

Wechselwirkungen zwischen Umwelt und Wirtschaft

Eine Analyse anhand ausgewählter Indikatoren der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen

Dipl.-Volkswirtin Martina Doppelbauer

Produktion und Konsum haben innerhalb einer Volkswirtschaft eine unmittelbare Auswirkung auf die Umwelt. Dabei erfolgt auf der einen Seite die Entnahme von Ressourcen aus der Natur und auf der anderen Seite entstehen Abgaben, die durch wirtschaftliche Prozesse in die Natur gelangen. Die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen untersuchen die Wechselwirkungen zwischen Umwelt und Wirtschaft und stellen diese anhand ausgewählter Indikatoren dar. Zur Berechnung der Indikatoren verwenden die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen statistische Erhebungen unterschiedlicher Fachbereiche. Im Arbeitskreis Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder sind die Statistischen Ämter aller Bundesländer vertreten. Um methodisch einheitliche Ergebnisse zu erzielen, hat sich jedes Bundesland auf einen Teilbereich der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen spezialisiert und führt Berechnungen für alle Bundesländer durch. Bearbeitet werden Themen wie Rohstoffverbrauch, Abfall, Energieverbrauch, Treibhausgasemissionen sowie Wasser- oder Flächenverbrauch. Im Folgenden werden diese Teilbereiche der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen vorgestellt und die Ergebnisse für Bayern über einen Zeitraum von 1995 bis 2008 analysiert.

Rohstoffproduktivität um zwei Drittel gestiegen

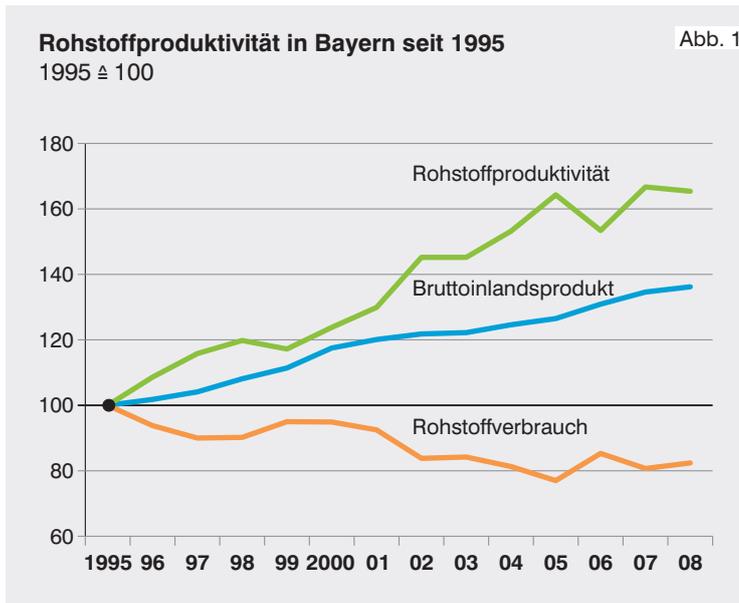
Der Rohstoffverbrauch gibt Auskunft darüber, welche Mengen an Materialien aus der Natur, für Wirtschaft und Konsum in Anspruch genommen werden. Dieser Indikator setzt sich zusammen aus der Entnahme abiotischer Rohstoffe aus dem eigenen Bundesland, dem Import aus dem Ausland sowie dem Saldo, der sich aus dem Handel zwischen den Bundesländern ergibt. Zu den abiotischen Rohstoffen zählen fossile Energieträger wie Kohle, Erdöl oder Erdgas sowie mineralische Rohstoffe. Da in Bayern die Vorkommen an fossilen Energieträgern verschwindend gering sind, werden diese aus anderen Bundesländern oder dem Ausland importiert. Im Jahr 2008 lag der Anteil der Energieträger an den abiotischen Rohstoffen bei 0,05 %, 1995 waren es noch 0,13 %.

Dagegen verfügt Bayern über einen erheblichen Bestand an mineralischen Rohstoffen. Es handelt sich hierbei überwiegend um Baumineralien wie Kiese und Sande, die neben der Glasindustrie, Keramischen Industrie oder Papierindustrie haupt-

sächlich in der Bauindustrie eingesetzt werden. Insgesamt wurden in Bayern im Jahr 2008 rund 163 Millionen Tonnen Rohstoffe verbraucht. 58 % davon waren Rohstoffe aus dem eigenen Bundesland. Die restlichen Prozent entfielen auf Importe an Rohstoffen aus dem Ausland (37 %) sowie aus anderen Bundesländern (5%).

Seit 1995 konnte der Rohstoffverbrauch um 17,62 % gesenkt werden. Während die Importe in diesem Zeitraum weiter zugenommen haben, wurden insgesamt weniger abiotische Rohstoffe aus der heimischen Volkswirtschaft entnommen (vgl. Abbildung 1).

Der Rückgang des Rohstoffverbrauchs schlägt sich auch positiv in der Rohstoffproduktivität nieder. Die Rohstoffproduktivität gibt Auskunft darüber, wie effizient die zur Verfügung stehenden Rohstoffe innerhalb einer Volkswirtschaft eingesetzt werden. Seit 1995 hat sich die Rohstoffproduktivität in Bayern um rund 65 % erhöht. Das Bruttoinlandsprodukt



ist im gleichen Zeitraum um mehr als ein Drittel gestiegen. Die Tendenz zu Gebäudesanierungen reduzierte den Einsatz an Primärmaterialien bei vergleichbarem wirtschaftlichem Nutzen und erhöhte somit die Rohstoffproduktivität. Dies wird außerdem auch an dem Rückgang der Entnahme an Baumaterialien aus der Natur um mehr als ein Drittel seit 1995 deutlich. Ein weiterer Grund für die Zunahme der Rohstoffproduktivität im letzten Jahrzehnt ist die Verbesserung der Produktionsprozesse der Unternehmen. Außerdem verringerte sich der Einsatz an Primärrohstoffen aufgrund der Wiederverwertung von Produkten und Materialien.

35 Millionen Tonnen Abfälle wurden an die Natur abgegeben

Das im Jahr 1996 in Kraft getretene Kreislaufwirtschaftsgesetz wurde zur Schonung natürlicher Ressourcen und zur Sicherung einer umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen erlassen. Laut Kreislaufwirtschaftsgesetz sollen Abfälle in erster Linie vermieden und in zweiter Linie stofflich oder energetisch verwertet werden. Wenn Abfälle weder vermieden noch verwertet werden können, sind diese zu beseitigen. Im Jahr 2008 wurden insgesamt 35 Millionen Tonnen Abfälle an die Natur abgegeben. In den ersten Jahren nach Inkrafttreten des Kreislaufwirtschaftsgesetzes ging die Abgabe an Abfällen an die Natur spürbar zurück. 16% der an die Natur abgegebenen Abfälle wurden im Jahr 2008 in Deponien

abgelagert. Rund zwei Drittel der Abfallmenge wurden zur Verfüllung von Abbaustätten eingesetzt.

Energieproduktivität soll bis 2020 um weitere 30% steigen

Ein effizienter Energieverbrauch ist, um Auswirkungen auf die Umwelt zu minimieren, unabdingbar. Neben den Treibhausgasemissionen, der Entstehung von Abfällen sowie der Beeinträchtigung der Landschaft spielt beim Energieverbrauch auch die eingangs erläuterte Rohstoffentnahme eine bedeutende Rolle. Der Nachhaltigkeitsindikator Energieproduktivität sagt aus, wie effizient eine Volkswirtschaft mit Energie umgeht. Berechnet wird die Energieproduktivität, indem das Bruttoinlandsprodukt in Relation zum Primärenergieverbrauch gesetzt wird. Um die Preisentwicklung über den Zeitablauf zu berücksichtigen, wird zur Berechnung der Energieproduktivität das preisbereinigte Bruttoinlandsprodukt verwendet. Der Primärenergieverbrauch wird in der Energiebilanz des jeweiligen Bundeslandes berechnet. Dieser setzt sich zusammen aus der Gewinnung an Primärenergieträgern wie Rohstoffen oder erneuerbaren Energiequellen und Bestandsveränderungen in der heimischen Volkswirtschaft sowie Bezügen und Lieferungen über die Grenzen des Bundeslandes hinaus. Primärenergie ist die Energiedarbietung auf der ersten Stufe, das bedeutet, dass die Energieträger keiner Umwandlung unterzogen wurden und in ihrer Ausgangsform verwendet werden. Der Primärenergieverbrauch lag im Jahr 2008 bei zwei Millionen Terajoule. Je eingesetzter Einheit an Primärenergie wurden 204,2 Euro Bruttoinlandsprodukt erwirtschaftet und somit wurde der Bundesdurchschnitt von 160 Euro je Gigajoule deutlich übertroffen.

Bei einer Betrachtung der Energieproduktivität, differenziert nach Wirtschaftszweigen, ergibt sich für die energieintensiven Bereiche wie dem Bergbau oder der Energie- und Wasserversorgung eine deutlich geringere Energieproduktivität als im Dienstleistungssektor. Die bayerische Wirtschaftsstruktur ist

geprägt von Dienstleistungsbetrieben. Mehr als die Hälfte der gesamten Bruttowertschöpfung entfällt auf den Dienstleistungssektor.

Im Zeitraum 1995 bis 2008 ist die Energieproduktivität um nahezu 30% gestiegen. Allerdings wurde die Produktivitätssteigerung durch das Wirtschaftswachstum von rund 36% abgedeckt. Der Primärenergieverbrauch nahm in diesem Zeitraum sogar um 4,44% zu.

Ziel der bayerischen Staatsregierung laut Klimaprogramm 2020 ist es, die Energieproduktivität um weitere 30% bis 2020 zu steigern.

CO₂-Emissionen pro Kopf: Bayerisches Nachhaltigkeitsziel nahezu erreicht

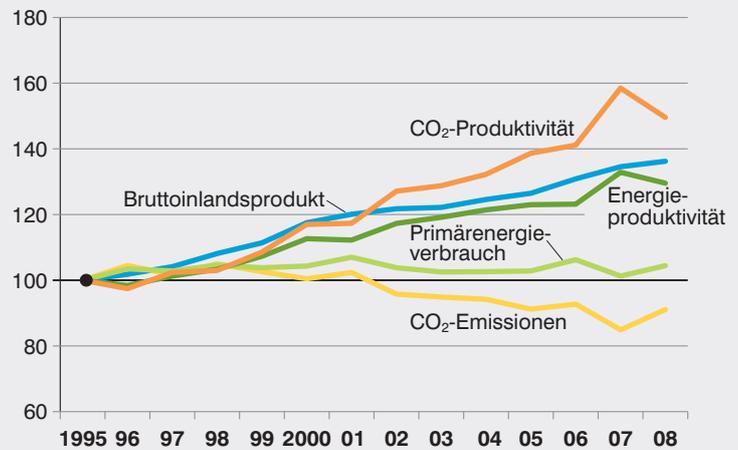
Treibhausgasemissionen entstehen neben der Verbrennung fossiler Energieträger, auch bei industriellen Prozessen, in der Landwirtschaft, der Abfallbehandlung sowie beim Umgang mit Lösemitteln. Die wichtigsten Treibhausgase sind Kohlendioxid, Methan und Distickstoffoxid. Um die Treibhausgasemissionen insgesamt bewerten zu können, werden die einzelnen Gase gemäß ihrem Schädigungspotenzial für die Umwelt in CO₂-Äquivalente umgerechnet. Eine Tonne Methan bewirkt einen um den Faktor 21, Distickstoffoxid sogar um den Faktor 310 höheren Treibhauseffekt in der Atmosphäre als die vergleichbare Menge CO₂.

Die Bundesrepublik Deutschland hat sich im Kyoto-Protokoll dazu verpflichtet, die Treibhausgasemissionen bis 2012 um 21% gegenüber dem Basisjahr 1990 zu verringern.

In Bayern sind seit 1995 die Treibhausgase insgesamt um rund 11% zurückgegangen und umfassten 2008 noch 96 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente. Im Schnitt veränderten sich die Treibhausgase in diesem Zeitraum jährlich um 0,88%. Die wesentliche

Energie- und CO₂-Produktivität in Bayern seit 1995
1995 = 100

Abb. 2



Reduktion der Treibhausgase wurde seit 2000 erzielt, der durchschnittliche jährliche Rückgang lag in dieser Zeitspanne bei 1,37% (vgl. Abbildung 2).

Den überwiegenden Anteil der Treibhausgasemissionen machten 2008 mit 83,8% die energiebedingten CO₂-Emissionen aus. Die prozessbedingten Kohlendioxid-Emissionen, das sind Emissionen, die bei chemischen Reaktionen bestimmter Produktionsprozesse entstehen, werden in Bayern nicht erfasst. Die Methangas-Emissionen, die überwiegend durch Viehhaltung entstehen, verursachten 7,7% des bayerischen Treibhausgasausstoßes. Die restlichen 8,5% waren Distickstoff-Emissionen. Hauptemittent dieses Gases ist ebenfalls der Sektor Landwirtschaft, jedoch entstehen die Distickstoff-Emissionen überwiegend bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern.

Die energiebedingten CO₂-Emissionen sind seit 1995 um nahezu 9% zurückgegangen und umfassten 2008 einen Wert von 80,5 Millionen Tonnen. Hauptemittent der energiebedingten CO₂-Emissionen war mit einem Anteil von 37,6% im Jahr 2008 der Sektor Verkehr. Aber auch die Privathaushalte, Handels- sowie Dienstleistungsbetriebe trugen mit 32,2% einen nicht unwesentlichen Teil zu den Kohlendioxid-Emissionen bei. Das Verarbeitende Gewerbe emittierte 2008 nur 11,7% der energiebedingten CO₂-Emissionen. Daran wird auch deutlich,

dass wenige energieintensive Produktionsbetriebe ihren Sitz in Bayern haben.

Die im Umwandlungsbereich verursachten CO₂-Emissionen sind mit nahezu 15 Millionen Tonnen und einem Anteil von 18,5% der gesamten energiebedingten CO₂-Emissionen vergleichsweise gering. Das liegt mitunter daran, dass Kohle kaum, dafür aber die CO₂ neutrale Atomenergie einen großen Anteil zur Stromerzeugung beiträgt.

Um Aussagen über den Zusammenhang zwischen Emissionen und Wirtschaftswachstum treffen zu können, werden Produktivitäten berechnet. Im Zeitraum 1995 bis 2008 ist das Bruttoinlandsprodukt je emittierter Einheit Treibhausgas um 53%, je Einheit CO₂ um nahezu 50% gestiegen. Die durchschnittliche jährliche Zunahme der CO₂-Produktivität beträgt 3,14%.

Der Rückgang der Treibhausgasemissionen trotz gestiegenem Bruttoinlandsprodukts, lässt auf eine Entkopplung der Emissionen vom Wirtschaftswachstum schließen. Dies entspricht den Zielen der Nachhaltigkeitspolitik. Die Veränderung der eingesetzten Energieträger veranlasste einen Rückgang der energiebedingten CO₂-Emissionen, obwohl der Primärenergieverbrauch leicht zunahm. Dabei trägt der Einsatz erneuerbarer Energieträger maßgeblich zur CO₂-Treibhausgasreduktion bei. Während der Anteil erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch 1995 noch bei 5,53% lag, konnte er bis zum Jahr 2008 bereits auf einen Anteil von 10,15% erhöht werden.

Außerdem konnte die CO₂-Produktivität genauso wie die Rohstoffproduktivität aufgrund effizienter Produktionstechnologien verbessert werden. Im Straßenverkehr führte im letzten Jahrzehnt der Einsatz Kraftstoff sparender Motoren sowie Katalysatoren zu einem Rückgang der Emissionen.

Laut bayerischem Klimaschutzprogramm 2020 sollen die energiebedingten CO₂-Emissionen dauerhaft auf unter 6 Tonnen pro Kopf reduziert werden. Dieses Ziel wurde unter Voraussetzung einer weiteren Nutzung der Kernenergie festgesetzt. Im Jahr

2008 erreichten die energiebedingten CO₂-Emissionen pro Kopf einen Wert von 6,4 Tonnen.

Wasserproduktivität seit 1998 um ein Drittel gestiegen

Wasser ist anders als die fossilen Energieträger wie Kohle oder Öl eine erneuerbare Ressource. Sauberes Wasser ist für eine positive wirtschaftliche Entwicklung sowie als Grundnahrungsmittel für die Bevölkerung unabkömmlich. Die Entnahme von Wasser aus der Natur bedeutet eine Beeinträchtigung unserer Ökosysteme, da das Wasser nicht im ursprünglichen Zustand an die Natur zurückgegeben wird. Ein möglichst nachhaltiger und ökonomischer Umgang mit Wasser ist daher unerlässlich.

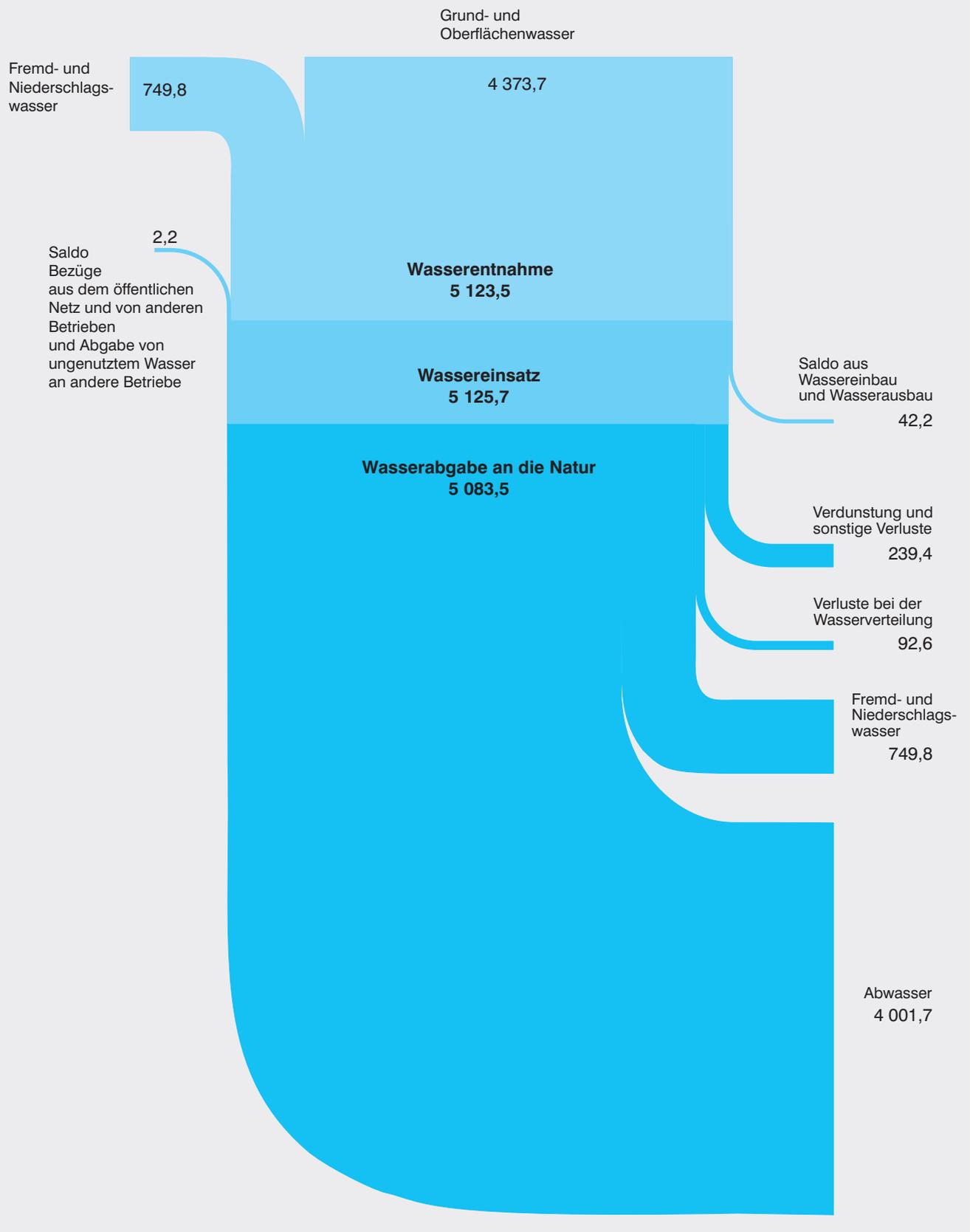
Wasser wird aus Grund- und Oberflächenwasser sowie aus in Kläranlagen aufbereitetem Fremd- und Niederschlagswasser entnommen. Der Wassereinsatz ergibt sich, indem zur Wasserentnahme der Saldo aus Wasserbezügen aus dem öffentlichen Netz oder von anderen Betrieben addiert und die Wasserabgaben subtrahiert wird. Häufig ist in diesem Zusammenhang von Wasserverbrauch die Rede, jedoch kann Wasser nicht verbraucht werden, Wasser wird lediglich in seiner Eigenschaft verändert.

Zum Wassereinsatz fließt die Wassermenge, die bei der Produktion oder durch Konsum freigesetzt wird. Der Wasserausbau erfolgt beispielsweise bei der Herstellung von Stärke, Zucker oder Käse. Im Gegensatz dazu wird im Produktionsprozess auch Wasser in Produkte eingebaut. Dies geschieht unter anderem bei der Herstellung von Reinigungsmitteln oder Getränken.

Bei einer Auswertung nach Wirtschaftsbereichen wird neben dem Saldo aus Wasserausbau und Wassereinsatz noch die Differenz aus Abwasserzu- und -ableitung an andere Betriebe zum Wassereinsatz dazugerechnet. Auf diesem Weg erhält man die Wasserabgabe an die Natur. Überwiegend wird Wasser in Form von Abwasser an die Umwelt abgegeben. Aber auch als Wasserdampf, durch Verdunstung oder Verluste, die bei der Weiterverteilung entstehen, gelangt das Wasser zurück in die Ökosysteme.

Komponenten des Wasserflusses in Bayern 2007 in Millionen Kubikmetern

Abb. 3



Im Jahr 2007 wurden in Bayern 5 123,5 Millionen Kubikmeter Wasser aus der Natur entnommen (vgl. Abbildung 3). Zu 85% erfolgte die Entnahme aus dem Grund- und Oberflächenwasser. Aufgrund methodischer Anpassungen sind im Wasserbereich die Daten mit 1995 nicht direkt vergleichbar. Der Wassereinsatz ist seit 1998 um 6% zurückgegangen und umfasste im Jahr 2007 in Bayern noch 5 125,7 Millionen Kubikmeter. Das entspricht in etwa dem 2,5-fachen des Chiemsees. Die Hälfte des Wassers wird von Energieversorgungsunternehmen, überwiegend als Kühlwasser in Atomkraftwerken, eingesetzt. 18% des Wassereinsatzes entfiel auf die Sektoren Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe, weitere 11% wurden für den Konsum in Privathaushalten verwendet. Während in der Industrie und in der Energieversorgung die eingesetzte Wassermenge direkt aus der Natur entnommen wird, beziehen die Privathaushalte das Wasser überwiegend aus dem öffentlichen Netz.

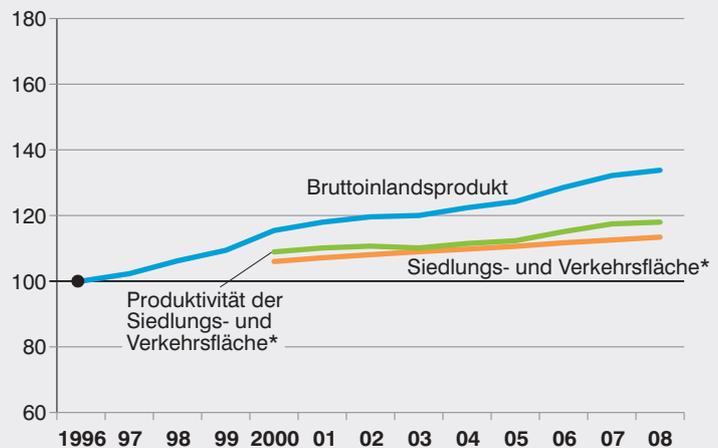
Die Wasserproduktivität, das heißt das erwirtschaftete Bruttoinlandsprodukt je Wassereinsatz, lag 2007 bei 85 Euro je Kubikmeter Wasser und damit über dem Bundesdurchschnitt von 64 Euro je Kubikmeter. Über den Zeitraum von 1998 betrachtet, ist die Wasserproduktivität um rund ein Drittel gestiegen. Die effizientere Wassernutzung wurde durch gestiegene Wasser- und Abwasserpreise sowie die Entwicklung Wasser sparender Technologien bewirkt.

Analog zum Wassereinsatz ist die Wasserabgabe an die Natur zu interpretieren. Die Abwasserproduktivität ist seit 1998 ebenfalls um ein Drittel gestiegen. Von den 5 083,5 Millionen Kubikmeter Wasserabgabe an die Natur im Jahr 2007, wurden 79% direkt oder indirekt als Abwasser eingeleitet. Eine direkte Einleitung bedeutet, dass das Wasser entweder völlig unbehandelt oder nach Behandlung in der eigenen Kläranlage in die Natur geleitet wird. Bei einer indirekten Einleitung fließt das Wasser zur öffentlichen Abwasserentsorgung. Weitere 15% wurden in Form von Fremd- und Niederschlagswasser an die Natur abgegeben, die restlichen Prozent entfielen auf Verluste bei der Wasserverteilung sowie Verdunstung und sonstige Verluste.

Produktivität der Siedlungs- und Verkehrsfläche in Bayern seit 1996

Abb. 4

1996 = 100



* Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung war bis 2000 eine vierjährige Statistik.

Durchschnittliche tägliche Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche um 16,4 Hektar

Die Ressource Boden bildet die Lebensgrundlage für die Tier- und Pflanzenwelt und ist ein endliches, nicht vermehrbares Gut. Der Flächenverbrauch für Siedlungs- und Verkehrszwecke bedeutet einen Eingriff in das natürliche System und hat neben den Auswirkungen auf die Artenvielfalt auch einen negativen Effekt auf das Mikroklima und den Wasserhaushalt. Dabei führt die Versiegelung durch Siedlungs- und Verkehrsflächen dazu, dass mehr Niederschlag direkt abfließt und somit Überschwemmungen entstehen können. Zudem schränkt die Landschaftszerschneidung, hervorgerufen durch den Bau von Verkehrswegen, die Tierwelt erheblich ein. 2008 wurden in Bayern 7 859 km² Siedlungs- und Verkehrsfläche erfasst. Das sind 11% der Gesamtfläche Bayerns. Nahezu die Hälfte der Siedlungs- und Verkehrsfläche ist asphaltiert, betoniert oder überbaut. Die Siedlungs- und Verkehrsfläche umfasst Gebäude- und Freiflächen, Betriebsflächen, Erholungsflächen sowie Friedhöfe.

Bestandteil der deutschen Nachhaltigkeitspolitik ist ein sparsamer Umgang mit der Neuinanspruchnahme von Flächen. Bis 2020 soll die Neuinanspruchnahme an zusätzlicher Fläche auf 30 Hektar pro Tag beschränkt werden. Die Ausweisung von Siedlungs- und Verkehrsflächen liegt in der Zuständigkeit der

Kommunen. Jedoch können die Bundesländer über Landesentwicklungspläne Einfluss auf die Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsflächen nehmen.

Erfreulich ist der Rückgang der jährlichen Neuinanspruchnahme der Siedlungs- und Verkehrsflächen in Bayern um 40% seit 1995 (vgl. Abbildung 4). Während im Jahr 1995 zusätzliche 100 km² für Siedlungs- und Verkehrszwecke in Anspruch genommen wurden, waren es im Jahr 2008 nur noch 60 km². Durchschnittlich nahm 2008 die Siedlungs- und Verkehrsfläche täglich um 16,4 ha zu, das entspricht in etwa einer Fläche von 23 Fußballfeldern.

Im Zeitraum 1995 bis 2008 ist die Neuinanspruchnahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche durchschnittlich jedes Jahr um 3,84%, im Zeitraum seit 2000 sogar um nahezu 7% zurückgegangen. Bei der Interpretation der Produktivitäten lässt sich eine Entkopplung des Flächenverbrauchs vom Wirtschaftswachstum feststellen. Trotz Steigerung des Bruttoinlandsproduktes ist der Flächenverbrauch zurückgegangen. Die Produktivität der Siedlungs- und Verkehrsfläche konnte seit 1996 um 18% gesteigert werden und nahm im Schnitt jährlich um 1,39% zu.