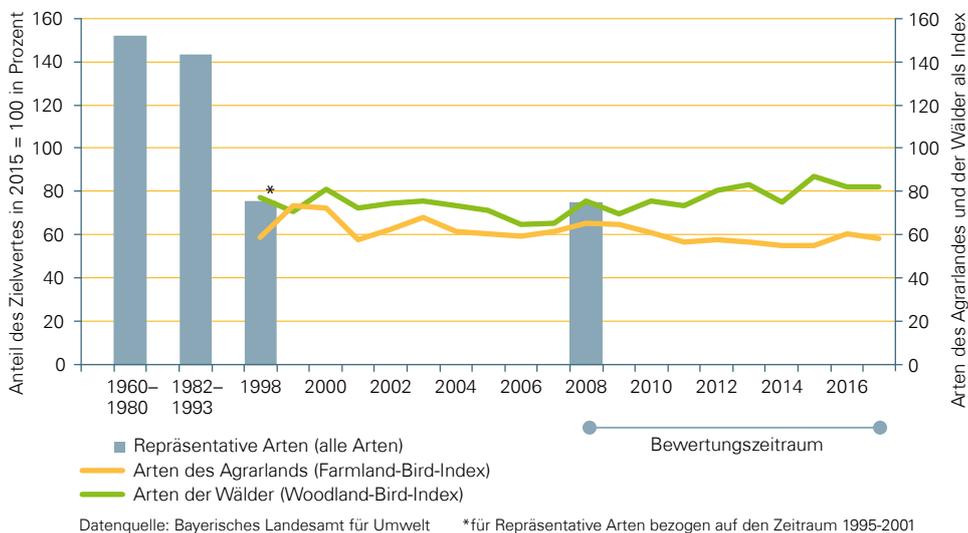
Tief greifende Veränderungen der Landschaften führten in der Vergangenheit dazu, dass viele Lebensräume an Fläche und Qualität verloren haben. Dadurch ist auch die Vielfalt der Tier- und Pflanzenarten zurückgegangen.

Stellvertretend zeigt sich dies an den Beständen ausgewählter Vogelarten. Diese Indikatorarten repräsentieren jeweils die wichtigsten Lebensräume der → *Normallandschaft* in Bayern: Agrarland (z. B. Feldlerche), Wälder (z. B. Buntspecht), Siedlungen (z. B. Rauchschwalbe) und Binnengewässer (z. B. Haubentaucher).

Die Entwicklung verläuft in den einzelnen Lebensraumgruppen zwar unterschiedlich, weist jedoch in Bayern wie in ganz Europa bis zur Jahrtausendwende einen deutlichen Rückgang auf. Am stärksten betroffen sind Arten der Agrarlandschaften wie die Feld- und Wiesenbrüter. Einst weit verbreitete und häufige Bewohner, zum Beispiel Kiebitz und Rebhuhn, haben im Bestand stark abgenommen oder sind gebietsweise ganz verschwunden.

Experten haben 2011 für jede Vogelart eine Bestandsgröße festgelegt, die bis 2015 erreicht werden sollte, um die Art zu erhalten. Diese Bestandsgrößen wurden einem Zielwert von 100 Prozent gleichgesetzt. Die tatsächlich gemessenen Bestandswerte lassen sich zu diesem Zielwert ins Verhältnis setzen und machen so die Entwicklung verschiedener Arten vergleichbar. Die Zahlen seit 2000 zeigen, dass die Bestände der Arten des Agrarlands weiter rückläufig sind und inzwischen unter einem Niveau von etwa 60 Prozent liegen. Die Arten der Wälder entwickeln sich dagegen im Zeitraum seit 2006 in eine positive Richtung, ihr Kennwert liegt bei etwa 80 Prozent.

Erhebliche Anstrengungen sind notwendig, um die Situation zu verbessern: mehr landschaftliche Strukturen, weniger Düng- und Pflanzenschutzmittel, eine Verringerung des → *Flächenverbrauchs* und ein schonender Umgang mit allen Landschaften.



- ↓ [Übereinkommen über die Biologische Vielfalt \(22\)](#)
- ↓ [Vogelmonitoring \(23\)](#)
- [Brutvögel in Bayern \(24\)](#)
- [Brutvogelatlas \(25\)](#)
- [Arten der Roten Liste: S. 38](#)
- [Klimawandel und Vegetationsentwicklung: S. 24](#)
- [Flächen für Naturschutzziele: S. 39](#)
- [Ökologische Landwirtschaft: S. 69](#)
- ↓ www.liki.nrw.de

(Definition: Seite 78)

[Aktueller Wert im Internet](#)

Bestandsentwicklung ausgewählter Vogelarten in Bayern seit 1960 und Entwicklung der Wald- und Agrarlandarten seit 1998

Die Bestände von Vogelarten, die typischerweise in den bayerischen Landschaften vertreten sind, haben sich zwischen 1960 und 2001 mehr als halbiert. Seither hat sich der Bestandswert der Agrarlandarten weiter verringert (58 Prozent des für 2015 angestrebten Zielwertes), bei den Vogelarten der Wälder zeigt sich ein Trend zur Verbesserung.

Bayerische Biodiversitätsstrategie: Bis 2020 soll das Biotopnetz vervollständigt und dadurch die biologische Vielfalt umfassend und dauerhaft erhalten werden. Schwerpunktmäßig sollen Artenhilfsprogramme für Vogelarten mit nicht günstigem Erhaltungszustand umgesetzt werden.

ENTWICKLUNG



ZIEL



- ↓ [Rote Listen Bayern \(26\)](#)
- ↓ [Förderprogramme des Naturschutzes \(27\)](#)
- [Artenvielfalt und Landschaftsqualität: S. 37](#)
- [Flächen für Naturschutzziele: S. 39](#)
- [Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert: S. 40](#)

(Definition: Seite 78)

Aktueller Wert im Internet

Entwicklung des Anteils der gefährdeten Rote-Liste-Arten in Bayern seit 1970

ARTEN DER ROTEN LISTE

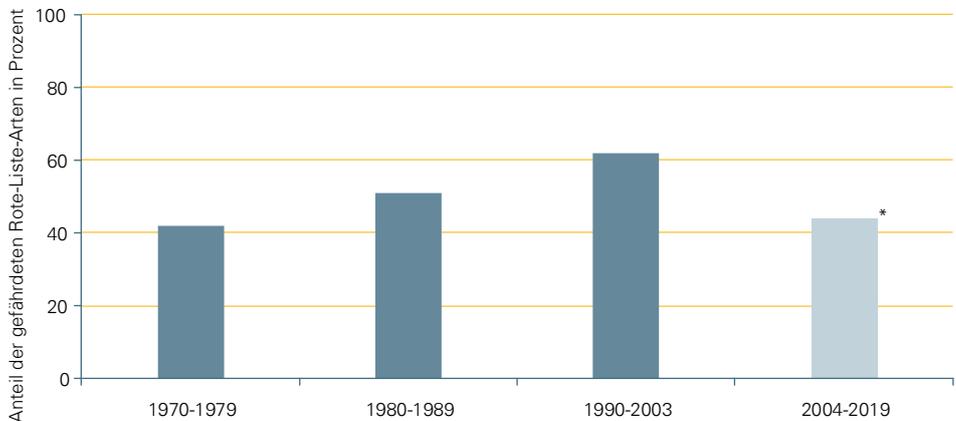
Noch keine Trendwende bei gefährdeten Arten

Bis ins 19. Jahrhundert wurden Wildtiere wie Wolf, Bär und Wildschwein oder auch Biber, Graureiher und verschiedene Greifvögel gezielt verfolgt und ausgerottet. Sie galten als Nahrungskonkurrenten oder als schädliche Tiere. Seit Beginn des Industriezeitalters und insbesondere seit Mitte des 20. Jahrhunderts treten andere Faktoren in den Vordergrund: Die starken Eingriffe in die Landschaften und die zunehmend technisierte Landwirtschaft gefährden einen noch viel größeren Teil der Artenvielfalt.

Die aktuellen → *Roten Listen* gefährdeter Tier- und Pflanzenarten spiegeln die überwiegend negative Entwicklung in den vergangenen Jahrzehnten deutlich wider. Der Anteil gefährdeter Tiere und Pflanzen nimmt nach wie vor zu.

In Bayern konnte bis heute rund die Hälfte der etwa 35.000 heimischen Tiere nach ihrer Gefährdung beurteilt werden. 44 Prozent davon wurden als gefährdet eingestuft. Bei den → *Gefäßpflanzenarten* gelten mit Stand des Jahres 2003 insgesamt 53 Prozent der rund 2.700 in Bayern einheimischen Pflanzen (1.170 Arten und Unterarten) als gefährdet. Rund 1.000 der Tier- und Pflanzenarten gelten als ausgestorben oder verschollen.

Bei den Arten, für die es in Bayern Artenhilfsprogramme gibt, hat sich die Situation teilweise erkennbar verbessert. Unterstützende Elemente sind hierbei zum Beispiel das → *Vertragsnaturschutzprogramm* (VNP) sowie die Landschaftspflege- und Naturpark-Richtlinien (LNRP). Allerdings beginnen bei manchen Arten andere Faktoren, wie zum Beispiel Klimaveränderungen, die erzielten Erfolge zu beeinträchtigen. Der Verlust geeigneter Lebensräume – vor allem durch eine immer intensivere Landnutzung – gefährdet die Artenvielfalt aber nach wie vor am stärksten. Umso wichtiger ist es, das Biodiversitätsprogramm Bayern 2030 energisch voranzutreiben.



* Wert ist mit den vorhergehenden Erhebungen nicht direkt vergleichbar, da Methodik der Gefährdungseinschätzung und Umfang der bearbeiteten Artengruppen unterschiedlich sind.

Datenquelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt

ENTWICKLUNG

Die Roten Listen der gefährdeten Tier- und Pflanzenarten in Bayern werden immer länger. Dementsprechend nimmt der Anteil der noch nicht gefährdeten Arten weiter ab. Aufgrund methodischer Änderungen bei der Einstufung ist ein direkter Vergleich der Roten Listen vor und nach 2003 nicht möglich. Die scheinbare Verbesserung entspricht nicht der realen Situation.

ZIEL

15 **LEBEN AN LAND**



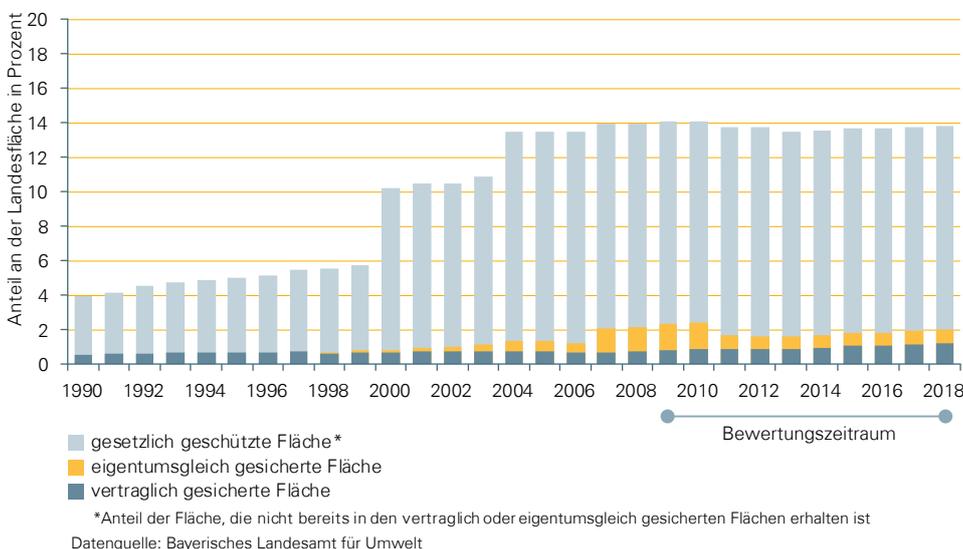
Bayerische Biodiversitätsstrategie: Bis 2020 soll die Gefährdungssituation von mehr als 50 Prozent der Rote-Liste-Arten verbessert werden.

FLÄCHEN FÜR NATURSCHUTZZIELE

Artenvielfalt braucht geschützte Flächen

Der Wandel Bayerns vom traditionell bewirtschafteten Agrarland zum hoch entwickelten Industriestaat verändert Landschaft und Naturhaushalt tief greifend. Der anhaltend hohe Druck, neue Flächen für Siedlungen, Verkehr und Tourismus zu erschließen, und die immer intensivere landwirtschaftliche Nutzung bedrohen die Artenvielfalt und beeinträchtigen die Landschaft als Lebensraum und Ort der Erholung. Arten wie Feldhamster, Großer Brachvogel oder Bekassine, sind auf seltene Lebensräume oder auf Landwirtschaftsflächen angewiesen, die nicht gedüngt oder mit schweren Maschinen bearbeitet werden. Sie überleben daher nur noch auf kleinen Restflächen. Ein wichtiges Instrument, um dieser Entwicklung entgegenzuwirken, ist die Ausweisung von Schutzgebieten, also → *gesetzlich geschützten Flächen*. Sie helfen, Arten und Lebensräume zu schützen, die biologische Vielfalt zu bewahren und die Funktionen von Ökosystemen zu erhalten. Dieselben Ziele verfolgen auch Kommunen und Naturschutzverbände durch den Erwerb ökologisch bedeutsamer Flächen. Sie werden oft mit Unterstützung des Bayerischen Naturschutzfonds oder mit EU-Fördermitteln im Rahmen spezieller Naturschutzprojekte angekauft. Ein weiterer wichtiger Baustein sind → *vertraglich gesicherte Flächen*, die zum Beispiel über das staatlich geförderte → *Vertragsnaturschutzprogramm* nach den Vorgaben des Naturschutzes bewirtschaftet werden.

Nicht nur die Gesamtgröße der geschützten Flächen, sondern auch deren Qualität und Verbindung untereinander sind wichtige Voraussetzungen für erfolgreichen Artenschutz. Deshalb kommt dem europäischen Netz von Schutzgebieten → *Natura 2000* (mit einem Anteil von 11,3 Prozent an der Landesfläche Bayerns) und dem → *BayernNetz Natur* eine herausragende Bedeutung zu.



- ↘ [Schutzgebietskategorien nach Bundesnaturschutzgesetz und Bayerischem Naturschutzgesetz \(28\)](#)
- ↘ [Bayern Netz Natur \(29\)](#)
- ↘ [Bayerischer Artenschutzbericht 2010 \(30\)](#)
- [Landschaftszerschneidung: S. 36](#)
- [Artenvielfalt und Landschaftsqualität: S. 37](#)
- ↘ www.liki.nrw.de

(Definition: Seite 79)

[Aktueller Wert im Internet](#)

Entwicklung des Anteils der für Naturschutzziele ausgewiesenen Flächen an der Landesfläche Bayerns seit 1990

Der Anteil der Flächen in Bayern, die für Ziele des Naturschutzes ausgewiesen sind, hat im Zeitraum 2009 bis 2018 nicht weiter abgenommen, der Trend ist nun indifferent. 2018 umfassten diese Flächen 13,7 Prozent der Landesfläche.

Bayerisches Naturschutzgesetz (2019): Bayern schafft ein Netz räumlich oder funktional verbundener Biotope (Biotopverbund), das bis zum Jahr 2023 mindestens 10 Prozent → *Offenland* und bis zum Jahr 2027 mindestens 13 Prozent Offenland der Landesfläche umfasst.

ENTWICKLUNG



ZIEL



LANDWIRTSCHAFTSFLÄCHEN MIT HOHEM NATURWERT

Landwirtschaftliche Flächen in Bayern sollen zunehmend mehr zum Artenschutz beitragen

Agrarlandschaften sind weitgehend von landwirtschaftlicher Nutzung geprägte → *Kulturlandschaften*. Um die biologische Vielfalt auf diesen Flächen zu bewahren, sind naturnahe Landschaftselemente wie Hecken oder kleinere Gewässer sowie → *extensiv genutzte Flächen* von großer Bedeutung. Sie sollten daher unbedingt erhalten und ausgeweitet werden. Die systematische Erfassung von Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert (→ *HNV-Farmland*) ermöglicht es, zum Beispiel die Auswirkungen der Agrarpolitik auf die biologische Vielfalt auf landwirtschaftlichen Flächen aufzuzeigen. Auch die Folgen einer veränderten Nutzung der Flächen spiegeln sich in den Werten dieses Indikators wider.

Der Flächenanteil von HNV-Farmland beträgt in Bayern 11,5 Prozent an der gesamten Landwirtschaftsfläche (Stand: 2018). Damit entspricht der bayerische Wert in etwa dem Bundesdurchschnitt. Eine weitere deutliche Erhöhung ist mit Umsetzung des Gesetzes zugunsten der „Artenvielfalt und Naturschönheit Bayerns“ zu erwarten.

Demzufolge soll zukünftig das → *Vertragsnaturschutzprogramm* und der → *Ökolandbau* deutlich ausgebaut, Landschaftselemente wie Hecken, natürliche Totholzansammlungen und Feldraine zusätzlich geschützt, mehr Grünland später gemäht und der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln weiter reglementiert werden.

- [Monitoring der Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert \(31\)](#)
- [Flächen für Naturschutzziele: S. 39](#)
- [Ökologische Landwirtschaft: S. 69](#)
- ↓ www.liki.nrw.de

(Definition: Seite 79)

 [Aktueller Wert im Internet](#)

Entwicklung der Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert in Bayern seit 2009



Datenquelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt, Bundesamt für Naturschutz

ENTWICKLUNG

Der Anteil der Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert in Bayern liegt nach der jüngsten Erhebung von 2018 bei rund 11,5 Prozent und steigt im Bewertungszeitraum (2009 bis 2018) an. Mit diesem Wert liegt Bayern in etwa im Bundesdurchschnitt.

ZIEL

15 **LEBEN AN LAND**



Bayerisches Naturschutzgesetz (2019): Ausweitung von → *Vertragsnaturschutzflächen* und Ökolandbau, mehr Gewässerrandstreifen sowie Biotopverbund im → *Offenland*.

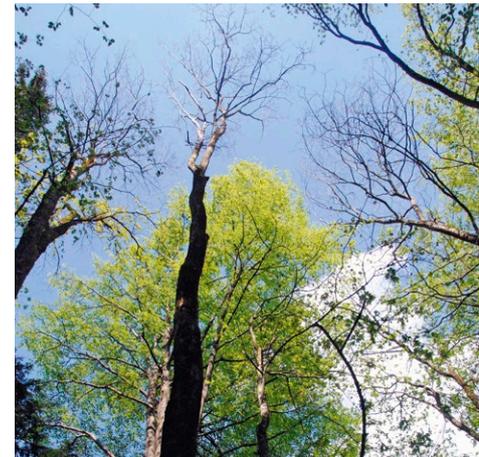
WALDZUSTAND

Baumkronen zeigen: Der Wald leidet unter Folgen des Klimawandels

Der Wald bietet Lebensraum für Pflanzen und Tiere, schützt vor Bodenabtragung, filtert Schadstoffe aus der Luft, speichert Wasser und dient dem Menschen als Rohstofflieferant und Erholungsort. Doch nur gesunde Wälder können diese Funktionen voll erfüllen. Ein wichtiger Indikator für die Vitalität und Leistungsfähigkeit des Ökosystems Wald ist der Kronenzustand der Bäume.

Dank der erfolgreichen Politik zur Luftreinhaltung in den letzten Jahrzehnten sind die Einträge von Schwefel in die bayerischen Wälder deutlich zurückgegangen. Der anhaltend hohe Eintrag von Stickstoffverbindungen verstärkt jedoch weiterhin die Versauerung und → *Eutrophierung* der Waldböden. Ein weiterer Stressfaktor sind klimatische Extremereignisse wie der Sturm „Kolle“ 2017 im Landkreis Passau oder die extrem trockenen und heißen Sommer 2003, 2015 und 2018. Außerdem verändern zunehmende Temperaturen und eine veränderte Niederschlagsverteilung die Standortbedingungen. Dadurch geraten an einigen Standorten Baumarten, die mit den bisherigen Klimabedingungen gut zurechtgekommen sind, an die Grenze ihres Toleranzbereichs. Hitze und Trockenheit begünstigen die Vermehrung von Schädlingen, die den Bäumen ebenfalls zusetzen.

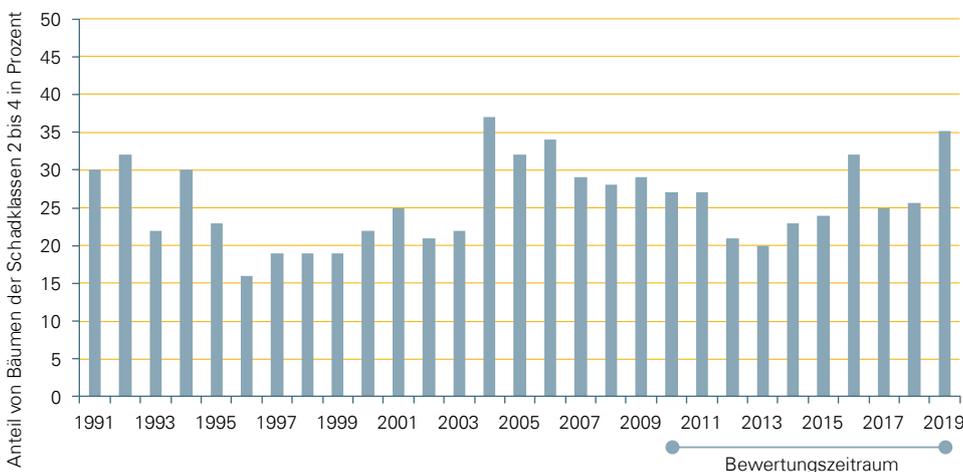
Angesichts des Klimawandels müssen die Wälder an veränderte Witterungsverhältnisse angepasst werden. Die Fichte kommt mit steigenden Temperaturen und längeren Trockenperioden im Sommer vergleichsweise schlecht zurecht. Insbesondere in den warm-trockenen Regionen Frankens sind die Kiefer und neuerdings auch die Buche vom Klimawandel betroffen. Deswegen sollen im Rahmen der von der Staatsregierung 2017 beschlossenen Waldumbauoffensive 200.000 Hektar Privat- und → *Körperschaftswälder* bis 2030 in klimatolerante Mischwälder umgebaut sein.



↓ [Bayerisches Waldgesetz \(32\)](#)

↓ [Waldbericht 2017 und Waldzustandserhebung 2019 \(33\)](#)

↓ www.liki.nrw.de



Datenquelle: Bayerische Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft

(Definition: Seite 79)

Aktueller Wert im Internet

Entwicklung des Kronenzustands der Waldbäume in Bayern seit 1991

Zwischen 2010 und 2019 hat sich der Kronenzustand der Waldbäume in Bayern nicht verbessert. Der Trend stagniert, der Anteil stark geschädigter Waldbäume schwankt zwischen 20 Prozent im Jahr 2013 und aktuell 35 Prozent und liegt damit weiterhin auf einem hohen Niveau.

Bayerisches Waldgesetz: Dauerhafte Sicherung und Stärkung der Schutzfähigkeit, Gesundheit und Leistungsfähigkeit des Waldes.

ENTWICKLUNG



ZIEL



SÄURE- UND STICKSTOFFEINTRAG

Nährstoff- und Säureinträge aus der Luft bringen Ökosysteme aus dem Gleichgewicht

Nur noch auf 1,4 Prozent der bayerischen Landesfläche findet man im unbewaldeten, nicht bewirtschafteten → *Offenland* sehr seltene, schützenswerte Biotope wie Heiden, Moore und Sümpfe sowie mageres Grasland. Sie sind die Heimat vieler seltener Pflanzenarten. Doch die charakteristische Artenvielfalt ist gefährdet. Über die Luft gelangen trockene Ablagerungen und mit dem Regen hohe Mengen von versauernd und → *eutrophierend wirkenden Stoffen*, wie → *Nitrat* und → *Ammonium* in die von Natur aus nährstoffarmen Böden. Dadurch gerät das Ökosystem aus dem Gleichgewicht. Wird zu viel Stickstoff eingetragen, wachsen einige Arten üppiger und verdrängen seltene Arten. Bei zu hohen Säureinträgen können sich die Böden langfristig verändern. Wie hoch die Einträge jeweils maximal sein dürfen, bevor ein Ökosystem Schaden nimmt, ist je nach Empfindlichkeit verschieden. Die Bewertung erfolgt anhand kritischer Belastungsgrenzen.

Ammonium stammt zu über 90 Prozent aus dem landwirtschaftlichen Sektor, insbesondere aus Tierhaltung und Gülledüngung. Die Ausbringung von Gärresten aus Biogasanlagen trägt mittlerweile ebenfalls zur Ammoniakbelastung bei. Wichtigste Quelle für Nitrat ist die Verbrennung fossiler Energieträger in Haushalten, Industrie und Verkehr.

Der zu hohe Eintrag von Säuren und Stickstoff schädigt nicht nur Biotope im Offenland, sondern auch Waldökosysteme. Die großen Blattoberflächen der Bäume filtern jedoch mehr Schadstoffe aus der Luft. Daher ist der Wald deutlich stärker betroffen.

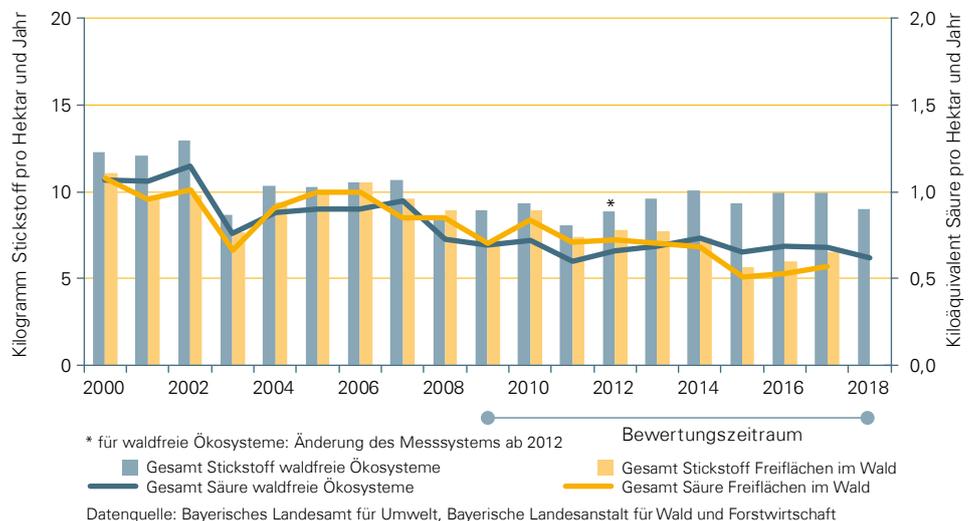
Die Wälder Bayerns bedecken 36 Prozent der Landesfläche. Damit diese wichtigen Ökosysteme ebenso wie die schützenswerten Biotope im Offenland langfristig erhalten bleiben, müssen die Einträge von Säuren und Nährstoffen dringend weiter reduziert werden.

- ↓ [Kritische Eintragsraten \(34\)](#)
- ↓ [Versauerung und Überdüngung \(35\)](#)
- ↓ [Stickstoffeinträge sind ein Standortfaktor \(36\)](#)
- [Stickstoffüberschuss: S. 43](#)
- [Luftqualität: S. 52](#)
- ↓ www.liki.nrw.de

(Definition: Seite 79)

[Aktueller Wert im Internet](#)

Entwicklung des Säure- und Stickstoffeintrags aus der Atmosphäre in Bayern seit 2000



ENTWICKLUNG

Die Einträge von Säure in den Boden haben sich in Bayern seit 1995 mehr als halbiert. Die Stickstoffeinträge sind etwa um ein Drittel zurückgegangen. Der aktuelle Zehnjahrestrend (2009 bis 2018) im Offenland zeigt für die Säureinträge keinen eindeutig abwärts weisen Trend mehr, die Stickstoffeinträge steigen sogar.

ZIEL

15 **LEBEN AN LAND**



Weitere Abnahme der Einträge bis hin zur Unterschreitung der kritischen Belastungsgrenzen.

STICKSTOFFÜBERSCHUSS

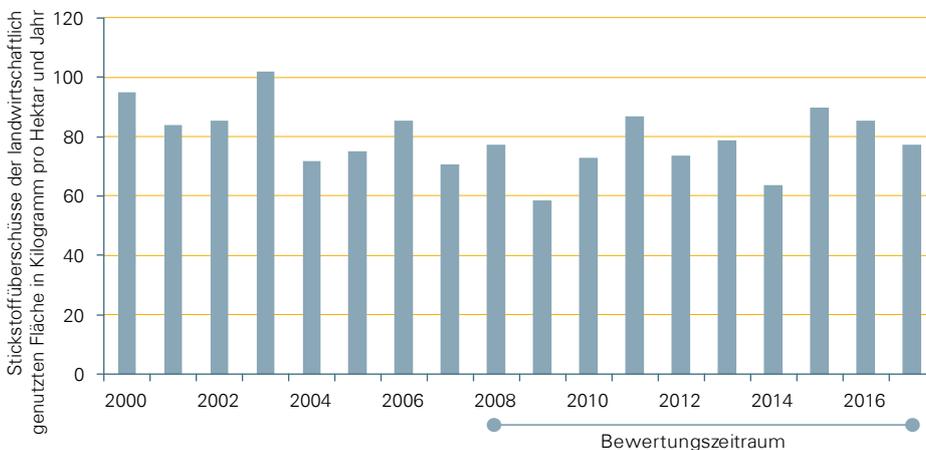
Überdüngung mit Stickstoff:

teuer für die Landwirtschaft, belastend für die Umwelt

Die Düngung auf landwirtschaftlichen Flächen dient dazu, den Nutzpflanzen die notwendigen Nährstoffe zuzuführen, um die Versorgung der Bevölkerung mit gesunden pflanzlichen Produkten sicherzustellen. Wird allerdings nicht passend zu Standort und Bedarf gedüngt, kann das die Umwelt stark belasten. Ein wichtiger Gradmesser dafür ist die → *Stickstoff-Flächenbilanz*. Stickstoff ist der wichtigste Nährstoff für Pflanzen. Er wird als Dünger auf die Felder gebracht. Aber nur ein Teil des zugeführten Stickstoffs wird von den Nutzpflanzen aufgenommen. Der Rest gelangt auf verschiedenen Wegen in die Umwelt: Er entweicht in die Atmosphäre (→ *Volatilisation*), wird in Gewässer ausgewaschen oder verbleibt im Boden. Die Überschüsse an Stickstoff können sich weitreichend auf den Naturhaushalt auswirken.

Mögliche Folgen sind unter anderem die Versauerung und → *Eutrophierung* von Böden und Gewässern, die Nitratbelastung des Grundwassers und der Oberflächengewässer sowie die Beeinträchtigung der biologischen Vielfalt.

Die Entwicklung der Stickstoffüberschüsse in Bayern schwankt von Jahr zu Jahr stark. Ein Rückgang der Einträge ist bisher nicht erkennbar. Um die Überschüsse langfristig zu reduzieren, hat daher die Bundesregierung 2017 strengere Regeln für die Düngung beschlossen. Die bundesweite Düngeverordnung verpflichtet die landwirtschaftlichen Betriebe dazu, den Nährstoffbedarf je Standort und Nutzpflanze zu ermitteln und ihre Düngepraxis danach auszurichten.



Datenquelle: Länderinitiative Kernindikatoren



- ↓ [Lösungsstrategien für ein drängendes Umweltproblem \(37\)](#)
- ↓ [Stickstoff – Zuviel des Guten? \(38\)](#)
- [Nitrat im Grundwasser: S. 57](#)
- [Ökologischer Zustand der Oberflächengewässer: S. 44](#)
- ↓ www.liki.nrw.de

(Definition: Seite 80)

 Aktueller Wert im Internet

Entwicklung des Stickstoffüberschusses der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Bayern seit 2000

Im aktuellen Bewertungszeitraum (2008 bis 2017) zeigt sich kein eindeutiger Trend: Der Stickstoffüberschuss auf landwirtschaftlichen Flächen in Bayern schwankt von Jahr zu Jahr stark. Im 10-Jahres-Mittel lag er bei 76 Kilogramm pro Hektar und Jahr.

Reduzierung des Stickstoffüberschusses.

ENTWICKLUNG

2 KEIN HUNGER



ZIEL



- ↓ [EG-Wasserrahmenrichtlinie \(39\)](#)
- ↓ [Flussbericht Bayern 2012 \(40\)](#)
- ↓ www.liki.nrw.de

(Definition: Seite 80)

 Aktueller Wert im Internet

Anteil der Flüsse und Seen in Bayern mit mindestens gutem ökologischen Zustand beziehungsweise Potenzial an der Gesamtzahl der bewerteten Wasserkörper (für 2009 und 2015)

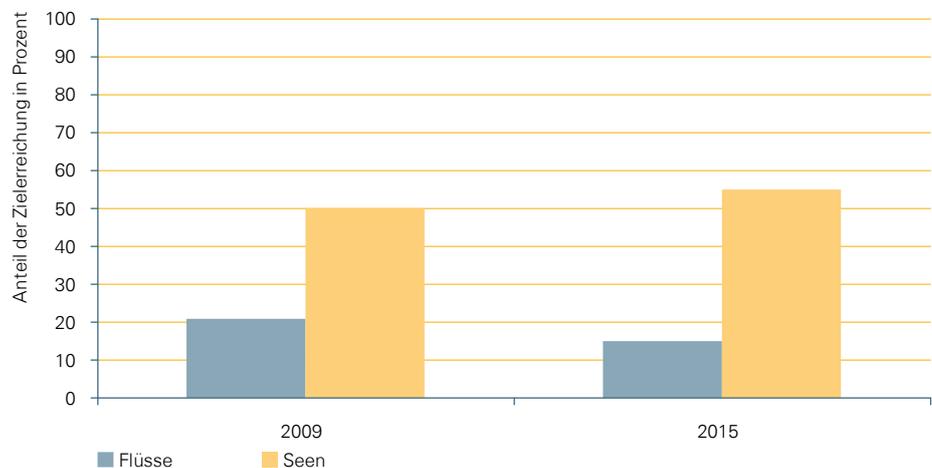
ÖKOLOGISCHER ZUSTAND DER OBERFLÄCHENGEWÄSSER

Noch Handlungsbedarf beim ökologischen Zustand der Gewässer

Ein Gewässer gilt als ökologisch intakt, wenn die ökologischen Funktionen intakt sind. Dies ist gegeben, wenn die Gewässerstruktur möglichst natürlich ist und Organismen schädigende stoffliche Einträge unterbleiben. Lange Zeit waren die Gewässer hauptsächlich durch organische Stoffe und Nährstoffe belastet, die aus dem Abwasser stammten. In den letzten drei Jahrzehnten ist diese Belastung durch eine verbesserte Abwasserbehandlung zurückgegangen.

Um den ökologischen Gewässerzustand nach den Vorgaben der → *EG-Wasserrahmenrichtlinie* umfassend zu bewerten, müssen neben den Einträgen von organischen Stoffen auch Nähr- und Schadstoffeinträge sowie Veränderungen der Gewässerstruktur bewertet werden. Zu diesem Zweck untersucht man wirbellose Kleintiere des Gewässergrundes sowie Algen, Wasserpflanzen und Fische.

Im Gegensatz zur Belastung mit organischen Stoffen aus dem Abwasser haben sich die → *diffusen Einträge* von Nährstoffen, insbesondere aus der Landwirtschaft, in den letzten Jahren nicht nennenswert verringert. Die Untersuchung verschiedener Algen und Wasserpflanzen zeigt etwa, dass in rund 60 Prozent der Fließgewässer und 50 Prozent der Seen in Bayern weiterhin Handlungsbedarf besteht. Dass der gute ökologische Zustand in vielen Fließgewässern noch nicht erreicht wird, liegt auch an der vielerorts veränderten Gewässerstruktur. Dazu gehören zum Beispiel sogenannte Querbauwerke wie Wehre oder Schleusen, die verhindern, dass Fische und andere Lebewesen in den Gewässern wandern können. 2015 erfüllten 15 Prozent der bayerischen Fließgewässer (135 von 880 → *Oberflächenwasserkörpern*) die Umweltziele der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Bei den Seen erreichten 26 von 47 bewerteten Oberflächenwasserkörpern dieses Ziel.



2015: höhere Dichte der Monitoringergebnisse

Datenquelle: Länderinitiative Kernindikatoren, Bayerisches Landesamt für Umwelt

ENTWICKLUNG

Die Entwicklung des Zustands 2015 gegenüber 2009 lässt sich nur eingeschränkt beurteilen, da die Methodik der Bewertung geändert wurde.

ZIEL



EG-Wasserrahmenrichtlinie: Der gute oder sehr gute ökologische Zustand beziehungsweise das gute oder bessere ökologische Potenzial von Fließgewässern und Seen soll bis spätestens 2027 durch geeignete Maßnahmen erreicht werden. Gewässer, die diese Ziele bereits erfüllen, dürfen sich nicht verschlechtern.

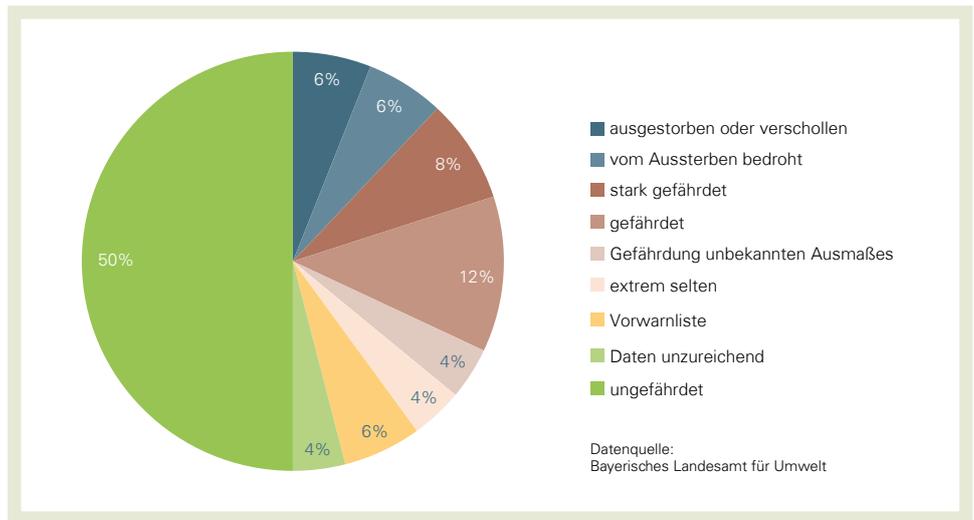


BLICKPUNKT

Insekten – Symbol der bedrohten biologischen Vielfalt

Unter dem Begriff „Insektensterben“ wurde 2017 der Schwund an Insekten zu einem viel diskutierten Thema in der öffentlichen Berichterstattung. Seitdem ist die Präsenz des Problems in den Medien und in der öffentlichen Wahrnehmung noch gewachsen. Bereits 2013 hatte der → *Entomologische* Verein Krefeld anhand von langjährigen Fallenfängen über einen gravierenden aktuellen Rückgang der Biomasse an Insekten um bis zu 80 Prozent berichtet. Von Insekten unbefleckte Windschutzscheiben sind jedem als Beleg plausibel, der vor Jahren noch andere Erfahrungen machen konnte. Der massive Rückgang von Insekten ist viel mehr als ein klassisches Naturschutzproblem – er ist ein Zeichen für den ökologischen Zustand der unmittelbaren menschlichen Umwelt. So rückt der Verlust der biologischen Vielfalt spürbar bedrohlich nahe an den Menschen heran.

Die biologische Vielfalt Bayerns (ohne Mikroorganismen) wird insgesamt auf rund 62.000 Arten geschätzt, verteilt auf Pflanzen, Tiere, Pilze und Flechten. Insekten bilden mit rund 30.000 Arten die weitaus umfangreichste Organismengruppe. Der Anteil von 48 Prozent an der Artenvielfalt Bayerns beziehungsweise 77 Prozent an der zoologischen Vielfalt macht die überragende Bedeutung der Insektenfauna für die heimische Biodiversität deutlich. Innerhalb der Insekten dominieren zahlenmäßig Zweiflügler (Fliegen, Mücken), Hautflügler (Wespen, Bienen) und Käfer. Alleine die Zweiflügler umfassen mit vermutlich über 10.000 Arten eine ähnliche Zahl an Arten wie die gesamte bayerische Pflanzenwelt (Gefäßpflanzen, Moose, Algen, Flechten). Letztlich stehen die Insekten stellvertretend für wirbellose Tiere, welche z. B. mit Spinnentieren und Weichtieren weitere artenreiche und ökologisch bedeutsame Tiergruppen umfassen. Leider ist der Kenntnisstand bei vielen wirbellosen Tieren noch ungenügend, z. B. sind die in Bayern vorkommenden Arten nur teilweise bekannt, darunter etliche wissenschaftlich noch unbeschriebene Arten.



↓ Rote Listen Bayern (26)

Rote Listen zeigen die Gefährdung

Die → *Roten Listen gefährdeter Arten* bilden auch bei den Insekten die wichtigste Referenz für die Beurteilung der Bestandssituation und der Bestandsentwicklung. Derzeit bewerten die Roten Listen mit rund 14.000 Arten knapp die Hälfte der heimischen Insektenfauna (Grafik). Etwa die gleiche Größenordnung an Arten mangels Kenntnisstand beziehungsweise dafür qualifizierter Bearbeiter oder Bearbeiterinnen derzeit nicht bewertet werden (z. B. Schlupfwespen, verschiedene Fliegengruppen).

Die Roten Listen liefern folgende wesentliche Ergebnisse:

- Zahlreiche Arten sind regional ausgestorben, einzelne Arten auch bayernweit (insgesamt 6 Prozent aller Insektenarten).
- Spezialisierte Arten gehen schneller und stärker zurück als weitverbreitete, anpassungsfähige Arten. Als Folge gehen zahlreiche gebietstypische Besonderheiten verloren und es bleiben wenige, triviale Arten.
- Vor allem Arten, die nährstoffarme → *Offenland*- und Übergangslbensräume (z. B. Extensivwiesen, Magerasen, Moore) sowie lichte Wälder besiedeln, sind rückläufig.
- Ein Individuenrückgang in der Fläche findet auch bei sogenannten Allerweltsarten statt (z. B. Heuschrecken, Tagfalter), besonders stark ausgeprägt in der Agrar- und → *Normallandschaft*.
- Der Arten- und Individuenrückgang setzt sich fort, durchschnittlich sind 40 Prozent der Insektenarten gefährdet oder ausgestorben (Grafik).

Mögliche Ursachen des Insektenrückganges

Der Rückgang vieler heimischer Insektenarten kann in den meisten Fällen nicht auf eine eindeutige Ursache zurückgeführt werden. In der Regel handelt es sich dabei um ein Wirkungsgefüge bedingt durch den Wandel von der Agrar- zur Industriegesellschaft, das aus mehreren ganz unterschiedlichen Faktoren besteht, die sich aber gegenseitig beeinflussen und verstärken können. Maßgeblich sind insbesondere:

- Strukturwandel in der Landwirtschaft und Agrarlandschaft (intensive Flächennutzung, Rückgang von Landschaftselementen)
- Nutzungsaufgabe auf unrentablen, aber ökologisch wertvollen Flächen
- Stoffeinträge (z. B. Stickstoff, Pflanzenschutzmittel)
- → *Flächenverbrauch* (besonders durch Siedlungen, Verkehr und Verkehrsinfrastruktur)

Der Klimawandel führt zu erheblichen Verschiebungen im Artengefüge der Lebensgemeinschaften und ist für eine ganze Reihe von Arten bestandsbedrohend. Ein ursächlicher Zusammenhang zwischen dem allgemeinen Rückgang von Insekten, insbesondere der Biomasse von Insekten, und dem Klimawandel kann jedoch nicht hergestellt werden.

Gute Gründe Insekten zu schätzen und zu schützen

Die ökologische Bedeutung von Insekten beziehungsweise wirbellosen Tieren ist äußerst vielfältig und für nahezu alle Lebensgemeinschaften (einschließlich des Menschen) unersetzlich. Verschiedene Ökosystemleistungen gehen maßgeblich auf Insekten zurück:

- Für die Bestäubung von Wild- und von Kulturpflanzen sind Insekten von elementarer Bedeutung. Circa 80 Prozent der heimischen Wildpflanzen sind von tierischen Bestäubern abhängig. Schon allein deshalb sind Insekten in ihrer Bedeutung für unsere heimischen Lebensräume nicht zu überschätzen. Dies gilt ebenso für die Sicherung von Erträgen von Kulturpflanzen, z. B. im Obstbau.
- Eine ganze Reihe der wichtigsten Schadorganismen an Kulturpflanzen oder auch für den Menschen lästigen Arten (z. B. Stechmücken) zählen zu den Insekten. Für die biologische Schädlingsbekämpfung ist eine intakte Insektenfauna mit den natürlichen Gegenspielern unverzichtbar.
- Die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit durch die Tätigkeit der Lebewelt im Boden (z. B. Strukturbildung, Durchlüftung, Umverlagerung von Nährstoffen) ist eine weitere Ökosystemleistung, für die Insekten und andere wirbellose Tiere einen maßgeblichen Beitrag leisten.
- Für die Selbstreinigungsfähigkeit von Gewässern sind wirbellose Tiere wichtige Funktionsträger (z. B. Filterung).
- In Nahrungsketten haben Insekten aufgrund ihrer Artenvielfalt und Biomasse elementare Bedeutung. Nicht nur räuberische wirbellose Tiere (z. B. Laufkäfer, Libellen), sondern auch Wirbeltiere (z. B. Fledermäuse, Vögel, Kriechtiere, Lurche) sind zu großen Teilen auf Insektennahrung angewiesen.
- Die Umwelt- und Erlebnisqualität von Landschafts- und Lebensräumen wird für den Menschen auch durch Insekten bestimmt, z. B. durch zirpende Grillen und Heuschrecken, bunte Falter, summende Bienen oder bizarre Käfer.

So hat folgerichtig der Schutz der Insekten im Rahmen der Naturoffensive Bayern und bei der Umsetzung des Volksbegehrens zur Artenvielfalt sowie der gesetzlich festgelegten Begleitmaßnahmen einen hohen Stellenwert.



→ [Trittsteine dringend benötigt \(Interview\): S. 34](#)

↓ [Naturoffensive Bayern \(41\)](#)



Umwelt und Gesundheit

LUFTQUALITÄT

LÄRM

VERKEHR

PROBLEMSTOFFE

Saubere Luft oder Abgaswolken, gesunde Böden oder überdüngte Äcker, Vogelgezwitscher oder Straßenlärm: Der Zustand der Umwelt wirkt sich auch auf unser Wohlbefinden aus – positiv wie negativ. Wenn wir die Umwelt vor schädlichen Einflüssen schützen, dann schützen wir damit auch uns selbst.

Durch technische Fortschritte ist es in den vergangenen Jahrzehnten gelungen, einige Gefährdungsfaktoren für die menschliche Gesundheit in den Griff zu bekommen.

Heute belasten vor allem Lärm und Schadstoffe wie Stickstoffdioxid Umwelt und Gesundheit. Die Verbreitung von Schwermetallen und weiteren toxischen Stoffen in der Umwelt muss weiterhin aufmerksam beobachtet werden. Eine wachsende Herausforderung ist der Schutz des Grundwassers vor zu hohen Nitratwerten.



Dipl.-Kfm. Wolfgang Brandl

ist seit 1995 Geschäftsführer der Stadtwerke Eichstätt und seit 2009 im Vorstand des Verbands der Bayerischen Energie und Wasserwirtschaft e. V. VBEW. Gemeinsam mit den rund 400 bayerischen Energie- und Wasserversorgern setzt er sich für eine nachhaltige Versorgung von Privathaushalten und Wirtschaft mit Energie und Wasser ein.

SCHUTZ DER GEWÄSSER IST AUCH TRINKWASSERSCHUTZ

Unbelastetes Trinkwasser – das ist keine Selbstverständlichkeit. Alle könnten dazu beitragen, es zu schützen. Wir befragten Herrn Wolfgang Brandl, Mitglied des Vorstandes im VBEW, wie sich die Qualität der Fließgewässer auf die Trinkwasserqualität auswirkt.

In Brunnen, deren Wasser in Kontakt mit Fließgewässern steht, findet man immer häufiger gut wasserlösliche Spurenstoffe wie z. B. Trifluoressigsäure. Macht Ihnen die Sicherheit des Trinkwassers angesichts dieser Erkenntnisse Sorgen?

Trinkwasser zählt in Deutschland zu den am strengsten überwachten Lebensmitteln. Jeder kann heute ohne Bedenken Trinkwasser genießen und das sein Leben lang. Andererseits ist Wasser als Naturprodukt Umwelteinflüssen ausgesetzt und unterliegt Umweltbelastungen. Spurenstoffe sind im Trinkwasser aber in der Regel in so geringen Konzentrationen vorhanden, dass sie für den Menschen völlig unbedenklich sind. Dies entbindet uns aber nicht von einem verantwortungsvollen Umgang mit Gewässern und dem für die Wasserversorgung genutzten Grundwasser. Wir müssen die Belastungen so gering wie möglich halten. Hier stehen wir alle in der Verantwortung: die Verbraucherinnen und Verbraucher, die Industrie und wir als Wasserversorger. Auch deshalb tritt unser Verband mit Nachdruck für einen flächendeckenden, vorsorgenden Grundwasserschutz ein.

Erhalten die Wasserversorger auch kritische Nachfragen der Verbraucherinnen und Verbraucher?

Für unsere Kundinnen und Kunden hat die Trinkwasserqualität eine sehr hohe Priorität. Sie haben aber auch ein sehr hohes Vertrauen in die Zuverlässigkeit ihrer Wasserversorgungsunternehmen und orientieren sich an den veröffentlichten Wasseranalysen. Kritische Nachfragen sind daher eher selten. Andererseits wissen wir z. B. aus einer Umfrage, die unser Bundesverband im Jahr 2017 durchgeführt hat, dass die Zahl der Verbraucherinnen und Verbraucher, die Medikamentenrückstände als Gefahrenquelle bewerten, steigt. Dies gilt im Übrigen in noch weit stärkerem Umfang für den Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln. Insgesamt kann man sagen, dass das Problembewusstsein unserer Kundinnen und Kunden im Hinblick auf die Trinkwasserqualität zunimmt.

Wie präsent ist das Thema bei den Wasserversorgern, wo sehen Sie Handlungsbedarf?

Natürlich ist die Thematik Spurenstoffe bei unseren Wasserversorgungsunternehmen äußerst präsent. Dieses Thema dürfen wir allerdings nicht isoliert betrachten, sondern müssen es in das Gesamtthema eines präventiven, nachhaltigen und ressourcenschonenden Gewässer- und Grundwasserschutzes einbetten. Hierzu gehört auch die Minimierung der Dünge- und → Nitrateinträge und – ganz aktuell im Zeichen des Klimawandels und dem damit verbundenen Rückgang der Grundwasserneubildungsraten – der schonende Umgang mit unseren Wasserreserven.

Eine persönliche Frage zum Schluss: Welcher Beitrag zum Umweltschutz ist Ihnen als Privatmensch besonders wichtig?

Für mich beginnt Umweltschutz im persönlichen Umfeld. In unserem Garten finden Sie deshalb keinen englischen Rasen, keine Schotterwüste oder Thujahecke. Hier hat die Blumenwiese ihren Platz und unser Lindenbaum zieht bei der Blüte tausende von Insekten an. Dies begeistert mich jedes Mal. Umweltschutz hat für mich auch damit zu tun, der Natur Raum zu geben. Sie belohnt jeden dafür.

LUFTSCHADSTOFFE IN DEN ALPEN?

Nicht nur in unseren Städten und Gemeinden wird die Luftqualität überwacht, sondern auch auf der Zugspitze im Schneefernerhaus, der am höchsten gelegenen Umweltforschungsstation Deutschlands (UFS). Wir fragten Herrn Prof. Dr. Bittner, welche besondere Bedeutung die Forschung dort für Bayern hat.

Welche Schadstoffe werden an der Umweltforschungsstation Schneefernerhaus untersucht und warum ausgerechnet in dieser Höhenlage?

Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der kontinuierlichen Erfassung von Schadstoffen in der Luft, die sich durch eine vergleichsweise hohe Lebenszeit auszeichnen. Zu nennen sind hier insbesondere organische Substanzen, wie sie etwa im Pflanzenschutz verwendet werden oder auch Stoffe wie Quecksilber oder Produkte aus Flammschutzmitteln. Die Umweltforschungsstation Schneefernerhaus erlaubt es aufgrund ihrer Höhe und ihrer Lage am Nordrand der Alpenkette insbesondere auch solche Schadstoffe zu messen, die bereits über weite Entfernungen mit der Luftströmung transportiert worden sind.

Zu welchem Zweck können die Monitoringdaten verwendet werden?

Hier gibt es mehrere Aspekte. Hervorheben möchte ich hier insbesondere aber den folgenden Punkt: Der Alpenraum ist aufgrund seiner besonderen → *Orografie* durch vergleichsweise komplexe Luftströmungen charakterisiert. Bei einer Anströmung etwa aus dem Voralpenraum müssen Luftmassen aufsteigen, wobei sie sich abkühlen und es so häufig zu besonders ergiebigen Niederschlägen kommt. Dabei werden Schadstoffe aus der Luft recht effizient ausgewaschen, gelangen in den Boden und damit letztlich auch in die Nahrungskette. Wir wollen natürlich wissen, wie hoch die → *Deposition* solcher langlebiger Schadstoffe im Ökosystem Alpenraum ist.

Monitoring von Schadstoffen an der UFS besteht seit über 15 Jahren. Sehen Sie einen Zusammenhang zwischen den Messdaten und Verbots- beziehungsweise Einschränkungmaßnahmen in Produktion und Verwendung von Persistenten organischen Schadstoffen (POP)?

Selbstverständlich! Die Erfassung der verschiedenen Schadstoffbelastungen ermöglicht die Überprüfung, ob und inwieweit die geltenden gesetzlichen Regelungen eingehalten werden. Daneben kann anhand der Messungen grundsätzlich auch geprüft werden, von wo Luftmassen mit deutlich überhöhten Schadstoffkonzentrationen stammen.

Eine persönliche Frage zum Schluss: Welcher Beitrag zum Umweltschutz ist Ihnen als Privatmensch besonders wichtig?

Ich versuche, meine persönliche CO₂-Bilanz so klein wie möglich zu halten. Dazu gehört, dass ich mir sorgfältig überlege, welche Reisen wirklich nötig sind, wann ich mein Auto verwende und wie viel Fleisch ich esse.



Prof. Michael Bittner

lehrt Atmosphärenfernerkundung am Institut für Physik der Universität Augsburg. Er leitet die Forschungs- und Entwicklungsabteilung „Atmosphäre“ am Deutschen Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) und ist wissenschaftlicher Koordinator der bayerischen Umweltforschungsstation Schneefernerhaus (UFS).



- ↓ [Messwerte des Lufthygienischen Landesüberwachungssystems Bayern \(42\)](#)
- ↓ [Maßnahmen für saubere Luft \(43\)](#)
- [Säure- und Stickstoffeintrag: S. 42](#)
- [Schwermetalleintrag: S. 58](#)
- [Güterverkehrsleistung: S. 55](#)
- ↓ www.liki.nrw.de

(Definition: Seite 81)

 [Aktueller Wert im Internet](#)

Entwicklung der Luftqualität in Bayern seit 2003: Zeitreihen der Luftschadstoffe Stickstoffdioxid und Feinstaub

LUFTQUALITÄT

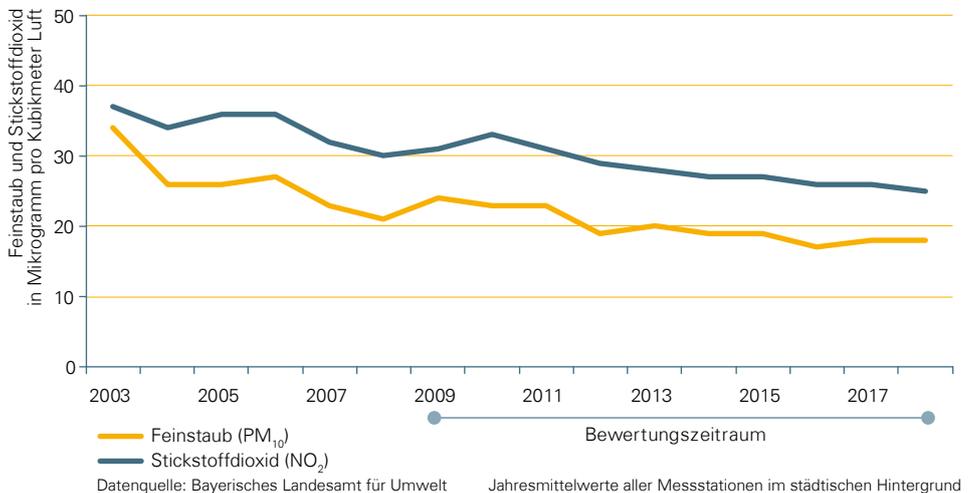
Messungen belegen: Luftqualität in Bayern verbessert sich

Saubere Luft ist wichtig für ein gesundes Leben. Zu viele Schadstoffe in der Luft können uns vorübergehend oder auch dauerhaft krank machen. Zu den Luftschadstoffen gehören insbesondere → *Feinstaub-PM₁₀*, → *Stickstoffdioxid*, Ozon, Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid, → *flüchtige organische Verbindungen* und → *polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe*.

Sie entstehen vor allem im Straßenverkehr, beim Heizen und in der Industrie. In Ballungsgebieten ist die Luft daher am stärksten betroffen. Wie hoch die Belastung mit Luftschadstoffen ausfällt, hängt aber auch vom Wetter ab.

Um die Luftqualität in Bayern zu bewerten, wird die Konzentration von Stickstoffdioxid und Feinstaub-PM₁₀ in der Luft an Messstationen in städtischen Wohngebieten erfasst. Die Jahresmittelwerte dieser Stationen zeigen im Bewertungszeitraum (2009 bis 2018) eine positive Entwicklung. Die mittlere Belastung liegt deutlich unter den von der Europäischen Union festgelegten Grenzwerten.

Ein Vergleich der Messergebnisse mit den Grenzwerten macht aber auch deutlich, wo noch Handlungsbedarf besteht. An einzelnen sehr stark verkehrsbelasteten Straßen innerhalb größerer Städte wird der Jahresmittelgrenzwert für Stickstoffdioxid noch überschritten. Maßnahmen, mit denen sich die Luftverschmutzung verringern lässt, sind zum Beispiel die Förderung von innovativen Antrieben und Elektromobilität, die Stärkung des öffentlichen Nahverkehrs, der Ausbau von Fahrradwegen und intelligente Verkehrskonzepte.



ENTWICKLUNG

In den letzten zehn Jahren hat sich die Luftqualität in Bayern verbessert. An einzelnen sehr stark verkehrsbelasteten innerstädtischen Straßen treten noch Überschreitungen des Jahresmittelgrenzwerts für Stickstoffdioxid auf.

ZIEL

3 GESUNDHEIT UND WOHLERGEHEN



Weitere Verbesserung der Luftqualität

LÄRMBELASTUNG

Stressfaktor Lärm: Dauerhafte Geräuschbelastung schadet der Gesundheit

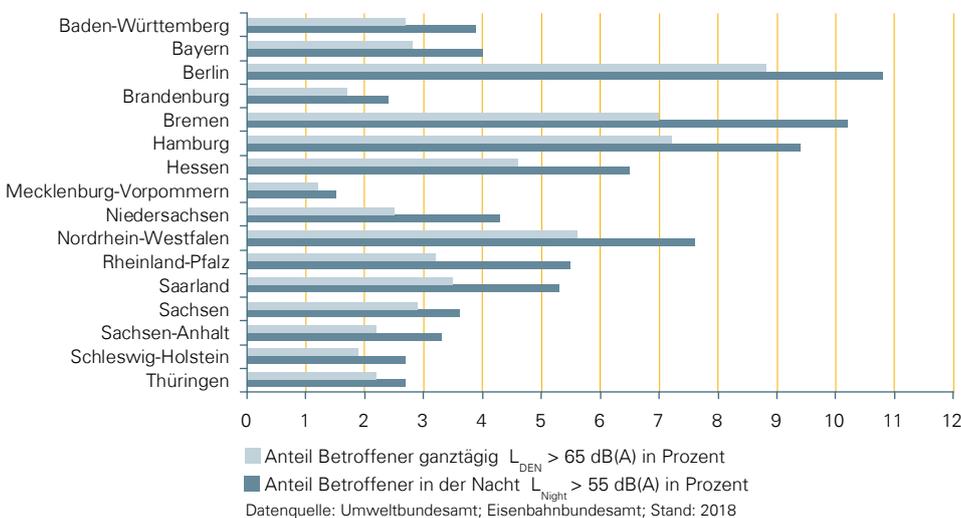
Dauerhafter Lärm ist die Umweltbelastung, die am häufigsten wahrgenommen wird: Mehr als zwei Drittel der Bevölkerung fühlen sich dadurch belästigt. Lärm verursacht Stressreaktionen. Der Körper schüttet verstärkt Stresshormone aus, der Blutdruck steigt, das Herz schlägt schneller. Ist es während der Nacht sehr laut, schläft man schlechter ein, die Tief- und Traumschlafphasen dauern kürzer oder fehlen ganz, man wacht öfter auf und schläft weniger lang. Von vielen Menschen wird der Schlaf bereits ab Pegeln von 25 bis 30 → *Dezibel* als weniger erholsam empfunden.

Eine dauerhafte Lärmbelastung von mehr als 55 Dezibel in der Nacht und mehr als 65 Dezibel am Tag erhöht das Risiko von Herz-Kreislauf-Erkrankungen nachweislich – selbst dann, wenn die Betroffenen die Geräusche nicht als störend wahrnehmen. Die beiden Dezibelwerte werden daher als Schwellenwerte für den Indikator Lärmbelastung herangezogen. Mit ihm wird erfasst, wie hoch der Anteil der Menschen ist, der in Ballungsräumen, in der Umgebung von Hauptverkehrswegen und Großflughäfen lebt und dauerhaft einer erhöhten Geräuschbelastung ausgesetzt ist. Das heißt, nicht das ganze Bundesland, sondern nur lärmbelastete Gebiete gehen in die Betrachtung ein. Der Indikator wird entsprechend den Anforderungen der → *EG-Umgebungslärmrichtlinie* ermittelt und fortlaufend beobachtet.

Um Gesundheitsschäden durch Lärm vorzubeugen, empfiehlt der Sachverständigenrat für Umweltfragen, den Dauerschallpegel langfristig abzusenken – und zwar auf Tag- und Nachtwerte, die deutlich unterhalb der aktuellen Schwellenwerte liegen.



- ↓ [Leitlinien WHO Umgebungs-lärm 2018 \(44\)](#)
- ↓ [EG-Umgebungslärm-Richtlinie \(45\)](#)
- ↓ [Bundesverkehrswegeplan \(46\)](#)
- [Güterverkehrsleistung: S. 55](#)
- ↓ www.liki.nrw.de



(Definition: Seite 81)

Aktueller Wert im Internet

Anteil der von Lärm betroffenen Menschen an der Gesamtbevölkerung im Bundesvergleich (Stand: 2018)

Der Anteil der Menschen, die von Lärm betroffen sind, ist je nach Bundesland unterschiedlich. In Bayern sind vergleichsweise wenig Menschen dauerhaft hohen Geräuschbelastungen ausgesetzt. Aussagen über die Entwicklung der Lärmbelastung sind derzeit noch nicht möglich, da bislang nur wenige Berechnungen vorliegen.

Leitlinien der WHO für Umgebungslärm: Quellenspezifische Empfehlungen für die Dauerschallbelastung über den ganzen Tag (L_{DEN}) und die Nachtzeit (L_{Night}): Straßenverkehr: $L_{DEN} < 53$ dB(A) und $L_{Night} < 45$ dB(A); Schienenverkehr: $L_{DEN} < 54$ dB(A) und $L_{Night} < 44$ dB(A); Flugverkehr: $L_{DEN} < 45$ dB(A) und $L_{Night} < 40$ dB(A)

ENTWICKLUNG

3 GESUNDHEIT UND WOHLERGEHEN



ZIEL



- ↓ [EG-Umgebungslärm-Richtlinie \(45\)](#)
- [Güterverkehrsleistung: S. 55](#)
- [Lärmbelastung: S. 53](#)

(Definition: Seite 81)

 [Aktueller Wert im Internet](#)

Entwicklung des Straßenverkehrslärms in Deutschland seit 1960

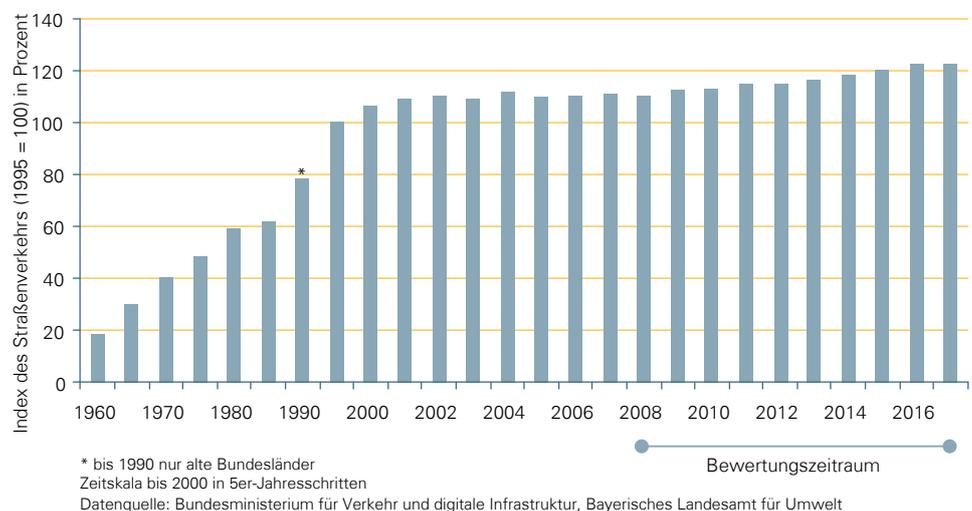
STRASSENVERKEHRSLÄRM

Straßenverkehrslärm lässt sich effektiv mindern

Geräusche umgeben uns ständig. Doch dauerhaft hohe Lärmpegel und starke Knalle können das Gehör schwer schädigen. Aber auch niedrigere Lautstärkepegel wirken sich negativ auf Gesundheit und Wohlbefinden aus, wenn man ihnen permanent ausgesetzt ist.

In ganz Deutschland trägt der Straßenverkehr mit Abstand am meisten zur Lärmbelastung bei. Denn davon sind wesentlich mehr Menschen betroffen als von Flug- oder Schienenlärm – dies gilt auch für Bayern. Der Straßenverkehr nimmt seit Jahrzehnten stetig zu. Die Geräusche, die Kraftfahrzeuge im fließenden Verkehr verursachen, sind dagegen in den letzten 30 Jahren nahezu gleich geblieben. Das heißt: Die Lärmbelastung sinkt nur dann, wenn auch der Straßenverkehr abnimmt. Vor allem in den Städten und Ballungsräumen sollte daher zum Beispiel der Umstieg vom Auto auf alternative Verkehrsmittel wie Fahrrad, Bus oder Bahn erleichtert werden.

Zudem lässt sich der Straßenverkehrslärm durch technische Maßnahmen mindern. Diese sollten am besten direkt an der Lärmquelle, etwa beim Roll- und Antriebsgeräusch der Kraftfahrzeuge, ansetzen. In der Praxis kommen allerdings meist nur Lärmwälle und -wände oder Schallschutzfenster zum Einsatz. Dadurch wird das Potenzial zur Lärmminde- rung nicht voll ausgeschöpft. Leise Reifen verringern zum Beispiel die Lärmbelastung um bis zu sieben → *Dezibel*. Zum Vergleich: Um diesen Effekt zu erreichen, müsste man den Verkehr auf ein Fünftel reduzieren. Besonders lärmarme Reifen können Verbraucherinnen und Verbraucher an dem Umweltzeichen „Blauer Engel“ erkennen. Auch das EU-Reifenlabel gibt Auskunft über das Rollgeräusch: Leise Reifen weisen einen Wert unter 70 Dezibel auf.



ENTWICKLUNG

Der wachsende Verkehr auf Deutschlands Straßen führt auch in Bayern zu einer zunehmenden Lärmbelastung der Bevölkerung. Der aktuelle Zehnjahrestrend (2008 bis 2017) zeigt einen kontinuierlichen Anstieg des Straßenverkehrslärms. Im Vergleich zu 1960 ist die Belastung heute mehr als sechsmal so hoch.

ZIEL

3 GESUNDHEIT UND WOHLERGEHEN



→ *EG-Umgebungslärmrichtlinie*: Auf der Grundlage von Lärmkarten und Aktionsplänen sollen Maßnahmen entwickelt werden, die schädliche Auswirkungen durch Umgebungslärm verhindern, ihnen vorbeugen oder sie mindern.

GÜTERVERKEHRSLEISTUNG

Bahn und Schiff rückläufig – Staus, Lärm und Abgase durch Straßentransporte

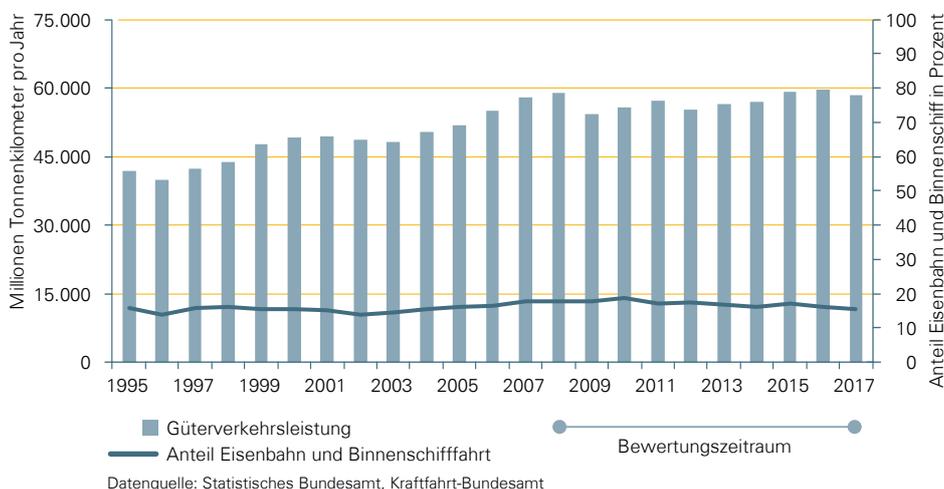
Der Transport von Waren über immer weitere Entfernungen belastet Umwelt und Klima. Vor allem der hohe Anteil des Güterverkehrs auf der Straße verursacht Lärm und Abgase und verbraucht viel Energie.

Die Lage Bayerns in Deutschland und im Zentrum Europas stellt hohe Anforderungen an das bayerische Verkehrsnetz. Die Verkehrsbelastung hat, insbesondere auf der Straße, mittlerweile ein sehr hohes Niveau erreicht. 2015 waren auf den Autobahnen durchschnittlich pro Tag über 50.000, auf den Bundesstraßen knapp 10.000 Fahrzeuge unterwegs. Prognosen zufolge soll sowohl der Personen- als auch der Güterverkehr weiter zunehmen. Für Bayern wird im Zeitraum von 2007 bis 2025 ein Wachstum der Güterverkehrsleistung um rund 53 Prozent im Vergleich zu 2007 erwartet. Der Prognose zufolge werden die meisten Warentransporte auch zukünftig über die Straße erfolgen.

Das bayerische Straßennetz ist fast 42.000 Kilometer lang, das Schienennetz ist mit rund 6.000 Kilometer Länge deutlich kürzer. Um Bayern noch besser in den deutschen und europäischen Wirtschaftsraum einzubinden, sind der Neubau und Ausbau von Bahnstrecken erforderlich.

Der neue *→ Bundesverkehrswegeplan* sieht bis 2030 rund 142 Milliarden Euro für den Erhalt von Verkehrswegen und rund 98 Milliarden Euro für deren Neu- und Ausbau vor. Vom Gesamtvolumen entfallen 49 Prozent auf die Straße, 42 Prozent auf die Schiene und 9 Prozent auf die Wasserstraßen.

Gleichzeitig fördert der Bund die Verlagerung des Gütertransports von der Straße auf die umweltverträglicheren Verkehrsträger Schiene und Wasserstraße und unterstützt damit ein Ziel, das auch in Bayerns Nachhaltigkeitsstrategie formuliert ist.



- ↓ [BAYSIS-Bayerisches Straßeninformationssystem \(47\)](#)
- ↓ [Verkehrsprognose Bayern \(48\)](#)
- ↓ [Bundesverkehrswegeplan \(46\)](#)
- [Kohlendioxidemissionen: S. 25](#)
- [Luftqualität: S. 52](#)
- [Lärmbelastung: S. 53](#)
- [Landschaftszerschneidung: S. 36](#)
- ↓ www.liki.nrw.de

(Definition: Seite 81)

Aktueller Wert im Internet

Entwicklung des gesamten Güterverkehrs sowie des Anteils von Eisenbahn- und Binnenschiffsverkehr in Bayern seit 1995

Die von Bayern ausgehenden Gütertransporte auf Straßen, Schienen und Wasserwegen stagnieren im Bewertungszeitraum. Mit 58,5 Milliarden *→ Tonnenkilometern* liegen sie auf hohem Niveau. Der Anteil von Bahn- und Binnenschiffsverkehr spielt mit gut 15 Prozent weiterhin eine deutlich untergeordnete Rolle und nimmt sogar ab.

Bayerische Nachhaltigkeitsstrategie: Verlagerung möglichst großer Verkehrsanteile von der Straße auf die Schiene und auf Wasserstraßen.

ENTWICKLUNG

11 NACHHALTIGE STÄDTE UND GEMEINDEN



ZIEL



- ↓ [Öffentlicher Verkehr auf Schiene und Straße in Bayern \(49\)](#)
- ↓ [Gesamtverkehrsplan Bayern \(50\)](#)
- [Luftqualität: S. 52](#)
- [Lärmbelastung: S. 53](#)
- [Straßenverkehrslärm: S. 54](#)
- ↓ www.liki.nrw.de

(Definition: Seite 82)

 [Aktueller Wert im Internet](#)

Entwicklung der Verkehrsleistung des öffentlichen Personennahverkehrs in Bayern seit 2004

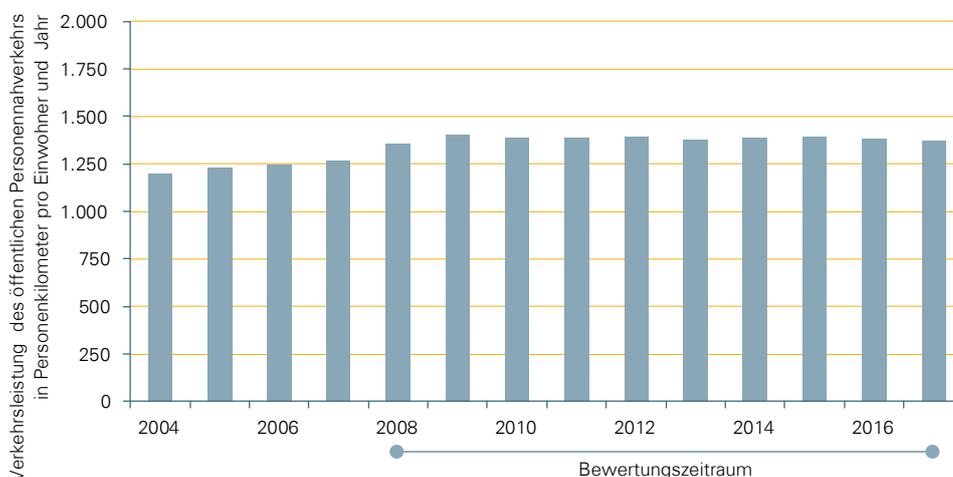
ÖFFENTLICHER PERSONENNAHVERKEHR

Ausbau des öffentlichen Personennahverkehrs fortsetzen

Mobil zu sein, ist für die meisten Menschen heute eine Selbstverständlichkeit. Die tägliche Fahrt zur Arbeitsstelle und zum Einkaufen gehört für viele ebenso zum Leben dazu wie Wochenendausflüge ins Umland und Kurztrips nach Paris oder Rom.

Die autogerechte Stadt war gestern – moderne Städte brauchen eine menschengerechte Mobilität, die effizient und sauber, sicher und bezahlbar ist. Um das zu erreichen, müssen staatliche und kommunale Verkehrsplanung bestmöglich aufeinander abgestimmt werden. Daneben gewinnen unternehmerische Konzepte, wie das sich rasch entwickelnde Fernbusnetz, an Bedeutung. Verkehr zu vermeiden und auf den Neubau von Verkehrswegen zu verzichten, schont natürliche Ressourcen: Bodenflächen bleiben erhalten, der Energieverbrauch und die Belastung von Luft und Klima nehmen ab. Nicht zuletzt senken geringere Lärmpegel das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Ein Ziel bayerischer Verkehrspolitik ist es daher auch, umweltfreundliche Verkehrsmittel und Infrastrukturen bevorzugt zu stärken. In Städten lassen sich viele Wege des täglichen Lebens mit dem Fahrrad oder zu Fuß erledigen. Außerdem soll der Zuwachs beim Verkehr auf öffentliche Verkehrsmittel umgelenkt werden.

Die Veränderungen der Verkehrsleistung im öffentlichen Personennahverkehr spiegeln wider, wie sich die Nachfrage in der Bevölkerung nach öffentlichen Verkehrsmitteln entwickelt. Steigt diese, wirkt sich das positiv auf die Umwelt aus – allerdings nur, wenn gleichzeitig der Individualverkehr abnimmt. In Bayern hat sich der Personennahverkehr in den vergangenen Jahren nicht weiter in die gewünschte Richtung entwickelt: Er stagniert im aktuellen Zehnjahrestrend (2008 bis 2017).



Datenquelle: Statistisches Bundesamt, Kraftfahrt-Bundesamt; Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen

ENTWICKLUNG

Die Verkehrsleistung des öffentlichen Personennahverkehrs stagniert in Bayern im aktuellen Zehnjahrestrend (2008 bis 2017) weiterhin. 2017 betrug sie rund 1.370 → *Personenkilometer* pro Einwohner und Jahr. Bayern liegt damit ungefähr im Bundesdurchschnitt.

ZIEL

11 NACHHALTIGE STÄDTE UND GEMEINDEN



Bayerische Nachhaltigkeitsstrategie: Verlagerung möglichst großer Verkehrsanteile von der Straße auf öffentliche Verkehrsmittel

NITRAT IM GRUNDWASSER

Keine Entwarnung: Nitratbelastung im Grundwasser geht noch nicht zurück

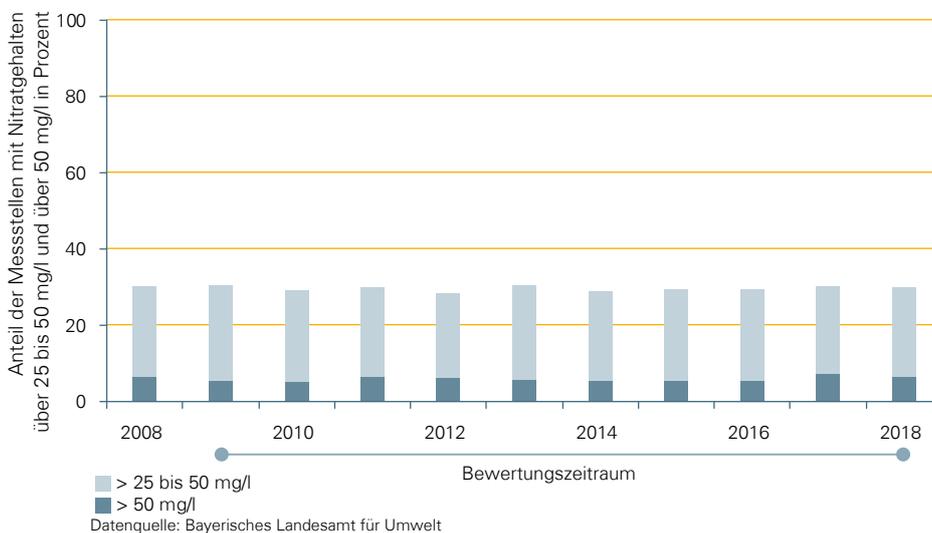
Das Grundwasser ist Teil des natürlichen Wasserkreislaufs und wichtig für die Trinkwasserversorgung. In Bayern werden daraus über 90 Prozent des Trinkwassers gewonnen. Grundwasser entsteht vor allem aus Niederschlägen, die im Boden versickern.

Nähr- und Schadstoffe wie die Stickstoffverbindungen Ammoniak oder → *Nitrat* können über Niederschläge in das Grundwasser gelangen. Sie werden unter anderem im Straßenverkehr, bei industriellen Prozessen und beim Heizen freigesetzt. Schätzungsweise die Hälfte des Stickstoffs und mehr als die Hälfte des Phosphors in den Gewässern Deutschlands stammt allerdings aus dem landwirtschaftlichen Sektor. Selbst bei einer bedarfsgerechten Düngung lässt sich nicht vermeiden, dass Nitrat in die Gewässer gelangt. Dennoch müssen die Einträge begrenzt werden. Die Nitratgehalte des Grundwassers sind in Gebieten, in denen Ackerbau betrieben wird, deutlich höher als in Grünlandgebieten.

Erhöhte Nitratgehalte können der menschlichen Gesundheit schaden: Wird Nitrat im Organismus zu → *Nitrit* umgewandelt, kann das vor allem bei Säuglingen die Sauerstoffversorgung über das Blut hemmen. Europaweit wurde daher für Grund- und Trinkwasser ein Nitratgrenzwert von 50 Milligramm pro Liter festgesetzt, geringere Konzentrationen gelten als unbedenklich. In Bayern wird dieser Wert aktuell bei 6,4 Prozent der langjährig beobachteten Messstellen überschritten (Stand: 2018). Seit 2008 ist damit die Nitratbelastung des Grundwassers in etwa gleichgeblieben. Grundwasser, das nur wenig durch menschliches Handeln beeinflusst wird, zeigt in Untersuchungen Nitratgehalte unter 25 Milligramm pro Liter. Dieser Wert wird bei circa 30 Prozent der Messstellen überschritten, eine Besserung ist nicht erkennbar.



- ↓ [Nitratbericht/PSM-Bericht Bayern \(51\)](#)
- ↓ [EG-Wasserrahmenrichtlinie \(39\)](#)
- [Stickstoffüberschuss: S. 43](#)
- ↓ www.liki.nrw.de



(Definition: Seite 82)

Aktueller Wert im Internet

Entwicklung der Nitratbelastung des Grundwassers in Bayern seit 2008

Die Belastung des bayerischen Grundwassers mit Nitrat hat sich im aktuellen Bewertungszeitraum (2009 bis 2018) nicht signifikant verändert.

→ *EG-Wasserrahmenrichtlinie*: Eine weitergehende Reduzierung des Nitratgehalts im Grundwasser und ein guter chemischer Zustand aller → *Grundwasserkörper* bis spätestens 2027

ENTWICKLUNG



ZIEL



- ➔ [Internationaler Workshop zu Antimon \(52\)](#)
- ⬇ [Hintergrundwerte der atmosphärischen Deposition \(53\)](#)
- ⬇ [Schwermetalle aus dem Kfz-Verkehr \(54\)](#)
- ➔ [Luftqualität: S. 22](#)
- ⬇ www.liki.nrw.de

(Definition: Seite 82)

 [Aktueller Wert im Internet](#)

Entwicklung der Schwermetalleinträge aus der Atmosphäre in Bayern seit 1999

SCHWERMETALLEINTRAG

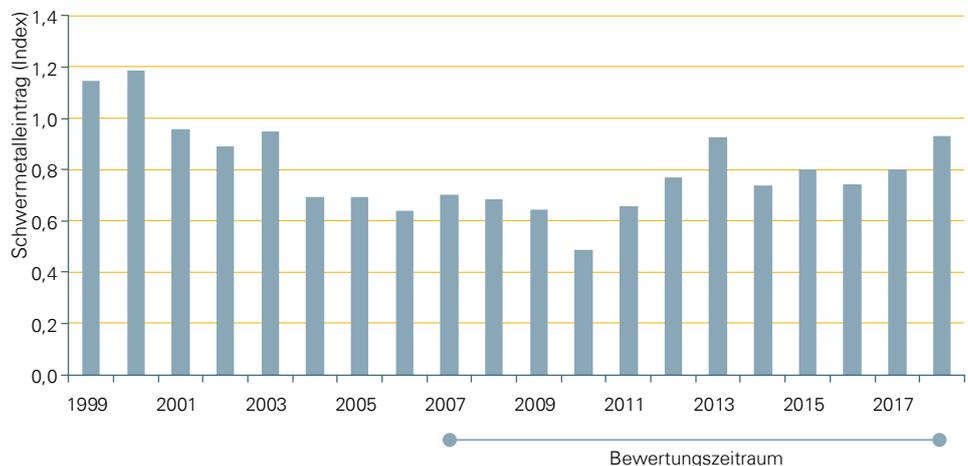
Keine Besserung: Schwermetalleinträge nehmen nicht mehr ab

→ *Schwermetalle* werden aus vielfältigen Quellen freigesetzt: vor allem in der Industrie, aber auch im Verkehr und in der Landwirtschaft. Sie sind meist an → *Aerosole* gebunden und werden so über die Luft weiträumig verteilt. Durch Niederschläge und die Ablagerung von Staubpartikeln gelangen sie auf Böden und Pflanzen. Technische Entwicklungen spielen dabei eine große Rolle. Beispielsweise haben die Einträge von Metallen wie Bismut, Molybdän und Zinn zugenommen, seit sie anstelle von Antimon in Bremsbelägen eingesetzt werden.

Der Eintrag von Antimon und anderen giftigen Schwermetallen belastet die Umwelt auf lange Sicht: Sie sind nicht abbaubar und werden nur sehr langsam aus den natürlichen Stoffkreisläufen entfernt. Sie können Ökosysteme, aber auch den menschlichen Organismus schädigen, etwa wenn sie über die Atemluft oder die Nahrung in den Körper gelangen.

In Bayern nahm der Indikator für Schwermetalleinträge aus der Luft noch bis 2010 ab. Dieser Trend hat sich nun umgekehrt, da die Staubeinträge seit Anfang der 2010er-Jahre wieder deutlich zugenommen haben. Ein Grund dafür könnte, neben dem ansteigenden Verkehrsaufkommen, die Staubaufwirbelung von versiegelten Flächen sein, die stetig zunehmen. Allerdings gibt es Unterschiede zwischen den verschiedenen Schwermetallen: Während zum Beispiel die Einträge von Blei und Zink im aktuellen Bewertungszeitraum (2009 bis 2018) keinen eindeutigen Trend aufweisen, steigt der Eintrag der durch den Kfz-Verkehr emittierten Metalle Bismut und Zinn.

Um die Umweltbelastung durch Schwermetalle zu verringern, muss sich auch das Verhalten von Verbraucherinnen und Verbrauchern verändern. Wer Produkte wie Smartphones, die Schwermetalle und seltene Erden enthalten, länger nutzt und das Auto öfter stehen lässt, setzt weniger Schwermetalle frei.



Datenquelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt

ENTWICKLUNG

ZIEL

3 GESUNDHEIT UND WOHLERGEHEN



Die → *Hintergrundeinträge* von Schwermetallen steigen in Bayern im aktuellen Zehnjahrestrend (2009 bis 2018) erstmals an. Da Schwermetalle biologisch nicht abbaubar sind, verbleiben diese Stoffe in der Umwelt und verbreiten sich.

Die Schwermetalleinträge müssen gesenkt werden, vor allem im Hinblick auf eventuelle → *Kombinationswirkungen* oder Langzeitwirkungen (Vorsorgegedanke).



BLICKPUNKT

Umgebungslärmkartierung und Lärmaktionsplanung

Die Lärmbelastung hat in den letzten Jahrzehnten trotz zahlreicher Maßnahmen zur Lärmverminderung erheblich zugenommen. Dies gilt insbesondere für den Straßenverkehrslärm. Die Europäische Gemeinschaft hat daher bereits in 2002 die → *EG-Umgebungslärmrichtlinie* (EG-ULR) erlassen. Mit dieser wird erstmals ein gemeinsames europäisches Lärmschutzkonzept umgesetzt. So ist zunächst die Lärmsituation nach einheitlichen Kriterien zu erfassen. Darauf aufbauend sollen dann Lärmaktionspläne zur Verbesserung der Lärmsituation aufgestellt werden.

Die Richtlinie legt den Umfang der Lärmkartierung sowie die Berechnungsmethoden und Lärmindizes fest. Zu erfassen ist der Lärm an Hauptverkehrsstraßen, Hauptbahnhauptstrecken und Großflughäfen sowie in Ballungsräumen. Als Kenngröße für die allgemeine Belästigung ist der Tag-Abend-Nacht-Lärmindex L_{DEN} und für die Störung des Schlafes der Nachtlärmindex L_{Night} zu ermitteln. Für die Kartierungen in den Jahren 2007, 2012 und 2017 lagen jedoch noch keine EU-weit einheitlichen Verfahren zur Berechnung dieser Indizes vor. Die Richtlinie erlaubte daher den Mitgliedstaaten angepasste nationale Verfahren, sogenannte „vorläufige Berechnungsverfahren“ zu verwenden. Zwischenzeitlich wurden von der Kommission zusammen mit den Mitgliedsstaaten gemeinsame Berechnungsmethoden entwickelt. Die mit CNOSSOS-EU (Common Noise Assessment Methods in EU) bezeichneten Verfahren sind seit der Veröffentlichung im Bundesanzeiger am 28.12.2018 verbindlich anzuwenden, das heißt erstmals bei der vierten Kartierungsrunde im Jahr 2022.

In Bayern sind nicht die Kommunen, sondern das Bayerische Landesamt für Umwelt für die Berechnung der Lärmbelastung an Hauptverkehrsstraßen und den Großflughäfen München und Nürnberg sowie in den Ballungsräumen zuständig. Hierdurch werden vor allem kleinere Kommunen entlastet und es können Synergieeffekte bei der Beschaffung und Aufbereitung der Datengrundlagen genutzt werden, die für den Aufbau des dreidimensionalen schalltechnischen Modells erforderlich sind. Auch die Meldung der Ergebnisse an die EU in Form von Lärmkarten und Betroffenheitsstatistiken sowie deren Veröffent-

↓ [Lärmschutz \(55\)](#)

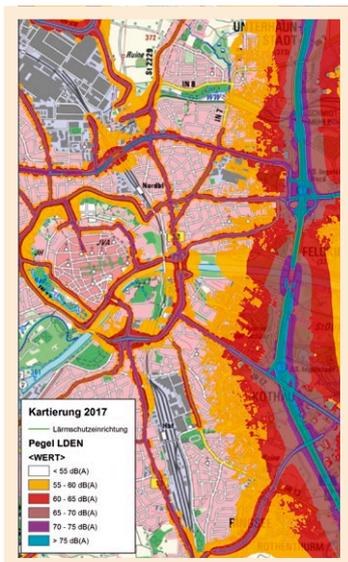
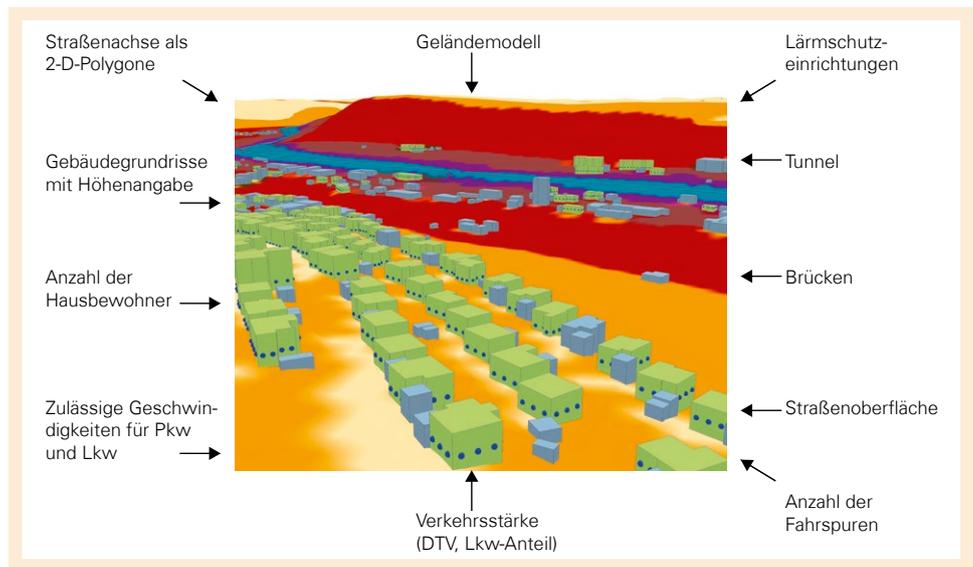
↓ [EG-Umgebungslärm-Richtlinie \(45\)](#)

↓ [Kartierungsergebnisse \(56\)](#)

Die Lärmindizes L_{DEN} und L_{Night}

Die Lärmbelastung wird durch die beiden Lärmindizes L_{DEN} und L_{Night} ausgedrückt. Während der Pegel L_{Night} die Belastung in der Nacht zwischen 22:00 und 6:00 Uhr angibt, ist L_{DEN} ein gewichteter Mittelwert, der aus den Pegeln für die Beurteilungszeiträume Tag (Day – 6:00 bis 18:00 Uhr), Abend (Evening – 18:00 bis 22:00 Uhr) und Nacht gebildet wird.

Für die Lärmkartierung an Straßen wird eine Vielzahl von Eingangsdaten benötigt. Dies sind insbesondere: das Geländemodell, die Straßenachsen als 2-D-Polygone, Sachdaten zu jedem Straßenabschnitt wie Verkehrsstärke (DTV, Lkw-Anteil), die Anzahl der Fahrspuren und die Art der Straßenoberfläche, die Lage von Brücken und Tunneln, die Lage und Höhe von Lärmschutzeinrichtungen, die Gebäude mit Angabe der Höhe und die Bewohneranzahl



Rasterlärmkarte für den Pegel L_{DEN} entlang der Autobahn A 9 im Bereich von Ingolstadt Kartierung 2017 – Anzahl der Betroffenen innerhalb und außerhalb von Ballungsräumen

↓ Lärmbelastungskataster (57)

lichung im UmweltAtlas Bayern und LfU-Internet wird durch die zentrale Zuständigkeit erleichtert. Die Kartierung der Haupteisenbahnstrecken des Bundes führt deutschlandweit das Eisenbahn-Bundesamt durch.

Bei der Kartierung 2017 war die Lärmbelastung an rund 7.100 Kilometer Hauptverkehrsstraßen zu erfassen, dies waren alle Autobahnen, Bundes- und Staatsstraßen, die laut offizieller Straßenverkehrszählung von 2015 eine durchschnittliche tägliche Verkehrsbelastung (DTV) von mehr als 8.200 Kraftfahrzeugen pro Tag aufwiesen. In den Ballungsräumen München, Nürnberg, Augsburg, Erlangen, Fürth, Ingolstadt, Regensburg und Würzburg wurden Straßen bereits ab einer DTV von etwa 1.000 Kraftfahrzeugen pro Tag berücksichtigt. Hier wurden zudem die Lärmimmissionen bestimmter Industrieanlagen sowie die des Straßenbahnverkehrs ermittelt.

Für die Lärmkarten wurden an rund 148 Millionen Rasterpunkten im Abstand von zehn Metern jeweils in vier Meter Höhe über dem Boden die Lärmindizes L_{DEN} und L_{Night} bestimmt. Außerdem wurden für rund 30 Millionen Immissionspunkte unmittelbar an der Fassade von Wohngebäuden, Schulen und Krankenhäusern die Lärmindizes (Fassadenpegel) berechnet. Für die Betroffenheitsstatistiken werden die Hausbewohneranzahlen zunächst anteilig auf die Fassadenpegel verteilt und dann getrennt nach Pegelbereichen und Verwaltungseinheiten aufsummiert. Die aktuelle Kartierung belegt erneut die große Belastung der Bevölkerung durch Straßenverkehrslärm, wobei die meisten Betroffenen in den acht Ballungsräumen leben.

Zur Minderung der Lärmbelastung und dem Schutz ruhiger Gebiete sollen daher Lärmaktionspläne aufgestellt werden. Nach dem Willen der europäischen Kommission sind diese jedoch nicht nur im Fall besonderer Lärmbrennpunkte zu erarbeiten, sondern von allen 1.005 Städten und Gemeinden, die im Jahr 2017 in Bayern von der Kartierung der Hauptverkehrsstraßen betroffen waren. Unter der Federführung des Bayerischen Umweltministeriums wird deshalb erstmalig ein gemeinsamer Lärmaktionsplan für diese Kommunen aufgestellt. Für diesen sogenannten Bayernplan wurde die erste Phase der Öffentlichkeitsbeteiligung im März 2019 durchgeführt. An der Online-Umfrage haben sich mehr als 3.400 Bürgerinnen und Bürger und 222 Kommunen beteiligt. Ihre Anregungen fließen in den Entwurf des Plans ein. Nach einer weiteren Öffentlichkeitsbeteiligung wird dann die Endfassung erstellt und veröffentlicht. Mit dieser Vorgehensweise sollen wiederum kleinere Kommunen entlastet werden. Zusätzlich zum Bayernplan können die Kommunen jedoch eigene Lärmaktionspläne aufstellen, um Lärmprobleme vor Ort zu regeln. Geeignete

te Lärminderungsmaßnahmen sind sowohl von der Größe der Kommune als auch von der bereits vorhandenen Infrastruktur abhängig. Häufig genannt werden die Verbesserung des ÖPNV-Angebots, Geschwindigkeitsbegrenzungen, der Einbau lärmindernder Fahrbahnbeläge oder Lärmschutzfenster.

Die → *Umgebungslärmrichtlinie* hat das Thema Lärm stärker ins öffentliche und politische Bewusstsein gerückt. Im Unterschied zur Luftreinhaltung hat die EU jedoch keine Grenzwerte festgelegt, das heißt die Durchführung von Lärmschutzmaßnahmen liegt im Ermessen der jeweiligen Staaten. Die EG-ULR begründet auch keinen Rechtsanspruch auf Lärmschutz für betroffene Bürgerinnen und Bürger. In Deutschland bleibt es somit an bestehenden Straßen bei freiwilligen Lärmschutzmaßnahmen durch die zuständige Behörde.

Regierung	L _{DEN}				L _{Night}			
	> 55 dB (A)	> 60 dB (A)	> 65 dB (A)	> 70 dB (A)	> 50 dB (A)	> 55 dB (A)	> 60 dB (A)	> 65 dB (A)
Betroffene an Hauptverkehrsstraßen außerhalb von Ballungsräumen								
Oberbayern	145.200	60.200	20.800	3.500	81.200	27.400	5.400	400
Niederbayern	39.400	16.200	6.900	1.800	22.800	8.800	2.600	300
Oberpfalz	34.200	12.700	4.300	800	20.100	6.200	1.400	0
Oberfranken	39.300	16.400	7.000	1.700	22.000	8.700	2.500	200
Mittelfranken	47.300	17.600	5.800	1.000	29.400	9.100	1.900	100
Unterfranken	37.300	16.500	7.200	1.600	22.000	9.000	2.400	300
Schwaben	51.100	20.700	7.900	1.400	27.100	9.800	1.900	100
gesamt	393.800	160.300	59.900	11.800	224.600	79.000	18.100	1.400
Betroffene in Ballungsräumen								
Ingolstadt	40.600	15.000	4.200	200	18.500	5.300	400	0
München	254.200	159.200	89.900	23.500	168.700	94.000	25.000	2.100
Regensburg	29.400	15.300	6.300	1.200	17.000	6.500	1.300	0
Erlangen	34.100	17.600	6.900	1.500	22.100	9.500	2.300	200
Fürth	24.500	15.300	7.800	1.800	16.000	8.200	2.200	100
Nürnberg	114.000	70.900	44.500	20.800	69.800	42.400	18.100	1.400
Würzburg	33.300	17.300	7.300	2.200	17.600	6.600	1.900	400
Augsburg	44.300	26.300	10.900	1.200	30.400	13.500	2.500	100
gesamt	574.400	336.900	177.800	52.400	360.100	186.000	53.700	4.300
Bayern gesamt	968.200	497.200	237.700	64.200	584.700	265.000	71.800	5.700



Ressourcen und Effizienz

ABFALL UND ROHSTOFFE

RESSOURCEN

BODEN UND FLÄCHE

Menschliches Handeln ist untrennbar mit dem Einsatz natürlicher Ressourcen verbunden. Doch Energie und Rohstoffe sind nur begrenzt verfügbar und auch die Fläche ist ein endliches Gut. Zudem belastet jede Art von Ressourcennutzung die Umwelt mehr oder weniger stark.

Böden, Energie, Rohstoffe und Wasser müssen daher sparsam und effizient genutzt werden, damit sie auch nachfolgenden Generationen zur Verfügung stehen.

Ein erster wichtiger Schritt ist, Wirtschaftswachstum und Ressourceneinsatz zu entkoppeln. Effizienz allein reicht jedoch nicht aus. Damit die natürlichen Ressourcen langfristig erhalten bleiben, müssen wir insgesamt noch weniger davon verbrauchen.



Barbara Scheitz

Geschäftsführerin des mehrfach prämierten Familienunternehmens Andechser Molkerei Scheitz, seit über 35 Jahren engagierte Vertreterin des ökologischen Landbaus und nachhaltiger Wirtschaftsweisen, Mitglied im Bioökonomierat Bayern, Vorstand Bürgerstiftung Starnberg, aktiv in Berufsgremien und Bürgervereinigungen

ÖKOLOGISCHES WIRTSCHAFTEN STABILISIERE BIODIVERSITÄT

Seit Jahrzehnten setzt die Andechser Molkerei Scheitz richtungsweisende Impulse im ökologischen Wirtschaften, heute ist sie Europas größte Bio-Molkerei. Wir befragten die Geschäftsführerin Barbara Scheitz zu aktuellen Verbraucherfragen.

Der schonende Umgang mit unseren Ressourcen, Biodiversität und Artenschutz sind Themen, die Verbraucher immer mehr interessieren. Welchen Beitrag kann hier der ökologische Landbau leisten?

Die ökologische Landwirtschaft ist die einzig richtige Antwort, wenn wir uns mit Biodiversität, Artenschutz und einem schonenden Umgang mit Ressourcen befassen – denn nur diese Art der Bewirtschaftung schützt Wasser, hält Boden fruchtbar und stärkt die Artenvielfalt. Eine naturverträgliche Landwirtschaft betrachtet die ganzheitlichen Abläufe und Wechselbezüge in der Umwelt und unterwirft sich den jeweiligen natürlichen Bedingungen und Vorgaben der Natur, sie passt sich ihr an. Eine solche Grundhaltung hat mit Ethik, Verantwortung und mit Vernunft zu tun. Diese Art der Bewirtschaftung nützt unserer Gesellschaft! Sie sichert unsere ökologischen Lebensgrundlagen, stabilisiert unsere Umwelt und liefert ökologisch erzeugte Lebensmittel.

Woran erkennt man ein nachhaltig produzierendes Unternehmen? Nutzen Sie bestimmte Instrumente, um die Nachhaltigkeit Ihres Unternehmens zu bewerten?

Nachhaltige Unternehmen sind für mich jene, die unsere evolutionär entstandene Natur annehmen, sich mit ihrem Tun in natürliche Abläufe, Regelkreise und Umweltbeziehungen einordnen. Zum einen spiegelt sich dies im ökologischen Fußabdruck dieser Unternehmen und ihrer Produkte wider. Mit dem Prinzip Kreislaufwirtschaft ist dies grundsätzlich realisierbar: Betrachtet wird hier der Zyklus von der Herkunft aller eingesetzten Rohstoffe bis hin zum möglichst vollständigen Materialrecycling. Zum anderen aber definiert Nachhaltigkeit ein gelebtes ganzheitliches Denken und die verantwortungsethische Selbstverpflichtung für unsere Mitwelt.

Frau Scheitz, was sind Ihrer Meinung nach die aktuellen Herausforderungen bei der Herstellung und Vermarktung biologisch erzeugter Lebensmittel?

Die Artenvielfalt zu schützen und zu fördern ist aus meiner Sicht eine der wichtigsten Aufgaben für Gegenwart und Zukunft. Der Schutz unserer – bedrohten – ökologischen Grundlagen ist daher eine akute Herausforderung, bei der wir schnell Verantwortung übernehmen und handeln müssen. Unterstützend können dabei politische Anreize sinnvoll sein, wie etwa Förderprogramme für den ökologischen Landbau oder auch Lenkungsdiagnostiken wie eine auf ökologische Produktgruppen bezogene Mehrwertsteuer-Ermäßigung oder eine CO₂-Finanzabgabe bei umweltbelastenden Produkten. Wir als Bio-Unternehmen und Öko-Pionier haben darüber hinaus einen besonderen Aufklärungsauftrag, die Vorteile von „Bio“ und die positiven Auswirkungen der ökologischen Landwirtschaft noch stärker zu verdeutlichen.

Eine persönliche Frage zum Schluss: Welcher Beitrag zum Umweltschutz ist Ihnen als Privatmensch besonders wichtig?

Jeder von uns sollte erkennen, dass er persönlich mit seiner Haltung, seinem Verhalten wichtig ist für eine Änderung der aktuellen Situation, bei der die Menschheit auf Kosten der nächsten Generationen lebt. Denn von der zukünftigen Umweltsituation sind wir alle abhängig – alles ist miteinander verbunden. Wir müssen verstehen, was unser tägliches Handeln, unser täglicher Konsum für unsere Umwelt bedeutet. Bio-logisches Denken und Handeln heißt für mich, sich bei jeder Kaufentscheidung „pro Bio“ zu entscheiden und damit für Klima-, Heimat- und Naturschutz. Das ist auch als Privatmensch mein Anspruch.

FLÄCHENSPIAREN: AUF DEM WEG ZUM 5-HEKTAR-ZIEL

Der hohe Flächenverbrauch zählt zu den großen Herausforderungen des Umweltschutzes. In Bayern hat das Thema die breite Öffentlichkeit erreicht, die Staatsregierung arbeitet an neuen Maßnahmen und Instrumenten zur Reduzierung des Flächenverbrauchs. Darüber haben wir mit Herrn Professor Miosga gesprochen.

Herr Professor Miosga, als Experte beschäftigen Sie sich mit dem komplexen Themenfeld Flächenverbrauch: Welche Relevanz hat ein sparsamer und schonender Umgang mit Grund und Boden?

Der sparsame Umgang mit Fläche hat größte Bedeutung! Wir brauchen unbebaute Flächen zum Beispiel zur Sicherung der Artenvielfalt, Erhalt der Bodenqualität, Grundwasserneubildung, zur Bindung von CO₂, zur Nahrungsmittelerzeugung, als Erholungsflächen, als Raum zur Erzeugung erneuerbarer Energien. Gerade vor dem Hintergrund zunehmend bedrohlicher Krisen wie Insektensterben, Verlust der Biodiversität, Ressourcenverbrauch und Erderhitzung wird die Bedeutung freier Fläche in nächster Zeit noch enorm steigen.

Im Landesplanungsgesetz soll eine Richtgröße für den Flächenverbrauch von 5 Hektar pro Tag verankert werden: Welche Bedeutung kommt dabei der Regionalplanung zu und welche Rolle spielt das Flächenmanagement?

Ein gutes Flächenmanagement kann helfen, auf Neuausweisungen zu verzichten, die Potenziale zur Innenentwicklung zu identifizieren und unbebaute Flächen im Innenbereich zu mobilisieren. Um wirksam zu werden, ist es sinnvoll, die geplante Richtgröße auf die Ebene der einzelnen Kommunen herunter zu brechen. Schließlich werden auf kommunaler Ebene ein großer Teil der Entscheidungen zur Ausweisung von Flächen getroffen. Damit die Räte eine wirkliche Entscheidungshilfe bekommen, wäre es hilfreich, wenn sie einen konkreten Richtwert vor Augen hätten. Dabei sollten allerdings raumplanerische und strukturelle Aspekte mit einbezogen werden. Wir brauchen die Möglichkeit, raumordnerische Ziele wie die Stärkung ländlicher Räume, die Gewährleistung funktions- und leistungsfähiger zentraler Orte, den Erhalt der → Kulturlandschaft und ausgeglichene Raumstrukturen verwirklichen zu können. Diese können auf regionaler Ebene im Zusammenspiel mit den Kommunen hinsichtlich ihrer Flächenbedarfe konkretisiert werden.

Die Bayerische Staatsregierung will den Flächenverbrauch deutlich und dauerhaft senken: Mit welchen Maßnahmen und Instrumenten kann dieses Ziel erreicht werden?

Zunächst müssen sich auch Bund und Land, wenn sie als Planungsträger auftreten, an Richtwerten zur Reduzierung des → Flächenverbrauchs orientieren. Das ist nicht nur Aufgabe der Kommunen. Neben Richtwerten und klaren Vorgaben, wie der Vorrang der Innenentwicklung umgesetzt werden kann, müssen die Kommunen mit wirksamen Instrumenten zur Innenentwicklung ausgestattet werden. Die Bayerische Staatsregierung sollte insbesondere kleinere Kommunen mit weniger stark ausgestatteten Verwaltungen finanziell und personell dabei unterstützen, wirksam und professionell Innenentwicklungsmanagement zu betreiben.

Eine persönliche Frage zum Schluss: Welcher Beitrag zum Umweltschutz ist Ihnen als Privatmensch besonders wichtig?

Wir brauchen in kurzer Zeit einen tiefgreifenden Veränderungsprozess zu einer nachhaltigen Lebensweise, um die atemberaubend fortschreitende Zerstörung der ökologischen Lebensgrundlagen aufzuhalten. Ich versuche auch für mich persönlich und privat diesen Transformationsprozess auf vielen Ebenen zu gestalten: beim Konsum, bei der Ernährung, bei der Mobilität, in der Freizeit und beim Wohnen. Mein persönliches Projekt ist: „auf 30 bis 30“: bis 2030 möchte ich meinen ökologischen Fußabdruck auf 30 Prozent des heutigen durchschnittlichen Niveaus reduzieren. Mal sehen, ob es klappt.



Prof. Dr. Manfred Miosga lehrt Stadt- und Regionalentwicklung am Geographischen Institut der Uni Bayreuth. Er ist Gründungsmitglied der KlimaKom Kommunalberatung, Mitglied der Akademie für Raumforschung und Landesplanung ARL und Präsident der Bayerischen Akademie Ländlicher Raum.



- ↓ [Bayerische Abfallbilanz \(58\)](#)
- ↓ [Bayerisches Abfallgesetz \(59\)](#)
- [Verwertungsquote: S. 67](#)
- [Ressourcenproduktivität: S. 68](#)
- ↓ www.liki.nrw.de

(Definition: Seite 83)

 [Aktueller Wert im Internet](#)

Entwicklung des Abfallaufkommens in Bayern seit 2010

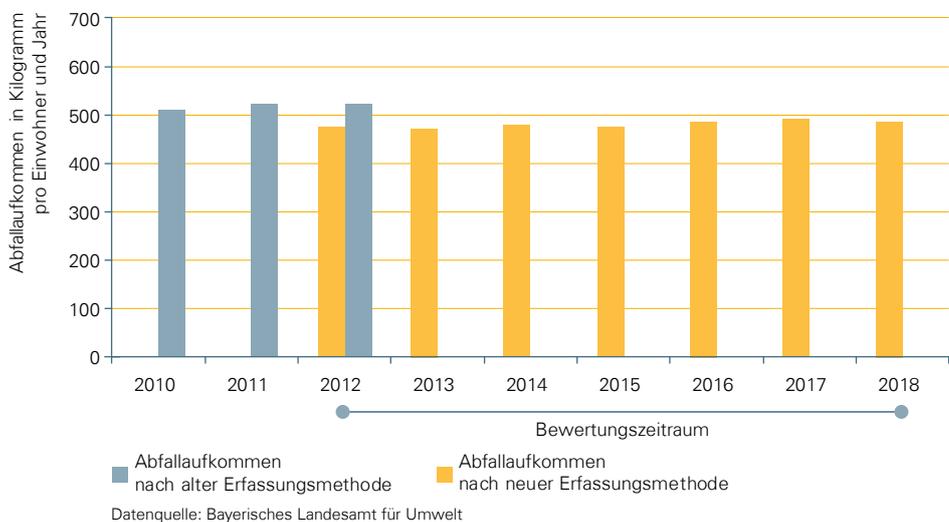
ABFALLAUFKOMMEN

Abfallmenge in Haushalten nimmt wieder etwas zu

Ob im Haushalt, im Garten oder in Parks, ob im Betrieb, im Büro oder in der Schule: Tag für Tag erzeugen wir Abfälle, die entsorgt werden müssen. Aus dem Restmüll kann nur noch Energie gewonnen werden. Um eine Verwertung (Recycling) und Wiederverwendung zu ermöglichen, müssen Wertstoffe wie Altpapier, Altglas und Verpackungen, aber auch Grüngut und Bioabfälle deshalb getrennt gesammelt werden.

Eine möglichst weitgehende Verwertung ist wichtig, denn Neugewinnung und Transport von Rohstoffen, Produktionsprozesse und schließlich auch die Abfallentsorgung beanspruchen natürliche Ressourcen. Manche Abfälle lassen sich allerdings nicht verwerten. Sie sind so stark mit Schadstoffen belastet, dass sie Risiken für Ökosysteme und die menschliche Gesundheit darstellen können. Diese Abfälle müssen aus dem Wirtschaftskreislauf herausgenommen und umweltverträglich beseitigt werden.

Oberster Grundsatz des Bayerischen Abfallgesetzes ist deshalb, Abfälle möglichst zu vermeiden. Bis 1990 war das → *Abfallaufkommen* in Bayern ständig gestiegen. Danach blieb es trotz Wirtschaftswachstum auf gleichem Niveau. Seit einigen Jahren steigt jedoch die Abfallmenge wieder etwas an. Nach der Umstellung der Erfassungsmethode ist das Abfallaufkommen rund neun Prozent niedriger. Im Durchschnitt fielen 2018 pro Einwohner rund 486 Kilogramm an. Dabei ist das Abfallaufkommen in städtischen Gebieten höher als in ländlichen. Aber auch die Größe des Haushalts und das persönliche Konsumverhalten spielen eine wichtige Rolle. Jede und jeder Einzelne kann helfen, Ressourcen zu schonen: zum Beispiel durch den Verzicht auf Wegwerfprodukte oder durch Einkauf von verpackungsfreier Ware.



ENTWICKLUNG

ZIEL

12 NACHHALTIGE/R
KONSUM UND
PRODUKTION



Die Menge an Abfall, die in Bayerns Haushalten jährlich anfällt, steigt im Betrachtungszeitraum von 2012 bis 2018 an. Aktuell sind das rund 486 Kilogramm Abfall pro Einwohner und Jahr.

Bayerisches Abfallwirtschaftsgesetz: Oberster Grundsatz ist es, „den Anfall von Abfällen so gering wie möglich zu halten.“

VERWERTUNGSQUOTE

Abfall als Rohstoffquelle: Wiederverwertung schont Ressourcen

Der weltweite Vorrat an Erzen und anderen Industrierohstoffen ist begrenzt. Daher müssen diese vermehrt als sogenannte → *Sekundärrohstoffe* aus Abfall gewonnen werden. Dies gilt insbesondere für viele wichtige Metalle, wie Kupfer, Nickel und Aluminium.

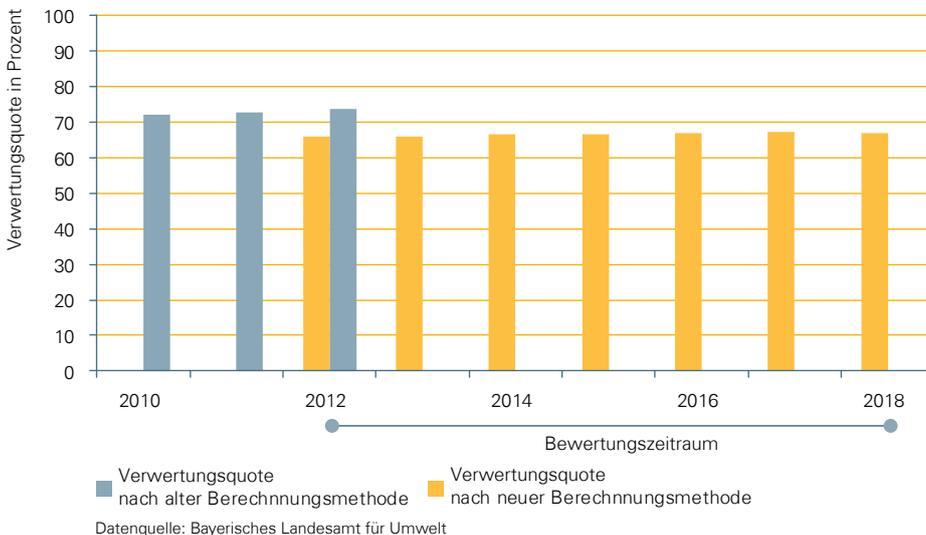
Deshalb werden heute möglichst viele nutzbare Wertstoffe vom Restabfall getrennt und mit entsprechenden Sammelsystemen erfasst. Das Recycling der Wertstoffe Glas, Papier, Metall und Kunststoff hat in Bayern bereits einen hohen Stand erreicht. Durch die Einführung von Abfallsystemen wie Papiertonne und Gelber Sack/Gelbe Tonne können noch mehr Wertstoffe erfasst werden. Diese Variante ist für Verbraucherinnen und Verbraucher komfortabler, als die Abfälle zum Wertstoffcontainer oder -hof zu bringen.

In Bayern ist die → *Verwertungsquote* seit 1990 deutlich gestiegen und lag 2018 bei rund 67 Prozent. Für die Zukunft werden nur noch geringfügige Steigerungen erwartet. Nimmt der Bau von Siedlungen mit Gärten und Rasenflächen allerdings weiterhin zu, können sich die Mengen an pflanzlichen Abfällen (Grüngut) erhöhen, die bei kommunalen Sammelstellen abgeliefert werden. Schon heute handelt es sich bei gut einem Viertel der verwerteten Haushaltsabfälle um Grüngut. Dieser Wertstoff kann zum Beispiel zu Kompost weiterverarbeitet oder für die Energieproduktion genutzt werden.



↓ [Schonung natürlicher Ressourcen \(60\)](#)

→ [Ressourcenproduktivität: S. 68](#)



(Definition: Seite 83)

Aktueller Wert im Internet

Entwicklung des Anteils recycelter Haushaltsabfälle in Bayern seit 2010

Der Anteil wiederverwerteter Stoffe am gesamten Abfallaufkommen der Haushalte steigt im Betrachtungszeitraum von 2012 bis 2018 an. Die Verwertungsquote liegt 2018 bei 67 Prozent, vor der Änderung der Erfassungsmethode 2012 waren es rund 74 Prozent.

Bayerisches Abfallwirtschaftsgesetz: „... anfallende Abfälle ... (sind) ... in den Stoffkreislauf zurückzuführen.“

ENTWICKLUNG

12 NACHHALTIGE/R KONSUM UND PRODUKTION



ZIEL



- ↓ [Bayerische Nachhaltigkeitsstrategie \(3\)](#)
- ↓ [Ressourcen Effizienz Zentrum Bayern \(61\)](#)
- [Energieverbrauch: S. 26](#)
- [Abfallaufkommen: S. 66](#)
- [Verwertungsquote: S. 67](#)
- [Flächenverbrauch: S. 71](#)
- ↓ www.liki.nrw.de

(Definition: Seite 83)

 **Aktueller Wert im Internet**

Entwicklung der Ressourcenproduktivität in Bayern seit 1991

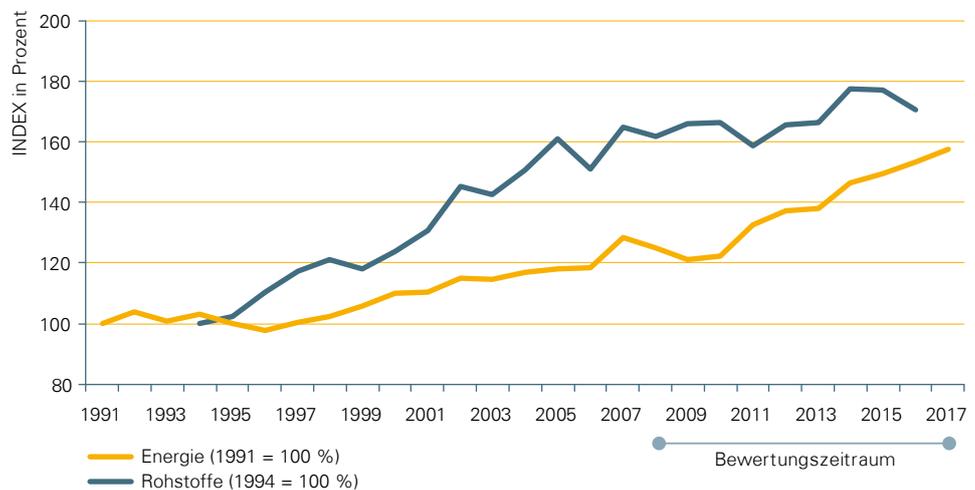
RESSOURCENPRODUKTIVITÄT

Begrenzte Ressourcen erfordern effizientes Wirtschaften

Die Wirtschaft verbraucht hohe Mengen an Rohstoffen, Energie und Flächen – und der Bedarf wächst weiter. Doch diese Ressourcen sind endlich oder lassen sich nur eingeschränkt wiederherstellen. Noch sind sie nicht erschöpft, aber es wird grundsätzlich schwieriger und teurer, insbesondere kritische Rohstoffe zu beschaffen und aufzubereiten. Auch nehmen dabei häufig die Umweltbelastungen zu. Um die natürlichen, lebensnotwendigen Grundlagen langfristig zu erhalten, ist es notwendig, effizienter zu wirtschaften und das Wachstum vom Ressourceneinsatz unabhängiger zu machen.

Inwiefern dies gelingt, lässt sich am Indikator → *Ressourcenproduktivität* ablesen. Dieser setzt Wirtschaftsleistung und Ressourcenverbrauch ins Verhältnis. Im Vergleich zu 1994 werden in Bayern heute weniger Energie und Rohstoffe benötigt, um eine Einheit Bruttoinlandsprodukt (BIP) zu erwirtschaften. Das zeigt, dass diese Ressourcen effizienter genutzt werden. Inzwischen geht sogar der absolute Verbrauch an Energie leicht zurück, während dies für andere Ressourcen, wie Rohstoffe und Fläche nicht der Fall ist.

Ein wichtiger Antrieb dafür, dass Unternehmen Ressourcen einsparen und effizienter nutzen, sind steigende Preise. Die → *Kosten für Materialien* beispielsweise liegen heute im verarbeitenden Gewerbe bei durchschnittlich etwa 43 Prozent der Gesamtkosten. Zum Vergleich: der Anteil der Lohnkosten beträgt etwa 18 Prozent. Die Arbeitsproduktivität hat sich seit 1960 vervierfacht. Auch Rohstoffe sollten zukünftig mindestens so effizient eingesetzt werden wie die Ressource Arbeitskraft.



Die Produktivität von Energie und Rohstoffen hat in Bayern im aktuellen Bewertungszeitraum (Rohstoffe: 2007 bis 2016, Energie: 2008 bis 2017) zugenommen. Das heißt, die Wirtschaft nutzt diese Ressourcen immer effizienter: Pro eingesetzter Ressourceneinheit wird eine immer höhere Wirtschaftsleistung erzielt.

Bayerische Nachhaltigkeitsstrategie (2017): Kontinuierliche Steigerung der Gesamtrohstoffproduktivität bis 2030 in Anlehnung an die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Die Primärenergieproduktivität soll bis 2025 um mindestens 25 Prozent gegenüber 2010 gesteigert werden.

ENTWICKLUNG

ZIEL



ÖKOLOGISCHE LANDWIRTSCHAFT

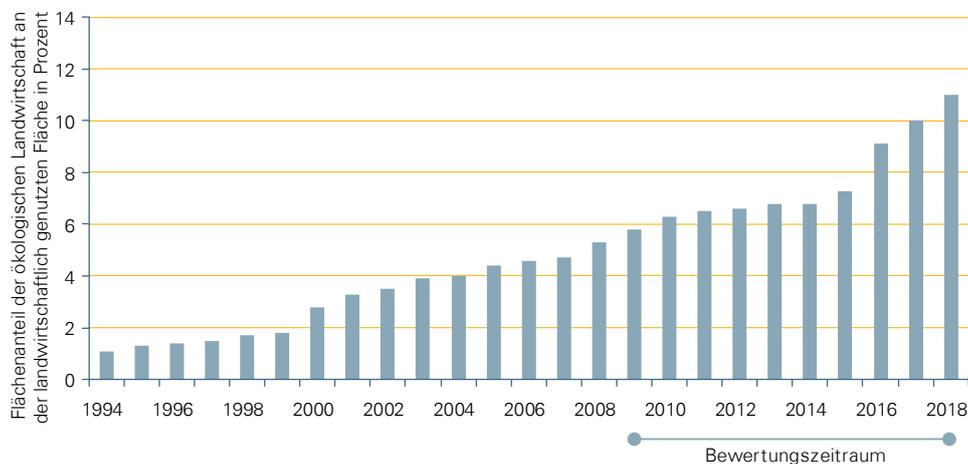
Ökologische Landwirtschaft – Produktion, Naturschutz und Landschaftspflege unter einem Hut

Damit die landwirtschaftlichen Betriebe im nationalen wie internationalen Wettbewerb bestehen, müssen sie sich ständig an wandelnde Rahmenbedingungen anpassen. Während der vergangenen Jahrzehnte wurde die Produktion immer weiter gesteigert. Dies führt jedoch zu verschiedenen Belastungen für die Agrarökosysteme.

Ziel des → *Ökolandbaus* ist es, im Einklang mit der Natur zu wirtschaften und natürliche Ressourcen zu schonen. Besonders wichtig ist der Schutz des Bodens. Daher fördert der ökologische Landbau gezielt die Humusbildung und das Bodenleben, um die natürliche Bodenfruchtbarkeit und Ertragsfähigkeit zu erhalten und zu erhöhen. Angestrebt werden möglichst geschlossene Nährstoffkreisläufe: Futter und Nährstoffe soll der eigene Betrieb liefern. Dadurch können Ressourcen geschont und Umweltbelastungen eingeschränkt werden. Zusätzlich schont der konsequente Verzicht auf den Einsatz chemisch-synthetischer Dünge- und Pflanzenschutzmittel die Gewässer und trägt zur Vielfalt der Arten und der Lebensgemeinschaften bei.

Innerhalb der Europäischen Union legt die EU-Ökobasisverordnung einen einheitlichen Standard für pflanzliche wie tierische Agrarerzeugnisse und Lebensmittel aus ökologischem Landbau fest. Ein Kontrollverfahren überwacht die Einhaltung dieser Vorschriften. Der Anteil ökologisch bewirtschafteter Flächen an der gesamten Landwirtschaftsfläche sagt deshalb auch aus, wie bodenschonend und nachhaltig die Landbewirtschaftung derzeit ist.

In Bayern nimmt die Fläche, die nach den Vorgaben des ökologischen Landbaus bewirtschaftet wird, kontinuierlich zu. 2018 lag ihr Anteil bei 11 Prozent, zehn Jahre zuvor waren es noch 5,3 Prozent. Parallel dazu ist die Nachfrage nach Produkten aus dem ökologischen Landbau in den vergangenen Jahren weiterhin stark gewachsen.



- ↓ [Ökolandbau \(62\)](#)
- ↓ [Bayerische Biodiversitätsstrategie \(63\)](#)
- ↓ [EU-Ökobasisverordnung \(64\)](#)
- ↓ [Ökologischer Landbau in Deutschland \(65\)](#)
- [Artenvielfalt und Landschaftsqualität: S. 37](#)
- [Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert: S. 40](#)
- [Stickstoffüberschuss: S. 43](#)
- ↓ www.liki.nrw.de

(Definition: Seite 83)

[Aktueller Wert im Internet](#)

Entwicklung des Anteils der ökologisch bewirtschafteten Flächen an der landwirtschaftlich genutzten Fläche Bayerns seit 1994

Landwirtschaftsflächen, auf denen Ökolandbau nach den Vorgaben der Europäischen Union betrieben wird, nehmen in Bayern im aktuellen Bewertungszeitraum (2009 bis 2018) kontinuierlich zu. 2018 lag ihr Anteil bei 11 Prozent.

Bayerisches Naturschutzgesetz: Ausweitung des ökologischen Landbaus bis 2025 auf mindestens 20 Prozent, bis 2030 auf mindestens 30 Prozent der landwirtschaftlich genutzten Fläche. Staatliche Flächen sind bereits ab 2020 gemäß den Grundsätzen des ökologischen Landbaus zu bewirtschaften.

ENTWICKLUNG

2 KEIN HUNGER



ZIEL



SIEDLUNGS- UND VERKEHRSFLÄCHE

Immer mehr Siedlungen und Verkehrswege – Bayern verliert an Boden

Böden sind wichtige Ressourcen. Die vielfältigen Funktionen, die sie im Naturhaushalt erfüllen, werden jedoch durch den Bau von Siedlungen und Verkehrswegen zerstört, oft sogar für immer. Überbaute Böden lassen sich nicht mehr für die Land- und Forstwirtschaft nutzen. Außerdem gehen dadurch charakteristische Landschaften und Lebensräume verloren. Ein weiteres Problem ist die → *Versiegelung*: Mehr als die Hälfte der Siedlungs- und Verkehrsflächen ist versiegelt und von Gebäuden, Straßen und befestigten Plätzen bedeckt. Sie können deshalb deutlich weniger Wasser speichern. Das erhöht die Hochwassergefahr und erschwert zugleich die Bildung von neuem Grundwasser. Versiegelte Flächen speichern zudem Wärme und erhöhen die Temperatur vor Ort. Nicht zuletzt binden sie weniger → *Feinstaub* aus der Luft als Grünflächen.

Der Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche lag 2018 in Bayern bei durchschnittlich 12,1 Prozent. In allen Bezirken hat der Anteil von 2000 bis 2018 zugenommen, am geringsten in Mittelfranken (0,9 Prozent) und Unterfranken (1,1 Prozent). Die Zunahme in Schwaben, Oberfranken und in der Oberpfalz lag knapp am bayerischen Durchschnitt von 1,7 Prozent. Überdurchschnittlich zugenommen haben die Anteile in Niederbayern (2,0 Prozent) und Oberbayern (2,1 Prozent).

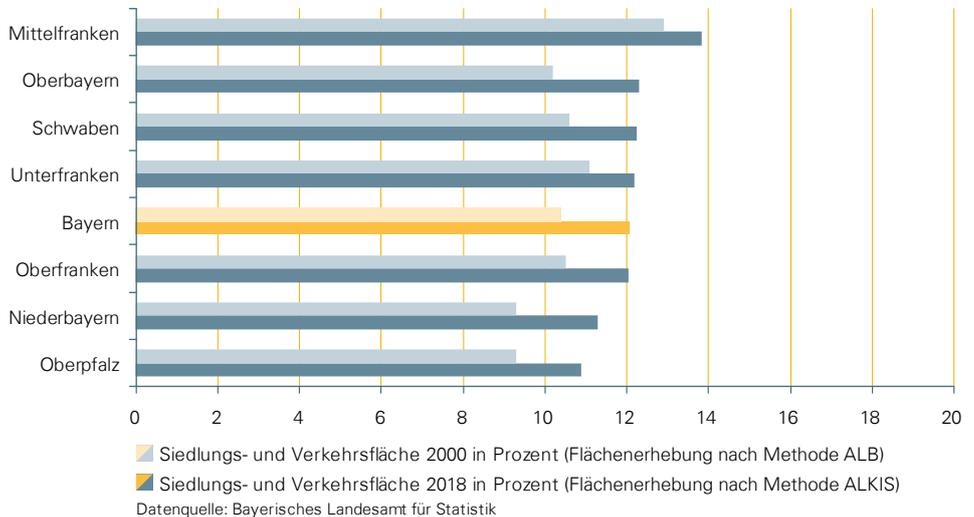
Errechnet man, wie groß die versiegelte Fläche pro Einwohner ist, zeigt sich: In Ballungsgebieten mit kompakter Siedlungsstruktur, wie in München oder in der Region Mittelfranken, fällt die Pro-Kopf-Versiegelung deutlich geringer aus als im ländlichen Raum. Dieser Unterschied zeigt die effizientere Nutzung der Siedlungs- und Verkehrsfläche in den Verdichtungsräumen. Da der Flächendruck hier größer und der Bodenwert höher ist, wird effizienter mit der Ressource Boden umgegangen.

- ↘ [Bodenversiegelung in Bayern \(66\)](#)
- ↘ [Trends der Siedlungsflächenentwicklung \(67\)](#)
- ↘ [Landesentwicklungsprogramm Bayern 2018 \(68\)](#)
- [Artenvielfalt und Landschaftsqualität: S. 37](#)
- [Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert: S. 40](#)
- [Flächenverbrauch: S. 71](#)
- ↘ www.liki.nrw.de

(Definition: Seite 83)

 **Aktueller Wert im Internet**

Anteile der Siedlungs- und Verkehrsfläche in Bayern und in den Regierungsbezirken in den Jahren 2000 und 2018



ENTWICKLUNG

In Bayern hat die Siedlungs- und Verkehrsfläche im aktuellen Zehnjahrestrend (2009 bis 2018) weiter zugenommen. 2018 lag ihr Anteil an der Landesfläche bei 12,1 Prozent. Ein Vergleich der Regionen zeigt: Die Siedlungs- und Verkehrsfläche nimmt überall zu, und zwar auch in Gebieten Bayerns, in denen die Bevölkerung abnimmt.

ZIEL



Bayerische Nachhaltigkeitsstrategie (2017): Langfristig deutliche Reduzierung des Flächenverbrauchs bis hin zu einer Flächenkreislaufwirtschaft ohne weiteren Flächenneuverbrauch.

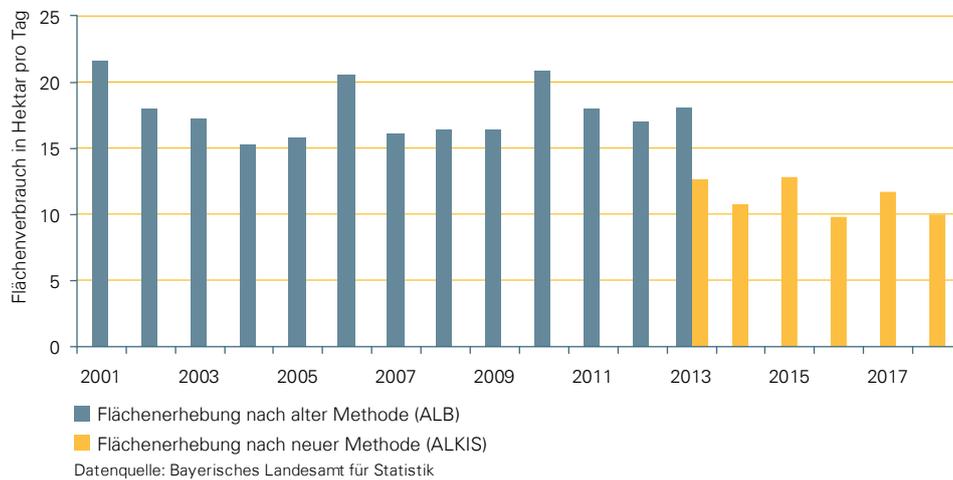
FLÄCHENVERBRAUCH

Standortkonkurrenz und größere Wohnungen: Flächenverbrauch hat viele Ursachen

Der Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Landesfläche Bayerns wächst Jahr für Jahr, denn ständig werden neue Flächen für Wohnen, Infrastruktur, Handel und Gewerbe beansprucht. So wurden im Jahr 2018 durchschnittlich täglich 10,0 Hektar an Freiflächen für diese Zwecke umgenutzt. Die Gründe dafür sind vielfältig: Handel und Gewerbe konkurrieren um Standorte und Kommunen um Einwohner. Die Nachfrage nach Baugrundstücken in Ortsrandlagen, die wachsende Zahl kleiner Haushalte und der Wunsch nach größeren Wohnungen erhöhen den Bedarf.

In ländlichen Gebieten, in den Grenzregionen und in eher strukturschwachen Räumen ist der → *Flächenverbrauch* deutlich höher als in den Ballungsgebieten. Teilweise werden trotz schrumpfender Bevölkerungszahlen zusätzliche Wohn- und Gewerbeflächen mit Straßen, Kanälen und anderen Infrastrukturen gebaut. Ein Grund dafür sind die oftmals niedrigeren Grundstückspreise in diesen Regionen. Auf lange Sicht wird allerdings der Unterhalt dieser Strukturen hohe Kosten verursachen. Unter dem Flächenverbrauch und dem zunehmenden Verkehr leiden Natur und Landschaft, aber auch die Attraktivität von Orten.

In Bayern soll der Flächenverbrauch deutlich und dauerhaft gesenkt werden. Die Staatsregierung setzt dabei auf ein Bündel von Maßnahmen. Zum einen werden die Kommunen bei einem sparsamen Umgang mit der Ressource Boden unterstützt (z. B. → *Flächenmanagement-Datenbank* und → *Folgekosten-Schätzer*), zum anderen will auch der Freistaat in Zukunft mit gutem Beispiel vorangehen und z. B. im staatlichen Hochbau und im Straßenbau dem Aspekt des Flächensparens und des Ressourcenschutzes stärkeres Gewicht geben.



- ↓ [Bündnis zum Flächensparen \(69\)](#)
- ↓ [Kommunales Flächenmanagement \(70\)](#)
- ↓ [Flächenmanagement-Datenbank \(71\)](#)
- [Landschaftszerschneidung: S. 36](#)
- [Flächen für Naturschutzziele: S. 39](#)
- [Siedlungs- und Verkehrsfläche: S. 70](#)
- ↓ www.liki.nrw.de

(Definition: Seite 84)

Aktueller Wert im Internet

Entwicklung des Flächenverbrauchs für Siedlungen und Verkehr in Bayern seit 2001

Der Flächenverbrauch in Bayern schwankt seit Jahren auf hohem Niveau und lag zuletzt bei 10,0 Hektar pro Tag. Die Werte ab 2013 können noch nicht für eine Trendanalyse genutzt werden, da die Methode für die Erhebung geändert wurde. Eine rückläufige Tendenz ist derzeit nicht erkennbar.

Koalitionsvertrag (2018): Bayern bekennt sich zum Ziel der Bundesregierung bis 2030 den Flächenverbrauch auf bundesweit unter 30 Hektar pro Tag zu reduzieren und strebt daher an, eine Richtgröße für den Flächenverbrauch von 5 Hektar pro Tag im Landesplanungsgesetz zu verankern.

ENTWICKLUNG



ZIEL



ALTLASTEN

Untersuchung von Altlasten: Gefahren abwehren, Ressourcen schonen

Über 100 Jahre industrielle Entwicklung und die Entsorgung von Abfällen haben ihre Spuren auf Bayerns Böden hinterlassen. Früher gab es weniger oder gar keine Umweltstandards für die Ablagerung von Abfällen oder für Industrieanlagen und Gewerbebetriebe. Dadurch gelangten vielerorts Schadstoffe in den Untergrund, die den Boden oder auch das Grundwasser oftmals noch heute belasten. Betroffene Flächen, sogenannte **Altlasten**, bergen damit Risiken für Umwelt und menschliche Gesundheit.

Aus diesem Grund muss jede Fläche, für die ein **Altlastverdacht** besteht, auf mögliche Gefahren für Mensch und Umwelt überprüft werden. Das ist auch deshalb wichtig, weil ein nicht geklärt Verdacht die Nutzung ehemaliger Industrie- und Gewerbeflächen für neue Zwecke und damit die wirtschaftliche Entwicklung hemmt. Durch Flächenrecycling können diese Grundstücke wieder in den Wirtschafts- und Naturkreislauf eingegliedert werden. Das hilft auch, den **Flächenverbrauch** auf der „grünen Wiese“ zu reduzieren und so die wertvolle Ressource Boden zu schonen. Je nach Belastung müssen betroffene Flächen zunächst saniert werden.

Die wachsende Zahl der Beispiele, in denen ein Flächenrecycling erfolgreich beendet wurde zeigt: es ist lohnenswert sich den Herausforderungen durch Altlasten zu stellen. In Bayern konnte bis 2019 für 12.394 Flächen der Altlastverdacht geklärt werden.

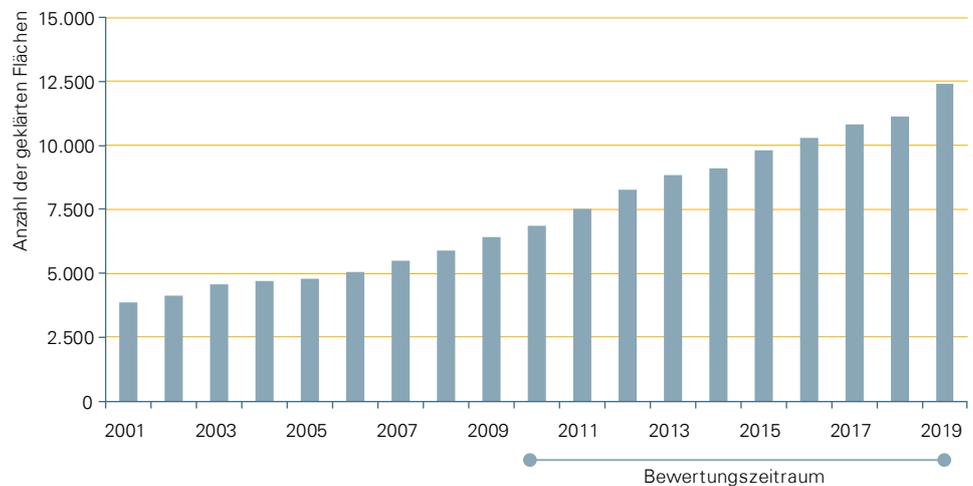
Rund 5.400 dieser Flächen gelten nicht mehr als Altlasten, da der Altlastverdacht ausgeräumt wurde. Bei weiteren rund 2.800 Flächen wurde die Sanierung abgeschlossen. Ziel des Freistaates war es, bis 2020 12.000 Verdachtsflächen zu überprüfen, diese Zahl wurde bereits 2019 übertroffen.

- ↓ [Bündnis zum Flächensparen \(69\)](#)
- ↓ [Kommunales Flächenmanagement \(70\)](#)
- ↓ [Altlastenbroschüre \(72\)](#)
- ↓ [Chance Flächenrecycling \(73\)](#)
- ↓ [Altlastenkataster \(ABuDIS\) \(74\)](#)
- [Flächenverbrauch: S. 71](#)

(Definition: Seite 84)

 [Aktueller Wert im Internet](#)

Entwicklung der Anzahl der Flächen mit geklärtem Altlastverdacht in Bayern seit 2001



Datenquelle: Kreisverwaltungsbehörden in Bayern, Bayerisches Landesamt für Umwelt

ENTWICKLUNG

Die Zahl der Flächen in Bayern, für die der Altlastverdacht geklärt wurde, konnte zwischen 2001 und 2019 um 8.555 auf 12.394 gesteigert werden. Der aktuelle Zehnjahrestrend (2010 bis 2019) ist deutlich steigend.

ZIEL

11 NACHHALTIGE STÄDTE UND GEMEINDEN



Bayerische Staatsregierung: Bis zum Jahr 2020 soll bei 12.000 Flächen der Altlastverdacht geklärt sein.



BLICKPUNKT

Ressourceneffizienz-Zentrum

Die bayerische Wirtschaft ist im produzierenden und verarbeitenden Gewerbe, wie beispielsweise im Automobilbau oder der Elektroindustrie, hochtechnisiert. Dies führt zu einem stetig wachsenden Bedarf an Rohstoffen, die in Bayern nicht oder nur begrenzt verfügbar sind. Die dauerhafte Inanspruchnahme von nicht regenerativen Ressourcen ist nicht nachhaltig und kann mit erheblichen Umweltauswirkungen einhergehen. Die Unternehmen sind außerdem in hohem Maße abhängig von der weltweiten Rohstoffverfügbarkeit. Um in Zukunft nachhaltiger zu agieren, wettbewerbsfähig zu bleiben und die Versorgungssicherheit zu gewährleisten, ist ein Umdenken hin zu einem ressourceneffizienten Wirtschaften notwendig. Vielfältige Strategien zur Ressourcenschonung gibt es entlang





Ressourceneffizienz-
Zentrum Bayern

des gesamten Lebenszyklus eines Produktes, wie beispielsweise beim Design eines Produktes im Sinne einer ökologischen Produktentwicklung, Abfallvermeidung in allen Stufen des Produktionsprozesses oder der nachhaltige Umgang mit Abfällen. Folglich ist der effiziente Einsatz von Ressourcen ein wichtiges Ziel der Kreislaufwirtschaft. Kreislaufwirtschaft setzt allerdings voraus, dass Produkte mit Blick auf ihre Recyclingfähigkeit konzipiert werden.

Zentrale Anlaufstelle für Unternehmen in Bayern rund um das Thema Ressourceneffizienz ist das Ressourceneffizienz-Zentrum Bayern (REZ). Das REZ ist ein Projekt des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz und wird durch das Bayerische Landesamt für Umwelt in Zusammenarbeit mit den Bayerischen Industrie- und Handelskammern (BIHK e.V.) umgesetzt. Im Fokus stehen biotische und abiotische Rohstoffe zur stofflichen Nutzung sowie → *Sekundärrohstoffe*. Das REZ bietet dazu vielfältige Angebote wie Wissenstransfer und Erfahrungsaustausch beispielsweise auf Veranstaltungen, positive Beispiele aus der Praxis und Impulse zur Umsetzung ressourceneffizienter Maßnahmen in Unternehmen. Das breitgefächerte Onlineangebot (↓ www.rez.bayern.de) bietet fachgerecht aufbereitete Informationen zu Aktionen und verschiedenen Themen. Bei seinen Aktivitäten legt das REZ Schwerpunkte aktuell u. a. auf die Themen Integrierte Produktpolitik (IPP), Digitalisierung und Recycling-Baustoffe.

Mit dem Konzept der IPP verfolgen die EU-Kommission und auch die Bayerische Staatsregierung das Ziel, die Umweltauswirkungen von Produkten während ihres gesamten Lebenszyklus, vom Abbau der Rohstoffe bis hin zur Abfallentsorgung, zu verringern. Zentraler Strategieansatz der IPP ist die Bewertung eines Produkts und dessen Auswirkungen auf die Umwelt während seines gesamten Lebensweges unter Berücksichtigung von ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten. Zur Umsetzung der IPP stehen beispielsweise das Stoffflussmanagement (SFM) und die Ökobilanz als Instrumente zur Verfügung. Das SFM bietet den Anwendern die Möglichkeit, Stoff- und Energieflüsse z. B. einer Produktion unter Berücksichtigung von ökologischen und ökonomischen Aspekten zu analysieren. Konkret werden zum Beispiel Abfall- oder Rohstoffströme betrachtet. Mit Hilfe einer Ökobilanz werden die verschiedenen Lebensstadien eines Produktes auf ihre Umweltrelevanz hin untersucht. Im Rahmen von IPP wurden durch die Bayerische Staatsregierung bis heute rund 20 Pilotprojekte zur Untersuchung und Entwicklung von Methoden, Techniken und Instrumenten für die Umsetzung in die Praxis gefördert. Ein Beispiel dafür ist die Material- und Energieeinsparung in kleinen und mittelgroßen Unternehmen mit Hilfe von SFM.

Die Digitalisierung ist ein bedeutender Trend in der Wirtschaft. Es geht um die elektronische Verarbeitung und Speicherung von Daten, aber auch die wachsende Vernetzung im und zwischen den Unternehmen. Die digitale Transformation von Produktionsprozessen bietet verschiedene Potenziale zur Steigerung der Ressourceneffizienz mit dem Ziel, die Umweltbelastungen zu begrenzen, die heimische Wirtschaft zu stärken sowie Arbeitsplätze zu schaffen und zu sichern. Der Einsatz von Ressourcen kann dank der Digitalisierung genauer gemessen, nachverfolgt und optimiert werden, Informationen sind in Echtzeit verfügbar. Auch bayerische Unternehmen haben bereits dank der Digitalisierung ihre Ressourceneffizienz gesteigert. Beispielsweise hat ein mittelständischer Hersteller von Magnesiumdruckgussteilen ein → *Enterprise-Resource-Planning-System* (ERP-System) über alle Produktionsprozesse eingeführt. Somit konnte der Materialumlauf, aber auch der Ausschuss und die Nacharbeit reduziert werden. Der Materialeinsatz von Magnesium konnte effizienter gestaltet werden. Des Weiteren hat ein Hersteller für Automatisierungstechnik mittels eines → *Business-Warehouse-Systems*, das eine durchgängige Datenintegration ermöglicht, die Planung und Durchführung des Wertschöpfungsprozesses digitalisiert und optimiert.



↓ [Stoffflussmanagement \(75\)](#)

↓ [Ökobilanz \(76\)](#)



↓ [Studie „Industrie 4.0“ des VDI ZRE \(77\)](#)

Ein weiteres aktuelles Thema der Kreislaufwirtschaft im Sinne der Ressourceneffizienz ist der Einsatz von Recycling-Baustoffen (RC-Baustoffe). Mineralische Bau- und Abbruchabfälle stellen sowohl in Deutschland als auch in Bayern den größten Abfallstrom dar. Werden diese zum erneuten Einsatz im Hoch- und Tiefbau aufbereitet, spricht man von Baustoff-Recycling. Je nach stofflicher Zusammensetzung sowie bau- und umwelttechnischen Eigenschaften werden diese Baustoffe für zahlreiche unterschiedliche Zwecke eingesetzt. Beispielsweise können sie zur Herstellung von Bauprodukten oder in technischen Bauwerken verwendet werden. Ein erst vor Kurzem fertiggestelltes Beispiel aus dem Hochbau ist die Umweltstation in Würzburg. Hier wurde von der Bodenplatte bis zur Decke über dem Obergeschoss Recyclingbeton eingebaut. Sand- und Kiesressourcen können so geschont und ein Beitrag zum klima- und ressourcenschonenden Bauen geleistet werden.

Die Entkopplung von Ressourcenverbrauch und Wirtschaftswachstum gehört zu den wichtigsten Zielen einer nachhaltigen industriellen Entwicklung. Mit der Bayerischen Nachhaltigkeitsstrategie werden gesteigerte Anstrengungen zum effizienten Einsatz von Ressourcen verfolgt. Die Bayerische Staatsregierung hat hierzu einen 7-Punkte-Plan zum sparsamen und effizienten Einsatz von Ressourcen in der bayerischen Wirtschaft beschlossen, indem beispielsweise auch die Fortführung und Stärkung des REZ verankert ist. (7-Punkte Plan der Bayerischen Staatsregierung: <http://q.bayern.de/uxo5a>) Auf Bundesebene wird mit dem Deutschen Ressourceneffizienzprogramm (ProgRes) ein umweltschonender Umgang mit Ressourcen gefördert.



↓ [RC-Baustoffe \(78\)](#)

↓ [Deutsches Ressourceneffizienzprogramm \(ProgRes\) \(79\)](#)

INFORMATIONEN ZU UMWELTINDIKATOREN

Ende 2004 hat Bayern erstmals neue Umweltindikatoren publiziert, die Umweltexperten fachübergreifend erarbeitet hatten. Seither werden diese Kenngrößen zur Erfassung und Bewertung von komplexen Umweltsachverhalten für den Umweltbericht und im Internet verwendet. Eine überschaubare Anzahl von Indikatoren benennt die heute aktuellen Herausforderungen im Umweltschutz und ermöglicht eine übersichtliche Darstellung von Entwicklungstrends.

Dieses Umweltindikatorensystem Bayern wird turnusmäßig aktualisiert. Neue Werte sowie Trends finden sich im Internet unter www.lfu.bayern.de und ergänzen damit den gedruckten Umweltbericht, weshalb dort gezielt darauf verlinkt wird.

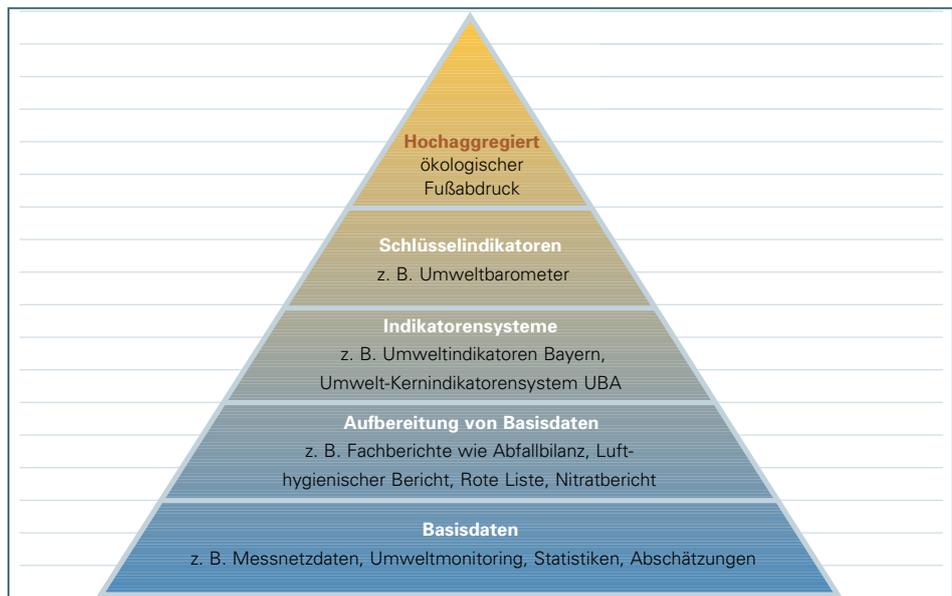
Grundlage der Indikatoren sind vor allem die Umweltmessprogramme mit ihrer enormen Datenfülle. Über 40 Messprogramme mit rund 9.000 Mess- und Beobachtungsstellen liefern beständig Daten zu Bayerns Umwelt, die von Fachleuten ausgewertet werden. Angereichert mit Zahlen der amtlichen Statistik werden hieraus die Umweltindikatoren gebildet.

Indikatoren sollen vor allem der Politik, Bürgerinnen und Bürger und Medien bei einer Einschätzung der wichtigsten Umweltthemen helfen. Sie sollen Erfolge aufzeigen und weiteren Handlungsbedarf der Umweltpolitik verdeutlichen. Anhand zeitlicher Entwicklungen und mittels festgesetzter Ziele ist eine gute Kontrollmöglichkeit gegeben, ob die Richtung stimmt und ob Bayern insgesamt auf dem Weg zu einer besseren Umweltqualität ist.

Damit deren Anzahl überschaubar bleibt werden sie länderübergreifend abgestimmt und an neue Themenfelder angepasst. Daher unterscheidet sich auch das heutige Indikatorenset etwas im Vergleich zu früheren Umweltberichten. Diese Pflege leistet eine Arbeitsgruppe der Umweltfachbehörden der Länder und des Bundes (Länderinitiative Kernindikatoren) mit Unterstützung der amtlichen Statistik bei der Datenbeschaffung und der Trendanalyse. Dieser liegt ein bundesweit einheitliches mathematisch-statistisches Verfahren zugrunde. Der länderübergreifende Stand findet sich im Internet unter www.liki.nrw.de. Im Umweltbericht wird auch hierauf Bezug genommen.

→ Umweltberichte (80)

Verständliche Umweltindikatoren helfen dabei, umfangreiche und komplexe Umweltthemen leichter zu verstehen. Vor allem Politikern, Bürgern und Medien vermitteln sie kompakte Umweltinformationen.



KLIMA UND ENERGIE		
Indikator [Einheit]	Definition	Seite
Klimaentwicklung [Tag des Jahres]	Der Entwicklungsgang der Vegetation über die Jahreszeiten wird an bestimmten Entwicklungsstadien (=Vegetationsphasen) festgemacht, etwa dem Blattaustrieb, der Blüte oder der Fruchtreife. Der Beginn der Apfelblüte wird als Anzeiger des Eintritts des Vollfrühlings gewählt. Ein langfristig früherer Beginn der Apfelblüte weist auf den Fortgang des Klimawandels hin. Der Indikator stellt für einen Zeitraum von 30 Jahren jeweils den Tag im Jahr dar, an dem die Apfelblüte begonnen hat. Mit der Berechnung eines gleitenden Mittelwertes über 30 Jahre, lässt sich der Trend anschaulich darstellen. Als weitere Interpretationshilfe wird die mittlere Veränderung (= Verfrühung des Blühbeginns) in Tagen berechnet und benannt.	24
Kohlendioxidemissionen [Tonnen pro Einwohner und Jahr]	Die gesamten → <i>energiebedingten Kohlendioxidemissionen</i> sowie der Anteil der aus der Nutzung fossiler Kraftstoffe vom Verkehr emittierte Kohlendioxidemissionen werden einwohnerbezogen dargestellt. Kohlendioxid ist in Bayern das wichtigste → <i>Treibhausgas</i> und daher für den Klimaschutz von zentraler Bedeutung, insbesondere zunehmend im Verkehrssektor. Die Aktualität des Indikators ist wegen einer Verzögerung bei der Rohdatenlieferung an das Statistische Landesamt eingeschränkt.	25
Energieverbrauch [Kilowattstunde pro Einwohner und Jahr]	Der Verbrauch an Primärenergieträgern (wie Kohle, Erdöl, Uran) in allen Wirtschaftssektoren wird von der amtlichen Statistik umfassend einheitlich bilanziert und hier einwohnerbezogen dargestellt. Für die privaten Haushalte wird ergänzend der Verbrauch an Endenergie (wie Heizöl, Kraftstoff und Strom) gezeigt, weil dieser Sektor besonderes Gewicht hat. Der Energieverbrauch ist ein Zeiger für unterschiedliche Umweltbelastungen, die mit der Gewinnung, dem Transport, der Umwandlung und der Energienutzung einhergehen. Die Aktualität des Indikators ist wegen der verzögerten Verfügbarkeit von Rohdaten noch immer eingeschränkt.	26
Erneuerbare Energien [Prozent]	Die erneuerbaren Energien sind neben der Energieeinsparung und Energieeffizienz ein wichtiger Baustein der Energiewende. Ihr Anteil am → <i>Primärenergieverbrauch</i> , am → <i>Endenergieverbrauch</i> und am Stromverbrauch wird entsprechend einer einheitlichen Methodik berechnet und dargestellt. Die Aktualität ist aus Gründen der Verfügbarkeit von Rohdaten (mit Ausnahme Strom) eingeschränkt.	27

LANDSCHAFT UND BIODIVERSITÄT		
Indikator [Einheit]	Definition	Seite
Landschafts- zerschneidung [Prozent]	Straßen ab einer Verkehrsstärke von täglich 1.000 Kraftfahrzeugen, bestimmte Bahnstrecken, Ortslagen, Flughäfen und bestimmte Kanäle gelten als landschaftszerschneidend. Der Indikator stellt den noch verbleibenden Anteil der unzerschnittenen verkehrsarmen Räume (UZVR) über 100 Quadratkilometer in Prozent der Landesfläche dar. Er gibt das Ausmaß der Zerschneidung der Landschaft durch technische Infrastrukturen an. Hiervon gehen Störungen für wildlebende Tiere und Pflanzen sowie für das Naturerleben und die Erholung der Menschen aus. Bis 2000 beruhen die Ergebnisse auf Berechnungen aus Verkehrszählungen, ab 2005 wird die Landschaftszerschneidung auf Grundlage modellierter Daten berechnet.	36
Artenvielfalt und Landschaftsqualität [Index]	Der Indikator beschreibt die Bestandsentwicklung von ausgewählten, repräsentativen Vogelarten verschiedener Lebensraumtypen und macht eine Aussage zum Zustand der genutzten und nicht besonders geschützten Landschaft (→ <i>Normallandschaft</i>). Hierzu gehören die Agrarlandschaft (mit Äckern und Grünland), Wälder, Siedlungen und Gewässer. Für jede Vogelart wurde eine für das Bezugsjahr 2015 angestrebte Bestandsgröße ermittelt. Aktuell oder früher erhobene Bestände werden mit diesem Zielwert verglichen und ergeben so für jede Vogelart einen prozentualen Einzelindex. Der Indikator ist deren arithmetischer Mittelwert. Zusätzlich werden der Anteil der Arten des Agrarlandes als „Farmland-Bird-Index“ und der Anteil der Arten des Waldes als „Woodland-Bird-Index“ ausgewiesen. Die länderübergreifende Harmonisierung der Methode ist noch nicht abgeschlossen.	37
Arten der Roten Liste [Prozent]	Der Indikator zeigt das Ergebnis einer Bilanzierung der Pflanzen- beziehungsweise Tierarten der → <i>Roten Liste</i> Bayerns, die bislang etwa alle zehn Jahre erhoben wurde. Er gibt den prozentualen Anteil der gefährdeten Arten der Höheren Pflanzen, Wirbeltiere, Weichtiere, Ameisen, Heuschrecken und Libellen innerhalb der Gesamtartenliste Bayerns wieder. Derzeit wird die Rote Liste Bayerns fortgeschrieben, so dass sich der aktuelle Wert noch verändern kann.	38

LANDSCHAFT UND BIODIVERSITÄT		
Indikator [Einheit]	Definition	Seite
Flächen für Naturschutzziele [Prozent]	Der Indikator besteht aus drei Teilindikatoren: → <i>gesetzlich geschützte Flächen</i> , → <i>eigentumsgleich gesicherte Flächen</i> und → <i>vertraglich gesicherte Flächen</i> deren jeweiliger Flächenanteil, überlagerungsbereinigt, das heißt frei von Mehrfacherfassungen, aufsummiert und als relativer Anteil an der Landesfläche angegeben wird. Tatsächlich gibt es bei den „vertraglich gesicherten Flächen“ keine Verträge mehr, sondern Anträge der Landwirte, die beschieden werden. Der Indikator unterscheidet sich vom länderübergreifenden Indikator „Naturschutzflächen“, der lediglich die bundeseinheitlich streng geschützten Gebiete erfasst.	39
Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert [Prozent]	Der Indikator bilanziert den Anteil der Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert an der gesamten Landwirtschaftsfläche. Er zeigt, wie sich der Umfang – aus Sicht des Naturschutzes – wertvoller Flächen sowie die Qualität dieser Flächen im Kontext landwirtschaftlicher Nutzungen verändern. Dazu zählen → <i>extensiv genutzte</i> , artenreiche Grünland-, Acker-, Streuobst- und Weinbergflächen sowie Brachen. Hinzu kommen strukturreiche Landschaftselemente wie Hecken, Raine, Feldgehölze und Kleingewässer, soweit sie zur landwirtschaftlich genutzten → <i>Kulturlandschaft</i> gehören.	40
Waldzustand [Prozent]	Die Erfassung der Waldschäden basiert auf einer Beurteilung des Vitalitätszustands der Baumkronen. Als wichtigste Kriterien werden hierbei der Nadel-/Blattverlust und die Vergilbung der Blattorgane vom Boden aus eingeschätzt. Eine Zusammenführung dieser Schadkriterien ergibt fünf so genannte Kombinationsschadstufen (0 = ungeschädigt, 1 = schwach geschädigt, 2 = mittelstark geschädigt, 3 = stark geschädigt, 4 = abgestorben). Dargestellt wird der Anteil der mit Schadstufe 2 bis 4 erfassten Bäume.	41
Säure- und Stickstoff- einträge [Kiloäquivalent Säure pro Hektar und Jahr] und [Kilogramm Stickstoff pro Hektar und Jahr]	Mittels vier Teilindikatoren werden die jährlichen Stickstoff- und Säureeinträge auf naturnahe waldfreie Ökosysteme sowie auf Freiflächen im Wald gezeigt. Die Stickstoffeinträge setzen sich aus dem im gesammelten Niederschlagswasser löslichen → <i>Nitrat-</i> und → <i>Ammonium-</i> Stickstoff zusammen und werden als „Kilogramm Stickstoff“ zusammengefasst. Die Säureeinträge werden über die gelösten Sulfat-, Ammonium- und Nitratmengen bestimmt. Sie werden als potenzieller Säureeintrag der nassen → <i>Deposition</i> ohne Berücksichtigung basischer Anteile errechnet und als „Kiloäquivalent Säure“ angegeben. Ein Überangebot an säurebildenden Stoffen und Nährstoffen verursacht Veränderungen chemischer	42

LANDSCHAFT UND BIODIVERSITÄT		
Indikator [Einheit]	Definition	Seite
	und biologischer Bodenparameter, die u. a. Vegetation und Grundwasser beeinflussen und zur Destabilisierung empfindlicher Ökosysteme führen können.	
Stickstoffüberschuss [Kilogramm Stickstoff pro Hektar und Jahr]	Der Indikator bilanziert die Stickstoffmengen auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Auf die Fläche gelangt Stickstoff (N) in Form von Mineraldünger, Wirtschaftsdünger (Gülle, Mist, Gärreste), → <i>Sekundärrohstoffdünger</i> (Klärschlamm, Kompost), atmosphärischen N-Einträgen sowie durch die N-Bindung von Leguminosen. Beim Wirtschaftsdünger werden vorab die N-Verluste an die Atmosphäre aus den Ställen und bei dessen Lagerung abgezogen. Den Zufuhren stehen die N-Abfuhr mit der Ernte entgegen, die von der Fläche abgefahren wird. Die Differenz zwischen N-Zufuhr und N-Abfuhr von der Fläche bildet den jährlichen Indikatorwert. Diese seit 2014 von der Umweltministerkonferenz gebilligte Methode (Flächenbilanz) wird länderübergreifend einheitlich angewendet. Der überschüssige Stickstoff hat vielfältige Auswirkungen auf den Naturhaushalt.	43
Ökologischer Zustand der Oberflächengewässer [Prozent]	Bis zum Jahr 2027 sollen die Oberflächengewässer den guten oder sehr guten ökologischen Zustand erreicht haben. Der Indikator erhebt den Anteil der untersuchten → <i>Oberflächenwasserkörper</i> (Flüsse oder Seen), die sich bereits in einem guten oder sehr guten ökologischen Zustand oder einem guten ökologischen Potenzial befinden. Hierzu wird die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft untersucht und der Grad ihrer Abweichung vom gewässertypspezifischen Referenzzustand bestimmt. Berücksichtigt werden im Wasser freischwebende Algen, Wasserpflanzen und Kieselalgen, mit bloßem Auge erkennbare Tiere der Gewässersohle sowie Fische. Die Bewertung erfolgt in fünf Klassen: „1 = sehr gut“, „2 = gut“, „3 = mäßig“, „4 = unbefriedigend“ und „5 = schlecht“. Die biologische Qualitätskomponente mit der schlechtesten Bewertung bestimmt dabei die ökologische Zustandsklasse. Diese spiegelt die Gesamtheit aller Einflussfaktoren und Störgrößen wider.	44

UMWELT UND GESUNDHEIT		
Indikator [Einheit]	Definition	Seite
Luftqualität – Feinstaub und Stickstoffdioxid [Mikrogramm pro Kubikmeter Luft]	→ <i>Feinstaub</i> (PM ₁₀) und → <i>Stickstoffdioxid</i> (NO ₂) sind gesundheitsrelevante Luftschadstoffe, die eine besondere Bedeutung für die Luftbelastung in Städten haben. PM ₁₀ bezeichnet die Masse aller im Gesamtstaub enthaltenen Partikel, deren Durchmesser kleiner als zehn Mikrometer ist. Für die beiden Teilindikatoren werden die Jahresmittelwerte der Konzentrationen in der Außenluft an den städtischen Hintergrundstationen in Bayern verwendet. Die zulässigen Messverfahren sind hierbei europaweit geregelt. Die Indikatorwerte zeigen die Entwicklung einer mittleren langfristigen Hintergrundbelastung. Für die Überprüfung von Grenzwerten im Kontext der Luftreinhalteplanung sind sie nicht geeignet.	52
Lärmbelastung [Prozent]	Lärm ist ein gesundheitsrelevanter Umweltfaktor. Der Indikator erfasst den prozentualen Anteil der Bevölkerung, die in kartierungspflichtigen Gebieten (wie die Umgebung von Hauptverkehrsstraßen, Haupteisenbahnstrecken, Großflughäfen) dauerhaft einem definierten Geräuschpegel ausgesetzt ist. Die Kartierung erfolgt nach den Vorgaben der → <i>EG-Umgebungslärmrichtlinie</i> . Unterschieden wird hierbei die ganztägige Belastung mit einem Pegel über 65 → <i>Dezibel</i> (L _{den} > 65 dB(A)) und die nächtliche Belastung über 55 Dezibel (L _{Night} > 55 dB(A)).	53
Straßenverkehrslärm [Index]	Straßenverkehr ist der Hauptverursacher bei der Gesamtlärmbelastung. Der Straßenverkehrslärm im Freien hängt vom mittleren Emissionsverhalten der Kraftfahrzeuge und von deren Gesamtfahrleistung ab. Beide Größen werden im Indikator miteinander multipliziert und als Indexwert relativ auf das Jahr 1995 (100 Prozent) bezogen. Da das mittlere Emissionsverhalten seit vielen Jahren unverändert ist, bestimmt aktuell die Gesamtfahrleistung, die vom Bundesverkehrsministerium jährlich publiziert wird („Verkehr in Zahlen“), die Entwicklung des Indikators.	54
Güterverkehrsleistung [Tonnenkilometer pro Jahr] und [Prozent]	Die Güterverkehrsleistung erfasst sämtliche von Bayern ausgehende Gütertransporte. Sie entspricht dem Produkt aus transportierter Masse (in Tonnen) und der jeweiligen Transportstrecke (in Kilometern) im jeweiligen Jahr. Güterverkehr hat insgesamt vielfältige Umweltbelastungen zur Folge. Entlastungseffekte können mittels Eisenbahn und Binnenschifffahrt erzielt werden, weshalb auch deren prozentualer Anteil im Indikator ausgewiesen wird.	55

UMWELT UND GESUNDHEIT		
Indikator [Einheit]	Definition	Seite
Öffentlicher Personen- nahverkehr [Personenki- lometer pro Einwohner und Jahr]	Der öffentliche Personennahverkehr entlastet die Um- welt vor allem von Umwelt- und Gesundheitseffekten des motorisierten Individualverkehrs. Einwohnerbezo- gen stellt der Indikator das Produkt aus transportierter Personenanzahl und der zurückgelegten Strecke (in Kilometern) im jeweiligen Jahr dar. Hierzu wird seit 2004 der Liniennahverkehr, wie Straßenbahnen, U- Bahnen, Omnibussen, Eisenbahnen und S-Bahnen von der Verkehrsstatistik erfasst.	56
Nitrat im Grundwasser [Prozent]	Mit der → <i>Nitrat</i> belastung als Indikator lassen sich die Auswirkungen von Schutzmaßnahmen zur Verminde- rung des Eintrages diffuser Stoffe aus der Landwirt- schaft auf die Grundwasserbeschaffenheit dokumen- tieren. An aktuell 157 Messstellen des bayerischen Landesmessnetzes, für die über mindestens zehn Jah- re jährliche Messwerte vorliegen, wird der Anteil der Messstellen mit einem mittleren Nitratgehalt über 25 Milligramm pro Liter sowie davon über 50 Milligramm pro Liter angegeben. Europaweit liegt der Grund- und Trinkwassergrenzwert bei 50 Milligramm pro Liter.	57
Schwermetalleintrag [Index]	→ <i>Schwermetalle</i> können gesundheitsrelevant sein und bergen bei langfristigen Anreicherungen auch ökologische Risiken. Zur Bestimmung des Eintrags werden die im Staubniederschlag enthaltenen Schwer- metalle gemessen. Der Indikator zeigt an, wie sich ihr Eintrag über die Luft entwickelt und gibt damit indirekt einen Hinweis auf die Emissionssituation insgesamt (z. B. Verkehr und Industrie). Der Index wird als Sum- me von 14 Elemente (As, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, V, Zn) dargestellt. Dazu wird jährlich jedes Element mit dem jeweiligen Mittelwert aus dem Fünfjahreszeitraum 2003 bis 2007 in Bezug gesetzt (Index = 1) und anschließend über die Mittelung dieser Teilindizes als Gesamtindex berechnet. Datenbasis sind die Werte des bayerischen Landesmessnetzes mit seinen sechs Messstationen zur Erfassung des ländlichen oder naturnahen Hintergrunds.	58

RESSOURCEN UND EFFIZIENZ		
Indikator [Einheit]	Definition	Seite
Abfallaufkommen [Kilogramm pro Einwohner und Jahr]	Als → <i>Abfallaufkommen</i> werden alle verwerteten Abfälle aus Haushalten, unabhängig von der Art ihrer Verwertung, sowie der Restabfall aus Haushalten bezeichnet. Dieses jährlich so ermittelte Abfallaufkommen wird in Bezug zur Einwohnerzahl gesetzt. Es steht im Zusammenhang mit Ressourcenverbrauch, Konsum und Entsorgungsbedarf und kann von jedem Einzelnen unmittelbar beeinflusst werden.	66
Verwertungsquote [Prozent]	Die → <i>Verwertungsquote</i> ist die Menge der verwerteten Abfälle aus Haushalten geteilt durch die Gesamtmenge der in den Haushalten angefallenen Abfälle (siehe oben). Alle erfassten Haushaltsabfälle (Gesamtabfall) werden in der Berechnung der Verwertungsquote berücksichtigt. Dies beinhaltet kommunale und duale Wertstoffe aus Haushalten, die verwerteten Problemabfälle und die Elektro- und Elektronik-Altgeräte. Auch die Restabfälle aus Haushalten werden einbezogen. Es werden nur Abfälle berücksichtigt, die direkt in den Haushalten anfallen.	67
Ressourcen- produktivität [Index]	Zur Berechnung des Indikators wird das Bruttoinlandsprodukt ins Verhältnis gesetzt zum Primärenergieverbrauch (Energieproduktivität) oder dem Rohstoffverbrauch (Rohstoffproduktivität). Die Produktivität ist ein Maß für die Effizienz einer Volkswirtschaft bei der Verwendung von Ressourcen. Die Darstellung erfolgt jeweils als Indexgröße bezogen auf ein Basisjahr (Rohstoffproduktivität: 1994, Energieproduktivität 1991). Zu beachten ist, dass wegen der Zunahme der Importe von Halb- und Fertigwaren aus dem Ausland die umweltbezogene Aussagekraft der Rohstoffproduktivität abnimmt und daher derzeit eine Weiterentwicklung des Indikators verfolgt wird.	68
Ökologische Landwirtschaft [Prozent]	→ <i>Ökolandbau</i> dient dem Schutz des Bodens und der Gewässer und trägt zur Artenvielfalt bei. Der Indikator gibt den Anteil der ökologisch bewirtschafteten Flächen an der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche in Bayern an. Grundlage hierfür ist die EU-Ökobasisverordnung 2018/848 von 2018.	69
Siedlungs- und Verkehrsfläche [Prozent]	Der Indikator setzt die für Siedlungs- und Verkehrsflächen beanspruchte Bodenfläche in Beziehung zur Gesamtfläche Bayerns. Etwa die Hälfte dieser Flächen ist versiegelt und ihre natürlichen Bodenfunktionen sind gestört.	70

RESSOURCEN UND EFFIZIENZ		
Indikator [Einheit]	Definition	Seite
Flächenverbrauch [Hektar pro Tag]	<p>Als → <i>Flächenverbrauch</i> bezeichnet man die tägliche Umwandlung von Freiflächen in Siedlungs- und Verkehrsflächen. Meist werden dabei landwirtschaftliche Flächen bebaut.</p> <p>Deutschlandweit wurde die Flächenerhebung inzwischen auf das Amtliche Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS) umgestellt. Bereits seit 2014 wird in Bayern der Flächenverbrauch aus ALKIS berechnet. Die Werte für 2012 und 2013 stehen rückwirkend zum Vergleich zur Verfügung. Die neu berechneten Werte zeigen systematische und aktualisierungsbedingte Abweichungen. Insbesondere wird nunmehr die tatsächliche Nutzung der Flächen besser berücksichtigt und dem Indikator damit auch eine bessere Grundlage verschafft.</p> <p>Wie Energie oder Wasser kann auch Fläche nicht tatsächlich verbraucht werden. Diese Ressourcen werden qualitativ abgewertet.</p>	71
Altlasten [Anzahl]	<p>Der Indikator erfasst alle Flächen mit geklärtem → <i>Altlastverdacht</i>. Das sind Flächen, bei denen die Amtsermittlung gemäß § 9 Abs. 1 Bundes-Bodenschutzgesetz abgeschlossen ist. Flächen, bei denen der Verdacht ausgeräumt werden konnte oder die bereits saniert sind, stehen für eine Nachnutzung wieder zur Verfügung. Bei den übrigen Flächen müssen noch weitere Untersuchungen vorgenommen und gegebenenfalls Maßnahmen wie Sanierungen durchgeführt werden. Die vorliegenden Erkenntnisse über diese Flächen können aber bereits in anstehenden Planungen für eine Neunutzung übernommen werden.</p>	72

GLOSSAR

Abfallaufkommen: Die Menge an Abfällen aus privaten Haushalten und vergleichbaren Einrichtungen sowie hausmüllähnliche Abfälle aus Gewerbe und Industrie, z. B. Abfälle aus Arzt- und Rechtsanwaltspraxen, Verwaltungsgebäuden, Schulen, Kindergärten, Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen.

Aerosole: Gemisch aus festen und/oder flüssigen Schwebeteilchen und Luft. Aerosolpartikel sind in der Regel nur wenige Millionstel bis mehrere Tausendstel Millimeter groß. Darin können beispielsweise Rußpartikel oder Pollen enthalten sein.

Altlasten: Flächen, auf denen mit umweltgefährdenden Stoffen umgegangen worden ist und von denen heute insbesondere Gefahren für Mensch oder Umwelt ausgehen können. Dazu gehören

- Altablagerungen: stillgelegte Abfallbeseitigungsanlagen sowie sonstige Grundstücke, auf denen Abfälle behandelt, gelagert oder abgelagert worden sind
- Altstandorte: vor allem ehemals industriell oder gewerblich genutzte Grundstücke (ausgenommen Grundstücke von Anlagen, deren Stilllegung einer Genehmigung nach dem Atomgesetz bedarf)

Altlastverdacht: Grundstücke, bei denen der Verdacht besteht, dass eine Altablagerung oder ein Altstandort vorliegt. Dieser Verdacht kann nur durch spezifische Untersuchungen in einem mehrstufigen Verfahren ausgeräumt oder aber bestätigt werden.

Ammonium: Bei Ammonium handelt es sich um eine Reaktionsform des Ammoniaks, aus dem es sich in wässriger Lösung bildet. Es entsteht in der Umwelt bei der bakteriellen Zersetzung von Biomasse und abgestorbenen Organismen oder durch Umwandlung aus Ammoniak. Ammoniak wiederum entsteht z. B. in großen Mengen in der intensiven landwirtschaftlichen Tierhaltung und wird unter anderem bei der Ausbringung von Gülle in die Atmosphäre freigesetzt. Ammonium ist zwar ein Bestandteil von Düngemitteln und damit auch wichtig für das Wachstum von Pflanzen, zu hohe Ammoniumkonzentrationen können jedoch nach mikrobieller Umwandlung zur Versauerung und übermäßigen Nährstoffanreicherung im Boden oder in Gewässern führen.

BayernNetz Natur: Mit den Projekten des BayernNetz Natur sollen der landesweite Biotopverbund in Bayern und die Biodiversitätsstrategie der Bayerischen Staatsregierung umgesetzt werden. Das fördert die natürlichen Lebensgrundlagen und dient auch dem Klimaschutz. In den Projekten arbeiten Landwirte, Behörden, Verbände und Kommunen eng zusammen.

Bodenversiegelung: Verdichtung und Bedeckung offenen Bodens, z. B. durch Asphalt, Beton oder Gebäude. Dadurch werden Austauschvorgänge des Bodens mit Luft und Wasser unterbunden. Bodenversiegelung führt zu irreversiblen Verlust der natürlichen Bodenfunktionen. Die Folgen beeinträchtigen unter anderem die biologische Vielfalt, die Versickerung des Wassers sowie die Grundwasserneubildung, das Mikroklima und das Bodenleben.

Bundesverkehrswegeplan: Planungsinstrument der Bundesregierung für den Erhalt, Aus- und Neubau von Straßen, Schienen und Wasserstraßen des Bundes. Der Plan wird jeweils für einen Zeitraum von 10 bis 15 Jahren aufgestellt. Der aktuelle Bundesverkehrswegeplan 2030 wurde 2016 verabschiedet.

Business-Warehouse-Systems: Der Begriff steht synonym für Data Warehouse System und beschreibt eine zentrale Datenbank im Unternehmen. Ziel ist die Vereinheitlichung und Aufbereitung von unternehmensspezifischen Daten aus verschiedenen Quellen für weiterführende Analysen. Es existiert keine einheitliche Definition für den Begriff.

Deposition: Die Ablagerung eines Stoffes aus der Luft auf Boden, Gewässer oder Pflanzen. Bei der nassen Deposition werden die Stoffe mit den Niederschlägen abgerechnet.

Dezibel (A): Das menschliche Ohr nimmt tiefe und hohe Töne weniger laut wahr als mittlere Frequenzen um circa 1.000 Hertz. Um Lautstärkepegel so anzugeben, wie sie das menschliche Gehör empfindet, wird ein gemessener Lärmpegel nochmals gewichtet: Dazu nutzt man die sogenannte A-Kurve, die Schallpegel mit tiefen und hohen Frequenzen nach unten korrigiert. Dieser frequenzgewichtete Pegel wird als Dezibel (A) angegeben.

diffuse Einträge: Gelangen Schadstoffe nicht aus einer einzelnen, räumlich begrenzten Quelle (Punktquelle), sondern über größere Flächen hinweg in Boden, Wasser oder Luft, spricht man von Einträgen aus diffusen Quellen. Die landwirtschaftliche Nutzung von Flächen ist eine der bedeutendsten diffusen Quellen.

EG-Umgebungslärmrichtlinie: Die „Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Bewertung und die Bekämpfung von Umgebungslärm“ trat 2002 in Kraft. Sie fordert die Entwicklung von Maßnahmen, die schädliche Auswirkungen durch Umgebungslärm verhindern, ihnen vorbeugen oder sie mindern.

EG-Wasserrahmenrichtlinie: Die Europäische Union hat mit der im Dezember 2000 in Kraft getretenen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) verbindliche Umweltziele für den Schutz des Grundwassers und der Oberflächengewässer (Flüsse, Seen und Küstengewässer) aufgestellt. Diese gelten in allen Mitgliedsstaaten der EU. Die WRRL fordert, dass natürliche Gewässer bis spätestens 2027 den guten ökologischen Zustand, das heißt einen natürlichen oder naturnahen Zustand, erreichen. Für Gewässer, die durch die Nutzung durch den Menschen stark verändert oder künstlich angelegt wurden, definiert die WRRL angepasste Ziele: Sie sollen ein gutes ökologisches Potenzial erreichen. Um diese Ziele umzusetzen, werden Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme für die Flussgebiete Europas aufgestellt. Bayern hat Anteile an den Flussgebieten Donau, Rhein, Elbe und Weser.

eigentumsgleich gesicherte Flächen: Flächen, die mit Förderung durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz oder des Naturschutzfonds angekauft wurden, Flächen der Naturschutzverbände, Flächen der Direktion für Ländliche Entwicklung sowie Ausgleichsflächen. Diese Flächen sind im LfU-Ökoflächenkataster verzeichnet.

Endenergieverbrauch: Der Verbrauch von Endenergie wie Strom, Heizöl oder Benzin. Er wird nach verschiedenen Verbrauchergruppen und Wirtschaftszweigen wie Industrie, Verkehr oder Haushalte aufgeschlüsselt.

Energie-Atlas Bayern: Das Internetportal der Bayerischen Staatsregierung stellt Karten, Informationen und Daten rund um das Thema Energie bereit. Es zeigt die in Bayern verfügbaren Potenziale für alle erneuerbaren Energien und für Abwärme. Interessierte Bürgerinnen und Bürger sowie Unternehmen und Kommunen können dort Anlagenstandorte, Praxisbeispiele, Planungshilfen und Informationen zu einschlägigen Förderprogrammen abrufen. Außerdem informiert das Portal über die Themen Energiesparen und Energieeffizienz.

energiebedingte CO₂-Emissionen/Kohlendioxidemissionen: CO₂-Emissionen, die bei Umwandlung und Nutzung fossiler Energieträger entstehen.

Energiepflanzen: Energiepflanzen sind Pflanzen, die allein für die energetische Nutzung, das heißt zur Herstellung von Biogas oder Biokraftstoff, angebaut werden.

Enterprise-Resource-Planning-System: Ein ERP-System unterstützt als Software ein Unternehmen bei der Planung und Steuerung seiner Ressourcen. Der Begriff Ressourcen umfasst dabei neben Materialien und Betriebsmitteln auch Kapital, Personal sowie Informations- und Kommunikationstechniken. Wichtigste Aufgaben sind die Planung und Steuerung der Prozesse – übergreifend über die verschiedenen Unternehmensbereiche. Zur individuellen Anpassung an den Betrieb enthalten ERP-Systeme einzelne Software-Module unter anderem zur Beschaffung, zur Produktion, zum Vertrieb, dem Controlling, die über eine gemeinsame Datenbank miteinander verknüpft sind.

entomofaunistisch: insektenkundlich

Entomologie: Insektenkunde

Eutrophierung: Überangebot an Pflanzennährstoffen (insbesondere Stickstoff und Phosphor) in Gewässern oder im Boden. Dies fördert in der Regel das pflanzliche Wachstum. In der Folge gerät das Ökosystem aus dem Gleichgewicht: Arten, die das Nährstoffüberangebot sehr gut verwerten können, verdrängen Arten, die auf nährstoffarme Standorte spezialisiert sind.

eutrophierend wirkende Stoffe: Der übermäßige Eintrag von Stoffen wie Stickstoff und Phosphor führt zu einem Überangebot an Nährstoffen in Gewässern oder im Boden. Dies fördert in der Regel das pflanzliche Wachstum. In der Folge gerät das Ökosystem aus dem Gleichgewicht: Arten, die das Nährstoffüberangebot sehr gut verwerten können, verdrängen Arten, die auf nährstoffarme Standorte spezialisiert sind.

extensiv genutzte Flächen: Bei einer extensiven landwirtschaftlichen Nutzung von Flächen werden unter anderem weniger Maschinen, Dünge- und Pflanzenschutzmittel eingesetzt als bei der intensiven Bewirtschaftung. Eine extensiv genutzte Wiese erkennt man an der Vielfalt der darauf wachsenden Blumen wie Margeriten, Wiesenbocksbart und Glockenblumen. Eine artenarme Wiese, auf der im Frühjahr allenfalls Löwenzahn blüht, weist dagegen auf eine intensive Nutzung hin.

Feinstaub: Sammelbegriff für winzige Partikel, die in der Luft schweben. Partikel mit einem Durchmesser von maximal 10 Mikrometern (PM₁₀, particulate matter ≤10 Mikrometer) können beim Menschen in Mund und Nase eindringen. Partikel mit einem Durchmesser von maximal 2,5 Mikrometern (PM_{2,5}, particulate matter ≤ 2,5 Mikrometer) können in die Lunge oder sogar bis ins Blut gelangen und den Organismus schädigen.

Flächenmanagement-Datenbank: Kostenlose Software des Bayerischen Landesamts für Umwelt, mit der sich potenzielle Bau- und Gewerbeflächen im Inneren einer Gemeinde erfassen und für den Markt aktivieren lassen (wie z. B. Baulücken, gewerbliche Brachflächen, leer stehende Wohngebäude und Althofstellen).

Flächenverbrauch: Umwandlung von Freiflächen, vor allem von landwirtschaftlichen Flächen, in Siedlungs- und Verkehrsflächen. Der Flächenverbrauch wird in Hektar pro Tag angegeben. Er errechnet sich, indem man die gesamte Bodenfläche, die innerhalb eines Gebietes pro Jahr neu für Siedlung und Verkehr in Anspruch genommenen wird, durch die Anzahl der Kalendertage des betreffenden Jahres teilt. Da die Siedlungs- und Verkehrsfläche auch Grün- und Freiflächen in beachtlichem Umfang umfasst, ist der Flächenverbrauch nicht mit Bodenversiegelung (z. B. Überbauung, Betonierung, Asphaltierung) gleichzusetzen.

flüchtige organische Verbindungen (VOC, volatile organic compounds): Gasförmige Verbindungen, die überwiegend aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen (Kohlenwasserstoffe). Sie werden bei industriellen Prozessen, bei der Anwendung von Lacken und Farben sowie bei vielen Verbrennungsprozessen (z. B. auch im Benzin- und Dieselmotor) freigesetzt. Aber auch Pflanzen und Bäume setzen vor allem in der warmen Jahreszeit diese Art Verbindungen frei.

Folgekosten-Schätzer: Kostenlose Software, mit deren Hilfe Kommunen die Folgekosten von neuen Wohngebieten (z. B. für Einrichtung und Instandhaltung kommunaler Infrastruktur) noch zu Beginn der Planungen abschätzen, verschiedene Planungsvarianten simulieren und so zu einer Entscheidung kommen können.

Gefäßpflanzenarten: Pflanzenarten, die – im Gegensatz zu Moospflanzen – Wasser und Nährstoffe über ein Leitungsgewebe im Pflanzeninneren transportieren.

gesetzlich geschützte Flächen: Dazu gehören nach dem Naturschutzrecht unter anderem:

- Naturschutzgebiete
- Nationalparks
- Natura-2000-Gebiete
- Flächen nach § 30 des Bundesnaturschutzgesetzes in Verbindung mit Artikel 23 des Bayerischen Naturschutzgesetzes
- Naturwaldreservate
- geschützte Landschaftsbestandteile
- flächige Naturdenkmäler

Grundwasserkörper: Einheit zur Bewirtschaftung und Beurteilung von Grundwasser. Der chemische Zustand eines Grundwasserkörpers wird auf Grundlage der darin gemessenen Konzentration an Schadstoffen beurteilt.

Hintergrundeinträge: Einträge von Schadstoffen, die in den nicht unmittelbar damit belasteten Räumen gemessen werden, sondern an Orten, die weiter entfernt von der Quelle liegen. Die dort erhobenen Messungen sind mit hoher Wahrscheinlichkeit repräsentativ für andere, ähnlich unbelastete Räume in Bayern.

HNV-Farmland: Anteil der Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert (High Nature Value Farmland) an der gesamten Landwirtschaftsfläche. Als HNV-Farmland gelten unter anderem extensiv genutzte, artenreiche Grünland-, Acker-, Streuobst- und Weinbergsflächen sowie Brachen.

Klimaprojektionen: Mögliche Entwicklung, die auf einem Modell beruhen. Sie wird abgeleitet aus der Abfolge von einer angenommenen zukünftigen Treibhausgasentwicklung, einem globalen Klimamodell, das Aussagen für die gesamte Erde trifft und einem regionalen Klimamodell, das die Ergebnisse für einen Teil der Erde verfeinert. Anders als bei einer Vorhersage kann man nicht davon ausgehen, dass die physikalischen Zusammenhänge im Klimasystem konstant bleiben. Eine einzelne Klimaprojektion gibt daher nicht „die eine Wahrheit“ wieder. Es müssen immer mehrere verschiedene Projektionen gemeinsam betrachtet werden, um eine Tendenz abzuleiten.

Körperschaftswälder: Wälder im Eigentum von Körperschaften des öffentlichen Rechts wie Gemeinden und Städten. In Bayern beträgt der Anteil des Körperschaftswaldes 13,5 Prozent. Der größte Teil des Waldes ist mit 54,2 Prozent in privatem Besitz, 30,1 Prozent gehören dem Freistaat Bayern, weitere 2,2 Prozent gehören dem Bund (Stand: 2016).

Kombinationswirkungen: Zu Kombinationswirkungen kommt es, wenn verschiedene chemische und biologische Gifte aufeinandertreffen. Ihre schädlichen Wirkungen können sich summieren, sich gegenseitig verstärken oder aber aufheben.

konvektive Schauer: Kurze, oft heftige, Niederschläge. Sie entstehen dadurch, dass die Erdoberfläche die Luft aufheizt, welche dann rasch senkrecht in höhere (kühlere) Luftschichten aufsteigt. Die Luftfeuchtigkeit kondensiert und kann zu Wolken- und (Gewitter-) Regenbildung führen.

Kosten für Materialien: Bei den Materialkosten sind die Kosten für Rohstoffe/Werkstoffe, Halbzeuge, Bauteile und Baugruppen eingeschlossen.

kritische Belastungsgrenzen: Die kritischen Belastungsgrenzen (englisch: critical loads) geben den maximalen Eintrag von Säure oder Stickstoff aus der Luft an, bis zu dem nach heutigem Wissensstand ein Ökosystem langfristig keinen Schaden nimmt.

Kulturlandschaft: Vom Menschen durch kleinräumige Bewirtschaftung geprägte Agrarlandschaft. Kulturlandschaften sind Teil sowohl des Naturerbes als auch des kulturellen Erbes.

Natura 2000: Natura 2000 ist ein länderübergreifendes Netz von Schutzgebieten innerhalb der Europäischen Union. Es besteht aus Schutzgebieten der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie von 1992) sowie der Vogelschutzrichtlinie von 1979 der Europäischen Union.

Niedrigwasserabflüsse: Abflussmengen in einem Fließgewässer unterhalb eines Schwellenwertes, der für dieses Gewässer typisch ist.

Nitrat: Nitrat ist eine Verbindung aus Sauerstoff und Stickstoff. Es kommt von Natur aus im Boden vor und dient den Pflanzen als Nährstoff. Nitrat ist außerdem in stickstoffhaltigen Düngemitteln enthalten, die zur Förderung des Pflanzenwachstums eingesetzt werden.

Nitrit: Das an sich ungiftige Nitrat wird von bestimmten Bakterien in das giftige Nitrit umgewandelt. Dieser Prozess kann im Boden, in Lebensmitteln, aber auch im menschlichen Körper stattfinden. Nitrit hemmt den roten Blutfarbstoff (Hämoglobin) bei der Übertragung von Sauerstoff und kann dadurch Atemnot auslösen.

Normallandschaft: Als Normallandschaft wird die vom Menschen genutzte, nicht als Schutzgebiet ausgewiesene Landschaft bezeichnet. Sie macht über 90 Prozent der Fläche Deutschlands aus und ist der Bezugsraum für den bundesweiten Nachhaltigkeitsindex für Artenvielfalt.

Oberflächenwasserkörper: Die EG-Wasserrahmenrichtlinie versteht unter einem Oberflächenwasserkörper einen einheitlichen und bedeutenden Abschnitt eines Flusses, mehrere kleinere Bäche oder auch einen ganzen See.

Offenland/Offenlandschaft: Oberbegriff für alle Landschaften, die nicht bewaldet sind, zum Beispiel Wiesen, Äcker und Heiden.

Ökolandbau: Form der Landbewirtschaftung, welche die Anforderungen der EU-Ökoberverordnung EU 2018/848 zur ökologischen beziehungsweise biologischen Landwirtschaft erfüllt.

Orografie: Beschreibung der Formen und des Reliefs der Erdoberfläche, dabei wird besonders auf die Höhenlage oder Höhenunterschiede Bezug genommen.

Personenkilometer: Diese Maßzahl für die Verkehrsleistung des Personenverkehrs entspricht dem Produkt aus der beförderten Personenanzahl und der Anzahl der zurückgelegten Kilometer pro Einwohner und Jahr.

Phänologie: Die Phänologie (Lehre der Erscheinungen) befasst sich mit den Wachstums- und Entwicklungsphasen der Pflanzen und Tiere im Jahresverlauf. Beobachtet werden Ereignisse wie Knospenbildung, Blüte oder Laubfall bei Pflanzen und Verhaltensweisen wie Vogelzug oder Paarungszeit bei Tieren.

polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK): Verbindungen mit ringförmigen Strukturen, die aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen. Der bekannteste Vertreter ist Benzo[a]pyren. Die meisten PAK sind krebserzeugend oder krebverdächtig. Sie entstehen in sehr geringem Umfang bei Verbrennungsprozessen, insbesondere bei der Verbrennung von Holz und Kohle.

POP: Persistente organische Schadstoffe (englisch: persistent organic pollutants) sind organische Verbindungen, die in der Umwelt nur sehr langsam abgebaut werden.

potenzielle Verdunstungsmenge (Evapotranspiration): Unter den gegebenen Klimabedingungen maximal mögliche Verdunstungsmenge, wenn in einem Boden/auf einer Oberfläche unbegrenzt Wasser für die Verdunstung zur Verfügung steht.

Primärenergieverbrauch: Der Verbrauch direkt in der Natur vorkommender Energieträger wie Rohöl, Kohle oder erneuerbare Energiequellen. Diese Primärenergie wird durch technische Verfahren in Sekundärenergie, zum Beispiel Heizöl oder Strom, umgewandelt und den Verbrauchern als Endenergie geliefert. Primärenergie wird zum Teil in Bayern gewonnen und zum Teil importiert.

Quellschüttungen: Menge an Wasser, die aus einer Quelle austritt.

relativer Trend: Klimaveränderungen der Vergangenheit werden meist als lineare Trends ermittelt. Diese ergeben sich als Differenz der Werte von Anfang/Ende der Trendgeraden innerhalb der untersuchten Zeitperiode. Die Angabe erfolgt für den untersuchten Zeitraum oder oft als absolute Wertänderung pro Jahr (z. B. °C/Jahr). Beim Niederschlag wird der Trend häufig als prozentuale Veränderung vom langjährigen Mittelwert (relative Änderung) angegeben. Das heißt, ein Anstieg von 100 mm Niederschlag ergibt bei einem langjährigen Mittel von 1.000 mm einen relativen Trend von zehn Prozent.

Ressourcenproduktivität: Das Verhältnis zwischen der Wirtschaftsleistung (Bruttoinlandsprodukt) und dem dafür benötigten Verbrauch an Ressourcen (z. B. Energie, Rohstoffe, Flächen oder Wasser).

Rote Listen der gefährdeten Arten: Die Roten Listen sind Verzeichnisse ausgestorbener, verschollener und gefährdeter Tier- und Pflanzenarten. Sie werden für Bayern vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz herausgegeben.

Schwemmentmistung: In Ställen mit Spaltenboden wird Harn und Kot der Tiere unterhalb des Stalls mit Wasser in die Güllegrube geschwemmt.

Schwermetalle: Gruppe verschiedener Metalle, die eine hohe Dichte aufweisen. Schwermetalle wie Blei, Cadmium und Quecksilber können dem menschlichen Organismus schon in geringen Dosen schaden. Andere Schwermetalle wie Zink, Eisen oder Kupfer sind dagegen – in kleinen Mengen – lebenswichtig für den Körper. Diese werden als Spurenelemente bezeichnet.

Sekundärrohstoffe: Durch Aufarbeitung (Recycling) von Abfällen gewonnene Rohstoffe.

Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU): Der SRU besteht seit 1972, die fachliche Zuständigkeit liegt seit 1986 beim Bundesumweltministerium (vorher beim Innenministerium). Der SRU ist nicht weisungsgebunden. Er setzt sich aus sieben Professorinnen und Professoren verschiedener Fachdisziplinen zusammen und berät die Bundesregierung hinsichtlich ihrer aktuellen und zukünftigen Umweltpolitik.

Stakeholder: Personengruppen, die ein finanzielles, wirtschaftliches oder ideelles Interesse am Verlauf eines Projektes oder eines unternehmerischen Prozesses haben.

Stickstoffdioxid (NO₂): Stickstoffdioxid ist ein Gas, das vor allem bei der Verbrennung in Motoren, insbesondere Dieselmotoren, entsteht. Weitere Quellen sind Heizungen, die mit Kohle, Öl, Gas oder Holz befeuert werden.

Stickstoff-Flächenbilanz: Die Flächenbilanz betrachtet die Zu- und Abfuhr von Stickstoff auf landwirtschaftlichen Nutzflächen. Auf die Fläche gelangt Stickstoff in Form von Mineraldünger (künstlich hergestellter Dünger), Wirtschaftsdünger (Gülle, Mist) und Sekundärrohstoffdünger (Klärschlamm, Kompost), durch Einträge aus der Atmosphäre sowie durch Leguminosen (stickstoffanreichernde Pflanzen). Bei der Ernte wird den Flächen dann wieder ein Teil des Stickstoffs entzogen. Die Differenz (Saldo) zwischen Zufuhr und Abfuhr zeigt mögliche Stickstoffüberschüsse auf.

Tonnenkilometer: Die Güterverkehrsleistung entspricht dem Produkt aus der jährlich transportierten Menge (Tonne) und der Entfernung (Kilometer).

Treibhausgase (THG): Treibhauswirksame Gase sind Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (Distickstoffmonoxid N₂O), teilhalogenierte und vollständig halogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW/FKW) sowie Schwefelhexafluorid (SF₆). CO₂-Emissionen machen in Bayern fast 85 Prozent der gesamten Treibhausgasemissionen aus.

Trittsteine: Trittsteine bezeichnen Flächen zwischen Lebensräumen, die eine Besiedlung, Vermehrung und damit einen Individuenaustausch zwischen den Lebensräumen ermöglichen.

Versiegelung: Verdichtung und Bedeckung offenen Bodens, z. B. durch Asphalt, Beton oder Gebäude. Dadurch werden Austauschvorgänge des Bodens mit Luft und Wasser unterbunden. Bodenversiegelung führt zu irreversiblen Verlust der natürlichen Bodenfunktionen. Die Folgen beeinträchtigen unter anderem die biologische Vielfalt, die Versickerung des Wassers sowie die Grundwasserneubildung, das Mikroklima und das Bodenleben.

vertraglich gesicherte Flächen: Flächen, auf denen Maßnahmen im Rahmen des Vertragsnaturschutzprogramms und des Landschaftspflegeprogramms durchgeführt werden.

Vertragsnaturschutzflächen: Flächen, die nach dem Vertragsnaturschutzprogramm bewirtschaftet werden.

Vertragsnaturschutzprogramm: Ziel des Vertragsnaturschutzprogramms (VNP) ist es, die Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts zu sichern und zu verbessern sowie die Lebensräume und Lebensgemeinschaften der heimischen Tier- und Pflanzenwelt zu erhalten. Das Programm fördert eine schonende Bewirtschaftung von gesetzlich geschützten Biotopflächen: Mit dem Erschwernisausgleich werden Landwirte für dadurch entstehende Zusatzkosten und Einkommensverluste entschädigt.

Verwertungsquote: Die Menge der verwerteten Abfälle geteilt durch die Gesamtmenge der Abfälle (verwertete Abfälle und Restabfall).

Volatilisation: Gasförmige Verluste des Stickstoffs bei der Ausbringung von flüssigen organischen Düngern (Gülle, Jauche, Gärreste aus Biogasanlagen).

LITERATUR UND INTERNET

Die Links wurden letztmalig am 18.02.2020 geprüft.

(1) Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen

http://www.bmz.de/de/ministerium/ziele/2030_agenda/index.html

(2) Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie, Aktualisierung, Kabinettsbeschluss vom 7. 11. 2018, Bundesregierung [Hrsg.]

<https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik/eine-strategie-begleitet-uns/die-deutsche-nachhaltigkeitsstrategie>

(3) Bayerische Nachhaltigkeitsstrategie, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz [Hrsg.]

<https://www.nachhaltigkeit.bayern.de/>

(4) Umweltbewusstsein in Deutschland 2018, Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt [Hrsg.] (2019).

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltbewusstsein-in-deutschland-2018>

(5) Bayerisches Umweltinformationsgesetz (BayUIG) vom 8.12.2006, Bayerische Staatsregierung

<https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayUIG/true?AspxAutoDetectCookieSupport=1>

(6) Bayerns Klima im Wandel – erkennen und handeln, Bayerisches Landesamt für Umwelt [Hrsg.] (2008).

https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00056.htm

(7) Klimawandel und Avifauna. Univ. Mainz. Vortrag auf der Tagung „Klimaveränderung und Natura 2000“, Insel Vilm: Böhning-Gaese, K. (2006)

(8) Klimaatlas von Bayern, Bayerischer Klimaforschungsverbund (1996), München

(9) Beeinflusst der Klimawandel die Jahreszeiten in Bayern? Antworten der Phänologie, Bayerisches Landesamt für Umwelt [Hrsg.] (2014).

https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00120.htm

(10) Klimaschutz Bayern 2020, Bayerische Staatsregierung, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit [Hrsg.] (2013).

https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/stmug_klima_00011.htm

(11) Energiebilanz Bayern, Internetangebot zu Daten und Fakten der Energiebilanz Bayern, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie [Hrsg.]

<https://www.stmwi.bayern.de/energie-rohstoffe/daten-fakten/>

(12) Bayerisches Energieprogramm für eine sichere, bezahlbare und umweltverträgliche Energieversorgung, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie [Hrsg.] (2015).

https://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwi/Publikationen/2015/2015-21-10-Bayerisches_Energieprogramm.pdf

- (13) Energie-Atlas Bayern, Internetplattform zu den Themen um Erneuerbare Energien, Energieeffizienz und Energiesparen, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie.
<https://www.energieatlas.bayern.de/>
- (14) Internetangebot der Kooperation KLIWA „Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft“
<https://www.kliwa.de/>
- (15) Klima- Monitoringberichte, Kooperation KLIWA [Hrsg.]
<https://www.kliwa.de/publikationen-monitoringberichte.htm>
- (16) Projekt ClimEx (Climate change and hydrological extreme events)
<http://www.climex-project.org/>
- (17) Niedrigwasser in Bayern – Grundlagen, Veränderung und Auswirkungen, Bayerisches Landesamt für Umwelt [Hrsg.] (2017)
https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00124.htm
- (18) Starkniederschläge Entwicklungen in Vergangenheit und Zukunft – Kurzbericht; Kooperation KLIWA [Hrsg.] (2019)
https://www.kliwa.de/_download/KLIWA-Kurzbericht_Starkregen.pdf
- (19) Pilotstudie Niedrigwasser Naab und Sächsische Saale - Bericht aus der Kooperation KLIWA (Klimawandel und Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft), Bayerisches Landesamt für Umwelt [Hrsg.] (2018)
https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00160.htm
- (20) Darstellung und Analyse der Landschaftszerschneidung in Bayern, Esswein, H. und Schwarz-von Raumer, H.-G. (2006).
https://www.lfu.bayern.de/natur/landschaftszerschneidung/unzerschnittene_raeume/doc/bericht_lz_bz_06.pdf
- (21) Konzept zur Erhaltung und Wiederherstellung von bedeutsamen Wildtierkorridoren an Bundesfernstraßen in Bayern, Bayerisches Landesamt für Umwelt [Hrsg.] (2008).
https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_nat_00119.htm
- (22) Das Übereinkommen über die biologische Vielfalt (CBD)
<https://www.bfn.de/themen/biologische-vielfalt/uebereinkommen-ueber-die-biologische-vielfalt-cbd.html>
- (23) Was ist das DDA-Monitoring? In: LBV Monitoring häufiger Brutvögel, Landesbund für Vogelschutz in Bayern [Hrsg.]
https://www.lbv.de/mitmachen/fuer-fortgeschrittene/dda-monitoring/?file=files/user_upload/Dokumente/LBV_Infoblaetter_kostenfrei/DDA-Monitoring/DDA-Monitoring_FAQ.pdf
- (24) Brutvögel in Bayern, Bezzel, E., Geiersberger, I., von Lossow, G. & Pfeiffer, R. (2005), Ulmer, Stuttgart
- (25) Atlas der Brutvögel in Bayern, Rödl, T., Rudolph, B-U., Geiersberger, I., Weixler, K., Görden, A (2012), Ulmer, Stuttgart

- (26) Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns, Bayerisches Landesamt für Umwelt [Hrsg.] (2003/2016)
https://www.lfu.bayern.de/natur/rote_liste_tiere/index.htm
- (27) Förderprogramme des Naturschutzes: Landschaftspflege, Vertragsnaturschutz; Internetangebot des Bayerischen Landesamts für Umwelt.
https://www.lfu.bayern.de/natur/landschaftspflege_erfolgskontrollen/index.htm
- (28) Naturschutzrecht in Bayern – Schutzgebietskategorien nach Bundesnaturschutzgesetz §§ 22–30, und Bayerisches Naturschutzgesetz Art. 13–15 und 23, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz [Hrsg.] (2011, zuletzt geändert 24.07.2019)
<https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayNatSchG-G3>
- (29) Bayern Netz Natur, Internetangebot zu Themen der Erhaltung der biologischen Vielfalt in Bayern, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz
<https://www.naturvielfalt.bayern.de/projekte/bayernnetznatur/index.htm>
- (30) Bayern Arche, Artenschutzbericht Bayern, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit [Hrsg.] (2010).
https://www.stmuv.bayern.de/themen/naturschutz/biodiversitaet/artenschutz/doc/asb_2010.pdf
- (31) Methodik und erste Ergebnisse des Monitorings der Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert in Deutschland, Benzler, A. et al. (2015), Natur und Landschaft, 90 (7), Stuttgart
- (32) Bayerisches Waldgesetz
<http://www.stmelf.bayern.de/wald/forstpolitik/waldgesetze/>
- (33) Waldbericht 2017 und Waldzustandserhebung 2019, Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.
<http://www.stmelf.bayern.de/wald/waldschutz/waldzustand/>
- (34) Critical Loads für Säure und eutrophierenden Stickstoff, Umweltbundesamt [Hrsg.] (2004).
<https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/2991.pdf>
- (35) Eutrophierung und Versauerung, Internetangebot zu Themen der Versauerung und Eutrophierung von Böden und Ökosystemen, Bayerisches Landesamt für Umwelt.
https://www.lfu.bayern.de/luft/schadstoffe_luft/eutrophierung_versauerung/index.htm
- (36) Stoffeinträge sind ein Standortfaktor, Raspe, S. et al. (2013) – LWF aktuell 94, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft [Hrsg.].
http://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/boden-klima/dateien/a94_stoffeintraege_sind_ein_standortsfaktor_bf_gesch.pdf
- (37) Stickstoff: Lösungsstrategien für ein drängendes Umweltproblem, Sachverständigenrat für Umweltfragen [Hrsg.] (2015).
https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02_Sondergutachten/2012_2016/2015_01_SG_Stickstoff_HD.html
- (38) Stickstoff – Zuviel des Guten?, Umweltbundesamt [Hrsg.] (2011).
<https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/4058.pdf>

- (39) Die europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und ihre Umsetzung in Bayern, Internetplattform, Bayerisches Landesamt für Umwelt.
<https://www.lfu.bayern.de/wasser/wrrl/index.htm>
- (40) Intakte Gewässer für Mensch und Natur – Flussbericht Bayern 2012, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit [Hrsg.] (2012).
https://www.stmuv.bayern.de/themen/wasserwirtschaft/fluesse_seen/flussbericht.htm
- (41) Naturoffensive Bayern, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz
<https://www.stmuv.bayern.de/themen/naturschutz/naturoffensive/index.htm>
- (42) Messwerte des Lufthygienischen Landesüberwachungssystems Bayern, Internetangebot zu Daten und Fakten der Luftüberwachung, Bayerisches Landesamt für Umwelt [Hrsg.]
<https://www.lfu.bayern.de/luft/index.htm>
- (43) Beschluss der Bayerischen Staatsregierung für ein umfassendes Maßnahmenpaket für saubere Luft in Innenstädten
<http://www.bayern.de/bericht-aus-der-kabinettsitzung-vom-18-juli-2017/?seite=1617>
- (44) Leitlinien der WHO für Umgebungslärm für die Europäische Region (2018)
http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0011/383924/noise-guidelines-exec-summary.pdf?ua=1
- (45) EG-Umgebungslärmrichtlinie, Internetangebot zu Themen der EG-Umgebungslärmrichtlinie, Bayerisches Landesamt für Umwelt.
https://www.lfu.bayern.de/laerm/eg_umgebungslaermrichtlinie/index.htm
- (46) Bundesverkehrswegeplan, Internetplattform zu Themen der Infrastruktur, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/bundesverkehrswegeplan-2030-gesamtplan.pdf?__blob=publicationFile
- (47) BAYSIS – Bayerisches Straßeninformationssystem, Internetplattform der Bayerischen Straßenbauverwaltung, Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr.
<https://www.baysis.bayern.de/web/>
- (48) Verkehrsprognose 2025 als Grundlage für den Gesamtverkehrsplan Bayern, INTRA-PLAN Consult GmbH, im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Technologie [Hrsg.] (2010).
https://www.stmb.bayern.de/assets/stmi/vum/handlungsfelder/iie_verkehrsprognose_2025.pdf
- (49) Öffentlicher Verkehr auf Schiene und Straße, Internetplattform, Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr.
<https://www.stmb.bayern.de/vum/handlungsfelder/oeffentlicherverkehr/index.php>
- (50) Gesamtverkehrsplan Bayern 2002, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie (2002).
<https://www.stmb.bayern.de/vum/handlungsfelder/verkehrsinfrastruktur/verkehrsplanbayern/index.php>

- (51) Grundwasser für die öffentliche Wasserversorgung: Nitrat und Pflanzenschutzmittel, Bayerisches Landesamt für Umwelt.
https://www.lfu.bayern.de/wasser/grundwasserbeschaffenheit/rohwasser/nitrat_psm/index.htm
- (52) Antimony 2015: 3rd International Workshop on Antimony in the Environment, 6-9 October, 2015 Leipzig (Germany) – Helmholtz Centre for Environmental Research, Filella, M., Daus, B. et al. (2015), Leipzig.
- (53) Hintergrundwerte der atmosphärischen Deposition, Bayerisches Landesamt für Umwelt [Hrsg.] (2017).
https://www.lfu.bayern.de/luft/schadstoffe_luft/schwermetalle/doc/hgw_atmosphaerische_deposition_1999_2016.pdf
- (54) Schwermetalle aus dem Kfz-Verkehr, Internetangebot zu Themen des Metalleintrags in Ökosysteme, Bayerisches Landesamt für Umwelt
https://www.lfu.bayern.de/luft/schadstoffe_luft/schwermetalle/ergebnisse/index.htm
- (55) Informationen zum Lärmschutz, Internetangebot des Bayerisches Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz
<https://www.stmuv.bayern.de/themen/laermschutz/index.htm>
- (56) Lärmkartierungsergebnisse, Internetangebot des Bayerisches Landesamts für Umwelt
https://www.lfu.bayern.de/laerm/eg_umgebungslaermrichtlinie/kartierung/index.htm
- (57) Umweltatlas Bayern, Lärmbelastungskataster
https://www.umweltatlas.bayern.de/mapapps/resources/apps/lfu_laerm_ftz/index.html?lang=de
- (58) Hausmüll in Bayern – Bilanzen 2018, Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (2019)
https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_abfall_00255.htm
- (59) Bayerisches Abfallwirtschaftsgesetz – BayAbfG vom 9. August 1996, zuletzt geändert 26. März 2019, Bayerische Staatsregierung
<https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayAbfAlG/true?AspxAutoDetectCookieSupport=1>
- (60) Faktor X, Internetangebot zu Themen der effizienten und umweltschonenden Nutzung natürlicher Ressourcen, Umweltbundesamt
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/ressourcenschonung-in-produktion-konsum/faktor-x>
- (61) Ressourceneffizienz-Zentrum Bayern – REZ
<https://www.umweltpakt.bayern.de/rez/>
- (62) Öko-Landbau in Bayern. – Faltblattserie, Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten [Hrsg.] (2016).
<https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/08082016.htm>
- (63) Strategie zum Erhalt der biologischen Vielfalt in Bayern [Bayerische Biodiversitätsstrategie], Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit [Hrsg.]
https://www.stmuv.bayern.de/themen/naturschutz/biodiversitaet/doc/biodiv_strategie_endfass06_2009_ba1.pdf

- (64) EU-Ökobasisverordnung (EU) 2018/848 Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union [Hrsg.], (2018)
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0848&from=DE>
- (65) Ökologischer Landbau in Deutschland, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft [Hrsg.] (2019).
http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/OekologischerLandbau/OekolandbauDeutschland.pdf?__blob=publicationFile
- (66) Satellitengestützte Erfassung der Bodenversiegelung in Bayern, Bayerisches Landesamt für Umwelt [Hrsg.] (2018).
https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_all_00054.htm
- (67) Auf dem Weg, aber noch nicht am Ziel – Trends der Siedlungsflächenentwicklung, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung [Hrsg.] (2011)
<https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BerichteKompakt/2011/BK102011.html?nnn=true>
- (68) Landesentwicklungsprogramm Bayern (LEP), Bayerisches Staatsministerium der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat [Hrsg.] (2018)
<https://www.landesentwicklung-bayern.de/instrumente/landesentwicklungsprogramm/landesentwicklungs-programm-bayern-stand-2018/>
- (69) Bündnis zum Flächensparen, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz [Hrsg.].
<https://www.stmuv.bayern.de/themen/boden/flaechensparen/buendnis.htm>
- (70) Kommunales Flächenmanagement, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit in Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Staatsministerium des Innern, dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und dem Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie [Hrsg.] (2010).
https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/stmug_flaeche_00001.htm
- (71) Flächenmanagement-Datenbank: praktische Hilfe für Kommunen, Internetplattform des Bayerischen Landesamts für Umwelt [Hrsg.]
<https://www.lfu.bayern.de/umweltkommunal/flaechenmanagement/fmdb/index.htm>
- (72) Alte Lasten – neue Chancen – Rückblick, Einblick und Ausblick, Bayerisches Landesamt für Umwelt [Hrsg.] (2011).
https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_bod_00075.htm
- (73) Chance Flächenrecycling – Zukunft ohne Altlasten – Ratgeber für Kommunen und Investoren, Bayerisches Landesamt für Umwelt [Hrsg.] (2019).
https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_bod_00046.htm
- (74) Kataster nach Art. 3 BayBodSchG („Altlastenkataster“), Internetangebot zu Themen des Altlastenkatasters Bayern, Bayerisches Landesamt für Umwelt
<https://www.lfu.bayern.de/altlasten/altlastenkataster/index.htm>

(75) Stoffflussmanagement (SFM) in kleinen und mittleren Unternehmen, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz

https://www.stmuv.bayern.de/themen/ressourcenschutz/ressourceneffizienz/sfm_kleine_mittlere_betriebe.htm

(76) Was ist eine Ökobilanz? Internetangebot des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz

<https://www.umweltpakt.bayern.de/management/fachwissen/244/oekobilanzen>

(77) Studie „Ressourceneffizienz durch Industrie 4.0 - Potenziale für KMU des verarbeitenden Gewerbe“, VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH [Hrsg.] (2017)

https://www.ressource-deutschland.de/fileadmin/Redaktion/Bilder/Newsroom/Studie_Ressourceneffizienz_durch_Industrie_4.0.pdf

(78) Einsatz von Recycling-Baustoffen, Internetangebot des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz

https://www.umweltpakt.bayern.de/rez/themen/rc_baustoffe/index.htm

(79) Überblick zum Deutschen Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)

<https://www.bmu.de/themen/wirtschaft-produkte-ressourcen-tourismus/ressourceneffizienz/deutsches-ressourceneffizienzprogramm/>

(80) Umweltberichte Bayern, Bayerisches Landesamt für Umwelt [Hrsg.]

Umweltbericht 2007: https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_all_00058.htm

Umweltbericht 2011: https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_all_00100.htm

Umweltbericht 2015: https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_all_00133.htm

BILDNACHWEIS

Adobe Stock:

© Peter Maszlen – stock.adobe.com: S. 6 o.; © VRD – stock.adobe.com: S. 7 o.;
© william87 – stock.adobe.com: 7 u.; © Countrypixel – stock.adobe.com: S. 8 M.;
© Janni – stock.adobe.com: S. 11 o.; © Mira Drozdowski – stock.adobe.com: S. 12;
© Animaflora PicsStock – stock.adobe.com: S. 14 o.; © Lilifox – stock.adobe.com: S. 15 o.; © Pink
Badger – stock.adobe.com: S. 15 u.; © Eisenhans – stock.adobe.com: S. 16 o.; © photka – stock.
adobe.com: S. 16 u.; © M.Dörr & M.Frommherz – stock.adobe.com: S. 17 o.; © chungking – stock.
adobe.com: S. 20; © digitalstock – stock.adobe.com: S. 25;
© butterfly-photos.org – stock.adobe.com: S. 32; © Blickfang – stock.adobe.com: S. 40;
© Stefan Thiermayer – stock.adobe.com: S. 43; © Jan Schuler – stock.adobe.com: S. 44; © Jacek
Chabraszewski – stock.adobe.com: S. 48; © mpix-foto – stock.adobe.com: S. 53; © lassedesignen –
stock.adobe.com: S. 54; © maho – stock.adobe.com: S. 58; © Maksym Yemelyanov – stock.adobe.
com: S. 68; © Volker Witt – stock.adobe.com: S. 69

© Andechser Molkerei Scheitz: S. 64

Ann-Kathrin Benisch: S. 50

Birgit Binzenhofer, Zeil am Main: S. 47

Prof. Dr. Michael Bittner: S. 51

CWH Ingenieurgesellschaft mbH: S. 72

Dr. Berenike Flossmann-Kast, Kleinaitingen: S. 8 o., S. 9 u., S. 10, S. 14 u., S. 26, S. 38, S. 56, S. 57, S.
66, S. 71

Hans Frieß, Diedorf: S. 14 M.

Gerald von Foris: S. 22

Fotolia:

© Aamon – Fotolia.com: S. 9 o.; © Martin Thum – Fotolia.com: S. 11 u.; © Ramona Heim – Fotolia.
com: S. 16 M.; © sefu74 – Fotolia.com: S. 27; © Arno Bachert – Fotolia.com: S. 36;
© Thomas Leiss – Fotolia.com: S. 55

Andreas Heinz, Krummennaab: S. 17 u.

Max Grad, Kaltenberg: S. 17 M.

Hubert Job, Würzburg: S. 35

Kooperation KLIWA: S. 29

ktsdesign/123RF: S. 73 o.

Klaus Leidorf Luftbilddokumentation: S. 70

LEW / Ralf Klocke, Augsburg 2019: S. 23

LfU:

Thomas Weiner: S. 13; verändert nach UN-Nachhaltigkeitsziele: S. 18; Maria Wöfl: S. 28; Matthias
Balg: S. 30; Elke Graßmann: S. 31; Mike Pitz: S. 52; Dr. Alexander Attenberger: S. 59; Anjuscha
Lichtinger: S. 67; Frank Karlstetter: S. 73 u., S. 74 M., S. 74 u., S. 75; alle Grafiken

Prof. Dr. Manfred Miosga: S. 65

Joachim Nittka, Augsburg: S. 24

Piclease:

Hans Glader / piclease: S. 37; Wolfgang Lorenz / piclease: S. 42

Pixabay:

Catkin / Pixabay: S. 39; Pixabay: S. 41; aatlas / Pixabay: S. 62

Alfred Ringler, Rosenheim: S. 34

Gerhard Suttner, Weil: S. 45, S. 46

Adam Wesolowski – www.Online-Pixel.com, <https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>:
Titelbild

WWA Kempten, Armin Rieg: S. 6 u.



Eine Behörde im Geschäftsbereich
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz

