

---

# Umweltindikatoren

Weiterentwicklung des  
Umweltindikatorensystems Bayern

---



Bayerisches Landesamt  
für Umweltschutz



## **Augsburg, 2004 – ISBN 3-936385-27-0**

Herausgeber: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160, 86179 Augsburg  
Tel.: (0821) 90 71 – 0  
Fax: (0821) 90 71 – 55 56  
E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)  
Internet: <http://www.bayern.de/lfu>

Kooperationspartner: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft  
Lazarettstraße 67, 80636 München

Bearbeitung: Projektgruppe „Umweltindikatoren“ unter fachlicher Mitarbeit von

Dr. Jürgen Brand	Dr. Ludwig Peichl	Erwin Attenberger <sup>1</sup>	Richard Oberhauser <sup>1</sup>
Christine Danner	Dr. Richard Schlachta	Dr. Josef Hochhuber	Dr. Jens Sachteleben <sup>3</sup>
Johann Fichtner	Hans-Peter Spörl <sup>1</sup>	Wolfgang Holleis <sup>1</sup>	Dr. Helmut Schlumprecht <sup>4</sup>
Hans Frieß	Dr. Anne Theenhaus	Dr. Thomas Keller	Christian Tausch
Gerd Heueis	Uwe Viessmann	Dr. Jutta Köhler	Hans Weber <sup>1</sup>
Dr. Christine Koch	Dr. Gabriele Weber-Blaschke <sup>2</sup>	Dr. Gottfried Koschel <sup>7</sup>	Ulrike Weinfurter
Alois Liegl	Dr. Martin Wegenke	Wolfgang Kraier <sup>1</sup>	u.a.
Hilmar Mante	Dr. Jörg Zimmerhackl	Joachim Nittka	

Leiter der Projektgruppe / Korrespondenzautor:

Hans Frieß  
Tel.: 0821-9071-5208  
Fax.: 0821-9071-5009  
Email: [hans.friess@lfu.bayern.de](mailto:hans.friess@lfu.bayern.de)

Projektleitung: Hans Frieß / Dr. Ludwig Peichl

Zitiervorschlag: Bayer. Landesamt für Umweltschutz (Herausg.): Umweltindikatorensystem Bayern. Augsburg, 2004.

Das Bayerische Landesamt für Umweltschutz (LfU) gehört zum Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (StMUGV)

© Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg 2004

Gedruckt auf Recyclingpapier

---

<sup>1</sup> Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (Lfw), München

<sup>2</sup> Technische Universität München

<sup>3</sup> PAN Partnerschaft, München

<sup>4</sup> Büro für ökologische Studien GdBR, Bayreuth

## Vorwort

Mit der Neuorganisation unseres Landesamtes im Jahr 1999 haben wir mehr Raum für medienübergreifende Fragestellungen gewonnen. Dies zu einer Zeit, in der die Deregulierung im Umwelt- und Naturschutz bereits eingeleitet war und ein grundsätzlicher Bedarf an modernen und zeitgemäßen Instrumenten für den Umweltschutz formuliert wurde.

Nichts lag daher näher als ein Projekt anzupacken, das den Akteuren hierbei wertvolle Hilfestellungen leisten soll und das zudem auf einer breiten in 30 Jahren gewachsenen medialen Fachkompetenz im LfU aufbaut.

Die mit vorliegendem Bericht vorgestellten Umweltindikatoren für Bayern haben wir in gewohnt effizienter Kooperation mit dem Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft (LfW) erarbeitet. Wir präsentieren sie einem Fachpublikum und der interessierten Öffentlichkeit zu einem Zeitpunkt, zu dem politische Entscheidungsträger von der lokalen bis zur europäischen Ebene verstärkt nach fachlich fundierten und gleichzeitig verständlichen Umweltinformationen verlangen.

Derzeit am deutlichsten vernehmbar ist dieser Wunsch nach Indikatoren im Kontext einer Konkretisierung und Umsetzung des Leitbildes „Nachhaltigkeit“ nach Rio 1992 und Johannesburg 2002. Aktuelle Beispiele sind das Aktionsprogramm „Nachhaltige Entwicklung Bayern“ der Bayerischen Staatsregierung und die Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung („Perspektiven für Deutschland“).

Eine dauerhaft umweltgerechte Entwicklung in der gesellschaftlichen und politischen Wirklichkeit zu verankern, setzt eine beständige Fortentwicklung des Umweltbewusstseins in einer generationenübergreifenden Sichtweise voraus. Ein überschaubares und aussagekräftiges Set von Indikatoren kann hierzu einen Beitrag leisten. Es hilft, zeitliche Entwicklungen heute besonders drängender Probleme zu beschreiben und zu bewerten. Klimaveränderungen, der Rückgang der biologischen Vielfalt, die Lärmbelastung, der hohe Flä-

chenverbrauch und der Eintrag von Stoffen in die Ökosysteme, sind Beispiele für teilweise schleichende – Prozesse, deren Lösung eine alle Politikbereiche umfassende, handlungsorientierte Strategie erfordert.

Umweltindikatoren sind zentrale Bestandteile einer solchen Strategie, erleichtern sie doch die Kommunikation über die aktuellen Problemfelder selbst und verbessern sie das Verständnis für die Durchführung erforderlicher Maßnahmen und einer Überprüfung bestehender Konsummuster.

Eine weitere Herausforderung ist die Festlegung konkreter Ziele, deren Erreichung mithilfe der Indikatoren kontrolliert und sichtbar gemacht werden kann. Umweltindikatoren geben der Nachhaltigkeit so eine Fahrerinne, eine Richtung und einzelne Etappen vor.

Mit den Umweltindikatoren liefert das LfU auch einen Fachbeitrag für die laufenden Arbeiten in Bund-Länder-Gremien. Wir halten ein neues Instrument für praxisnahe Anwendungen in Händen, deren Spektrum von der Umweltplanung über die Umweltberichterstattung mittelfristig ggf. bis hin zu einem Ländervergleich reichen kann.

Gerade weil für das heute neu vorgelegte „Umweltindikatorensystem Bayern“ auch zukünftig noch Weiterentwicklungsbedarf besteht, müssen begonnene Diskussionen mit anderen Bundesländern und dem Bund nachdrücklich fortgesetzt werden. Entwicklungen auf europäischer Ebene müssen aufmerksam verfolgt und eine horizontale wie vertikale Harmonisierung der Indikatorensysteme angestrebt werden.

Augsburg, im Oktober 2004  
Bayerisches Landesamt für Umweltschutz



Christoph Himmighoffen  
Präsident



# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b>	4
1.1 Situation und Zielsetzung	4
1.2 Funktionen von Indikatoren	4
1.3 Konzept und Projektgruppe	5
<b>2 Arbeitsschritte und Methode</b>	5
2.1 Projektablauf	5
2.2 Verfahrensansatz	6
2.3 Modell ökologischer Nachhaltigkeit	7
2.4 Auswahlkriterien	8
<b>3 Umweltindikatoren</b>	9
3.1 Natur und Landschaft	11
• Flächen für Naturschutzziele	12
• Naturschonende Landwirtschaft	14
• Artengefährdung	16
• Repräsentative Arten	18
3.2 Ökosysteme	21
• Abwasserbeschaffenheit	22
• Düngemiteleintrag	24
• Säure- und Stickstoffeintrag	26
• Schwermetalleintrag	28
• Gewässergüte	30
• Nitrat im Grundwasser	32
3.3 Klima und Gesundheit	35
• Kohlendioxidemissionen	36
• Luftqualitätsindex	38
• Straßenverkehrslärm	40
• Gesamtlärmbelastung im Wohnbereich	42
3.4 Ressourcen	45
• Flächenverbrauch	46
• Energieverbrauch	48
• Abfall und Verwertung	50
• Sonderabfall	52
• Altlasten	54
• Umweltmanagement	56
<b>4 Ausblick</b>	58
4.1 Anwendungen	58
4.2 Weiterentwicklung	59
Anhänge:	
1. Modell ökologischer Nachhaltigkeit (MÖN)	61
2. Indikatoren-Übersicht	71

# 1 Einleitung

## 1.1 Situation und Zielsetzung

Umweltindikatoren sind Kenngrößen zur Erfassung, Beschreibung und Bewertung von komplexen Umweltsachverhalten. Durch Systematisierung und Vereinfachung von Umweltdaten sollen verständliche und repräsentative Informationen zum Zustand der Umwelt bereitgestellt werden.

Die Entwicklung von Umweltindikatoren und deren Anwendung als ein zeitgemäßes Instrument des Umweltschutzes werden deshalb von Umwelt- und Politikwissenschaft gefordert. Das Bayerische Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (StMUGV) hat erstmals im Jahr 1998 im Kontext zur Bayern-Agenda 21 und zur Umweltberichterstattung der OECD ein *Umweltindikatorensystem* erstellt.

Bundesländer, Bund und Europäische Union sehen, wie auch Kommunen und Unternehmen, den Nutzen von Umweltindikatoren für die Umweltberichterstattung, die Umweltplanung und die Öffentlichkeitsarbeit. Hinzu kommt, dass dringend eine indikatorengestützte Umsetzung des Leitbildes *Nachhaltige Entwicklung* benötigt wird. Hier wird ein Nachholbedarf des Umweltschutzes erkennbar. Während wirtschaftliche und soziale Anliegen traditionell (und erfolgreich) in Indikatoren wie Bruttoinlandsprodukt, Inflationsrate, Aktienindex, Arbeitslosenquote oder Pro-Kopf-Einkommen ihren Ausdruck finden, fehlt es an ähnlich griffigen Indikatoren für die Umweltqualität. Dies stärkt die Bedeutung von Umweltindikatoren auch mit Blick auf den weiteren Nachfolgeprozess zum Weltgipfel von Johannesburg.

Das Bayerische Landesamt für Umweltschutz (LfU) verfügt, wie die anderen Fachbehörden im Geschäftsbereich des StMUGV, über eine Vielzahl von systematisch und z.T. langjährig durch Messnetze und Monitoringprogramme gewonnene *umweltrelevante Basisdaten* sowie einschlägige Erfahrungen bei deren Bewertung. Auf Grundlage dieser Datenkompetenz, seiner Fachkenntnisse und unter Einbeziehung von verfügbaren Daten anderer Ressorts, hat sich das LfU die Aufgabe gestellt, Umweltindikatoren zu entwickeln.

Umweltindikatoren, die in einer länderübergreifenden Arbeitsgruppe der Landesämter und Landesanstalten beraten wurden, konnten einbezogen werden.

Die Festsetzung konkreter *Umweltziele* kann die Entwicklung von Indikatoren begleiten, ist zugleich aber eine Chance und schwierige Aufgabe. Einerseits eröffnen quantifizierte Umweltziele in Verbindung mit Umweltindikatoren erst das bedeutende Anwendungsfeld der Umweltplanung, die ein hohes politisches Gewicht und eine gesellschaftliche Relevanz hat. Andererseits stehen nicht für alle Umweltziele fachlich fundierte Indikatoren zur Verfügung. Für validierte Umweltziele, zu denen heute die Daten noch fehlen, wird zu prüfen sein, ob der Aufwand der Datenerhebung geleistet werden kann.

## 1.2 Funktionen

Vier grundlegende Funktionen von Indikatoren sind entscheidend für die Anforderungen und Auswahlkriterien, die bei der Indikatorenentwicklung zugrundegelegt wurden:

*Analysefunktion:* Indikatoren helfen, jene Problem- und Vorsorgefelder zu identifizieren, in denen der dringlichste Handlungsbedarf besteht. Sie zeigen rechtzeitig Fehlentwicklungen an (Signal- und Warnfunktion). Diese Funktion wird schon bei einer problemfeldbezogenen Auswahl von Indikatoren erfüllt. Sie wird aber erst bei der turnusmäßigen Indikatorenanalyse in besonderem Maße wirksam, indem eine Bewertung von Niveau, Trendverlauf und ggf. Zielerreichungsgrad vorgenommen wird.

*Planungsfunktion:* Indikatoren geben der Umweltpolitik eine Hilfestellung bei der Festlegung der wichtigsten Handlungsfelder, unterstützen deren Integration in andere Fachpolitiken und helfen bei der Vereinbarung und Festlegung von Zielen. Sie unterstützen damit auch die Auswahl erforderlicher Maßnahmen zur Zielerreichung und verbessern somit die Effektivität in der Umweltplanung.

*Kontrollfunktion:* Durch Zeitreihen und der Darstellung eines Trendverlaufes möglichst in Verbindung mit konkreten Umweltzielen kann mittels Indikatoren eine Kontrollfunktion zur dauerhaft umweltgerechten Entwicklung ausgeübt werden. Es wird deutlich, in welchen Bereichen Erfolge oder eher Rückschritte zu verzeichnen waren. Indikatoren dienen so der Evaluation von umweltpolitischen Maßnahmen.

*Kommunikationsfunktion:* Planungen und Maßnahmen sind in der politischen wie in der gesell-

schaftlichen Diskussion nachvollziehbar und verständlich zu vermitteln. Indikatoren werden dieser Aufgabe durch Komplexitätsreduktion schwieriger Sachverhalte und Entwicklungen gerecht. In der Praxis erfolgreich anwendbare Indikatoren müssen innerhalb eines Indikatorensystems auf eine überschaubare Anzahl begrenzt werden. Damit tragen sie zur verbesserten Information der Bürger bei und können die Politikintegration in andere Ressorts unterstützen.

### 1.3 Konzept und Projektgruppe

Zur Bewältigung der Querschnittsaufgabe hat das LfU ein Arbeitskonzept erstellt. Es sah vor, in einem ersten Schritt durch die Vergabe einer *Studie* an die TU München zur Analyse und Bewertung bestehender Umweltindikatorensysteme einen wissenschaftlich gestützten methodischen Themeneinstieg zu finden. Parallel hierzu wurde eine *Projektgruppe* eingerichtet, um die Kernkompetenz der Fachbereiche von Anfang an einzubeziehen. Die Indikatorenentwicklung in den Fachabteilungen sollte so bestmöglich vorbereitet und laufend betreut werden. In die Projektgruppe waren sämtliche LfU-Fachbereiche (Luft, Klima, Lärm, Abfall, Boden, Strahlung, Natur, Landschaft, Immissionsökologie, Toxikologie, Gentechnik) sowie das Bayerische Landesamt für Wasserwirtschaft (LfW) eingebunden. Projektbegleitend wurden Erfahrungen mit den Umweltfachbehörden anderer *Bundesländer* ausgetauscht sowie die Ergebnisse aus anderen laufenden Indikatorenprojekten (z.B. FEST-Projekt) einbezogen.

Gemäß den Ergebnissen aus dem o.g. TU-Projekt wurde ein Verfahren gewählt, das sich schwerpunktmäßig an vorhandenen Daten und Indikatoren orientiert. In der Schlussphase der Indikatorenfestlegung konnten auch aus konkreten Umweltzielen des StMUGV abgeleitete Indikatoren einbezogen werden. Dieses kombinierte Vorgehen entspricht im Grundsatz einer Empfehlung des Sachverständigenrates für Umweltfragen.

## 2 Arbeitsschritte und Methode

### 2.1 Projektablauf

Ende 1999 stellte das StMUGV Mittel für das *Forschungsprojekt* „Weiterentwicklung des Umweltindikatorensystems für Bayern – Analyse und Bewertung bestehender Ansätze – bereit. Das LfU hat

dieses Forschungsprojekt der TU München fachlich betreut, der Abschlussbericht lag im November 2000 vor. Im Juli 2001 hat ihn das StMUGV als Materialienband Nr. 164 herausgegeben. Die Ergebnisse des TU-Forschungsprojektes wurden bei der Indikatorenentwicklung einbezogen.

In Kooperation mit Baden-Württemberg, Hessen und Thüringen hat Bayern das kommunale Indikatorenprojekt *Indikatoren im Rahmen einer lokalen Agenda 21* durchgeführt. Nach einer Vorauswahl in einem Workshop mit Experten und einer praktischen Testphase in 16 Pilotgemeinden hat der Projektnehmer FEST<sup>1</sup> 24 Nachhaltigkeitsindikatoren vorgeschlagen und einen Praxisleitfaden erstellt. Diesen haben die Länder gemeinsam im November 2000 in Stuttgart präsentiert. Das LfU hat den Leitfaden daraufhin an die bayerischen Gemeinden, Landkreise und Regierungen zur Unterstützung des Agenda-Prozesses weitergeleitet. Erfahrungen und Ergebnisse aus der Beteiligung am FEST-Projekt wurden berücksichtigt.

Die *Projektgruppe Umweltindikatoren* nahm Mitte 2000 ihre Arbeit auf. Sie wertete aktuelle Informationen zu Indikatorenarbeiten anderer Bundesländer sowie Ergebnisse verschiedener Fachsymposien aus. Daraufhin entschied sich die Projektgruppe auf der Grundlage des DPSIR-Ansatzes der Europäischen Umweltagentur (EUA) eine „matrixförmige zugeordnete Darstellung von Problemfeldern und ursächliche Sektoren“ zu erarbeiten. Um diese Zusammenhänge erkennen und darstellen zu können wurde das „Modell ökologischer Nachhaltigkeit“ (MÖN) für die weitere Indikatorenentwicklung erarbeitet. Über die Arbeit der Gruppe wurden das StMUGV sowie die Fachbereiche regelmäßig informiert.

Im Februar 2001 veranstaltete das LfU gemeinsam mit der Evangelischen Akademie Tutzing die *Tagung* „Nachhaltigkeit messbar machen – ökologische Indikatoren der Nachhaltigkeit“, an der nationale und internationale Fachreferenten teilnahmen. Im Rahmen dieser Tagung beauftragte hierbei Umweltminister Dr. Schnappauf das LfU ein Indikatorensystem zu erstellen.

Dieser Auftrag wurde durch eine pragmatische Vorgehensweise erfüllt, in die auch andere Landesbehörden einbezogen wurden. Die Indikatorenentwicklung erwies sich als dynamischer Prozess,

<sup>1</sup> Forschungsstätte der Evangelischen Studiengemeinschaft e.V., Heidelberg

in den auch zukünftig neue fachwissenschaftliche Erkenntnisse sowie Anforderungen aus der politischen und gesellschaftlichen Diskussion einfließen müssen.

Das LfW wurde ab Mitte 2000 laufend über den Fortgang der Projektarbeit am LfU informiert und wirkte ab Mai 2001 direkt in der Projektgruppe mit. Auch das Geologische Landesamt (GLA) wurde um Mitarbeit gebeten. Die Fachbereiche des LfU und LfW haben ab Juni 2001 mithilfe von Arbeitsblättern und Unterstützung der Projektgruppe Vorschläge zu Umweltindikatoren erstellt. Der Prozess wurde in der Stabsstelle des LfU koordiniert, die Indikatorenvorschläge auf breiter Basis diskutiert und die Dokumentationen zusammen mit den Fachbereichen ausgearbeitet.

Wichtig war der begleitende Informationsaustausch mit anderen **Bundesländern**. In Fachgesprächen der „Länder-Initiative für einen länderübergreifenden Kern-Indikatorensatz“ (LIKI), zuletzt am 29./30.09.04 in Hamburg, wurden Kernindikatoren erarbeitet, die als Grundlage für die Erarbeitung von gemeinsamen „umweltspezifischen Nachhaltigkeitsindikatoren“ des Bundes und der Länder dienen. Bereits Anfang 2002 konnte dem **StMUGV** ein erster Fachvorschlag vorgelegt werden. Anschließend wurde ein breit angelegter intensiver Diskussionsprozess eingeleitet, in dem zuletzt die von der Umweltministerkonferenz (UMK) im Mai 2004 beschlossenen „umweltbezogenen Nachhaltigkeitsindikatoren“ berücksichtigt wurden.

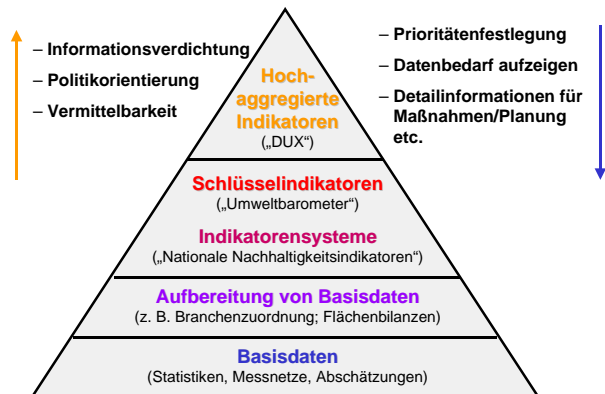
Die vorliegende Dokumentation ist somit Ergebnis einer intensiven Abstimmung im Umweltressort und eines Abgleichs mit anderen Bundesländern. Über den Stand der Arbeiten wurde u.a. bei einem Workshop des BLAK-UIS<sup>2</sup> im September 2001 in Kiel/Flintbek und bei einem Statusseminar des NLÖ<sup>3</sup> im Februar 2002 in Hildesheim berichtet.

## 2.2 Verfahrensansatz

Bei der Entwicklung von Umweltindikatoren ist die Auswahl und Aufbereitung von umweltrelevanten Basisdaten und die Aggregation oder Selektion zu Umweltindikatoren von entscheidender Bedeutung. Die Politik erhält damit eine Orientierungshilfe zur Festlegung wichtiger Handlungsfel-

der und die Öffentlichkeit verständlichere Umweltinformationen.

Ausgehend von vorhandenen indikatorrelevanten Basisdaten werden für fachlich bedeutende Problem- und Vorsorgefelder durch Aufbereitung (z.B. Zuordnung zu Branchen), Selektion und/oder Aggregation Umweltindikatoren gebildet. Dieses Verfahren wird mit Blick auf die im gezeigten Bild



dargestellte Informationspyramide<sup>4</sup> als **Bottom-Up-Verfahren** bezeichnet und eignet sich in besonderem Maße für die Indikatorenentwicklung im fachlichen Bereich. Es wurde von LfU und LfW gewählt.

Bei der zukünftigen Weiterentwicklung der Indikatoren müssen ergänzende umweltrelevante Basisdaten ressortexterner Fachstellen, wie z.B. der Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft (LWF) und der Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), einbezogen werden. Soweit noch nicht zu allen im Bottom-Up-Verfahren entwickelten Umweltindikatoren Umweltziele vorliegen, wäre eine solche Zielfestlegung in Zukunft zu prüfen.

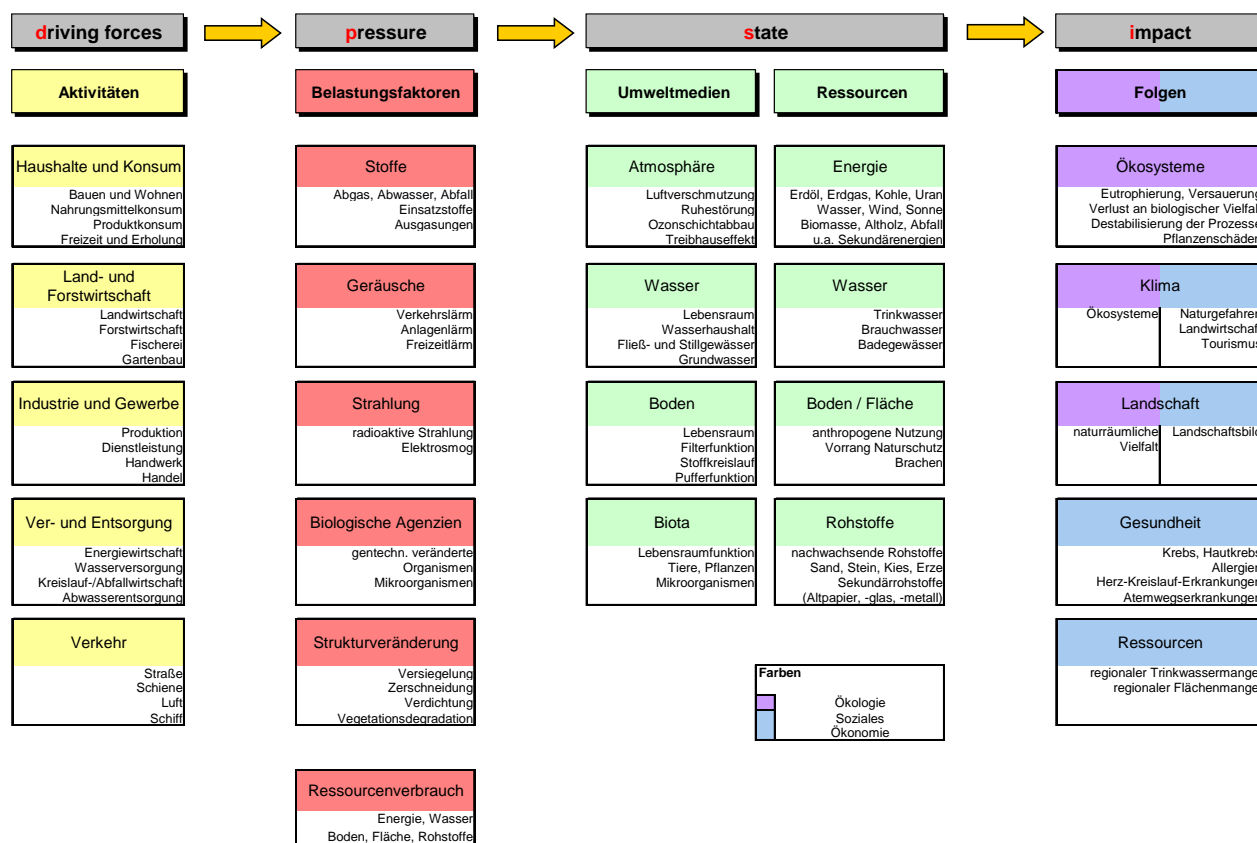
Beim **Top-Down-Verfahren** werden u.a. zuerst Umweltziele für relevante Handlungsfelder erstellt und hierzu passende Indikatoren festgelegt. Da Umweltziele, insbesondere maßnahmenorientierte Umwelthandlungsziele, vorwiegend im politisch-gesellschaftlichen Bereich diskutiert und entschieden werden, ist dieses Verfahren besonders auf Ebene der Ministerien umsetzbar. Jedoch muss berücksichtigt werden, dass bei einem solchen Vorgehen Mittelaufwendungen und Anpassungen von Erhebungsverfahren erforderlich werden können, um die Datenbasis für geeignete Umweltindikatoren zu gewinnen. Durch den intensiven Informationsaustausch zwischen StMUGV, LfU und

<sup>2</sup> Bund-/Länder-Arbeitskreis Umweltinformationssysteme

<sup>3</sup> Niedersächsisches Landesamt für Ökologie

<sup>4</sup> in Anlehnung: Bundesumweltministerium (1998), Nachhaltige Entwicklung in Deutschland – Entwurf eines umweltpolitischen Schwerpunktprogramms





LfW während des gesamten Projekts, insbesondere aber nochmals in der *Schlussphase*, konnten beide Verfahrensansätze bereits weitgehend zusammengeführt werden.

### 2.3 Modell ökologischer Nachhaltigkeit

Wichtiges fachliches Kriterium für Umweltindikatoren sind die *funktionalen Zusammenhänge* (vgl. 2.4). Durch deren Klärung und Darstellung soll offen gelegt werden, welche Zusammenhänge zwischen den Verursachern und den Folgen im Bereich der Schutzgüter bestehen. So kann die Verantwortung für relevante Problem- und Vorsorgefelder gemäß dem Verursacherprinzip zugewiesen werden. Zu diesem Zweck hat die LfU-Projektgruppe das „Modell ökologischer Nachhaltigkeit“ (MÖN) entwickelt. Es ist in Anhang 1 zu diesem Fachbericht näher beschrieben.

Das MÖN baut auf das DPSIR-Modell der Europäischen Umweltagentur (EUA) auf, das für die Typisierung von Indikatoren Anwendung findet. Es beinhaltet eine konkrete Strukturierung, Detaillierung und Charakterisierung der für die Darstellung der funktionalen Zusammenhänge wichtigen vier

DPSIR-Kategorien<sup>5</sup> *Driving forces*, *Pressure*, *State* und *Impact* durch Kapitel, Unterkapitel und Erläuterungen. Damit beschreibt das MÖN detailliert den Querschnittscharakter der ökologischen Säule der Nachhaltigkeit, ermöglicht einzubeziehende Fachbereiche zu identifizieren und funktionale Zusammenhänge zwischen Antriebskräften, Belastungsfaktoren, Veränderungen des Umweltzustandes und der hieraus resultierenden Folgen (Problem- und Vorsorgefelder) aufzuzeigen. Mit Blick auf eine Entwicklung von *Nachhaltigkeitsindikatoren* ist das MÖN für die wirtschaftliche und soziale Dimension offen. Es werden durch Einbeziehung der „Ressourcen“ sowie der „menschlichen Gesundheit“ hierfür bereits Anknüpfungspunkte geschaffen.

<sup>5</sup> **Driving forces:** *Antriebsindikatoren* zeigen auf, welche menschlichen Aktivitäten die relevanten Umweltbelastungen hervorrufen.

**Pressure:** *Belastungsindikatoren* drücken aus, welche konkreten Umweltbelastungen durch die verschiedenen Sektoren verursacht werden.

**State:** *Zustandsindikatoren* beschreiben die Umweltqualität (Umweltmedien und natürliche Ressourcen), die durch Belastungsfaktoren beeinflusst wird.

**Impact:** *Wirkungsindikatoren* stellen die weiteren Auswirkungen und Folgen der Veränderungen der Umweltqualität heraus.

**Response:** *Maßnahmenindikatoren* messen, mit welchen Mitteln Politik und gesellschaftliche Akteure in den Handlungsfeldern auf die Veränderungen der Umweltqualität und deren Folgen reagieren.

## 2.4 Auswahlkriterien

Den Fachbereichen wurden für die Indikatorenentwicklung Bewertungs- und Auswahlkriterien vorgegeben, die die Projektgruppe auf der Grundlage der idealtypischen Anforderungen im „Umweltgutachten 1994“ des Rates von *Sachverständigen für Umweltfragen* (Bundestags-Drucksache 12/6995 vom 08.03.1994) erstellt hat. Auf diese Kriterien nehmen auch einschlägige Grundlagenarbeiten<sup>6</sup> Bezug. Sie haben eine fachlich nachvollziehbare und dokumentierte Auswahl und Bewertung ermöglicht. Zugleich richten sie sich auch nach bereits näher beschriebenen Funktionen, die wie folgt zu beschreiben sind:

### - Funktionaler Zusammenhang -

Zu welchen für Bayern relevanten Problem- und Vorsorgefeldern (PVF) hat der Indikator einen funktionalen Zusammenhang und wie ist dieser im MÖN als Pfad abzubilden und fachlich näher zu beschreiben ? *Dokumentation*: Beschreibung der PVF, MÖN-Einordnung des Indikators, DPSIR-Typisierung, Beschreibung der funktionalen Zusammenhänge, Grenzen.

### - Relevanz -

Wie wird die Aktualität des Indikators in Bezug auf bestimmte PVF für ganz Bayern und/oder für eine bestimmte bayerische Region bewertet ? *Dokumentation*: vertiefende Fachinformation der zeitlich und räumlich für Bayern relevanten PVF.

### - Datenverfügbarkeit & Datenqualität -

Sind für den Indikator die Messdaten für rückblickende und/oder zukünftige Zeitreihen bereits verfügbar oder sind diese ggf. mit vertretbarem Aufwand zukünftig erhebbar oder müssen sie zukünftig aufgrund von neueren Rechtsvorschriften erhoben werden ? Haben die verfügbaren Messdaten eine hinreichende Qualität, um die Reproduzierbarkeit, die Verlässlichkeit und eine Bewer-

tungssicherheit der Ergebnisse sicherzustellen ? Erlaubt die Datenlage eine Regionalisierung innerhalb Bayerns ? *Dokumentation*: Datenquelle, Messmethode, Erhebungshäufigkeit, aktuelle Verfügbarkeit, zukünftige Verfügbarkeit, Aggregationsverfahren, Regionalisierbarkeit.

### - Zielorientierung -

Kann der Indikatorvorschlag mit einem bestehenden quantifizierten Umweltziel für Bayern verknüpft werden ? *Dokumentation*: Umweltqualitäts- und Umwelthandlungsziele für Bayern, Bund, EU.

### - Bewertungssicherheit -

Kann die für den Indikatorvorschlag gezeigte Entwicklung hinreichend richtungssicher und fachlich fundiert bewertet werden ? *Dokumentation*: Erste fachliche Bewertung des gezeigten Indikators anhand von Trend, Höhe und ggf. Umweltziel.

### - Steuerbarkeit -

Kann die für den Indikatorvorschlag gezeigte Entwicklung durch umweltpolitische Maßnahmen beeinflusst und gesteuert werden ?

### - Kommunizierbarkeit -

Erfüllt der Indikatorvorschlag weitgehend die Anforderungen aus seiner gewünschten Kommunikationsfunktion ? *Dokumentation*: Einschätzung des Stellenwertes des Indikators für die politische und öffentliche Kommunikation.

### - Kompatibilität -

Ist der Indikatorvorschlag kompatibel zu anderen Indikatoren ? *Dokumentation*: Zu welchen relevanten Indikatoren anderer Bundesländer, der Länder-AG, des Bundes, auf europäischer oder kommunaler Ebene, ist der Indikator kompatibel.

<sup>6</sup> FIS: „Grundlagen für ein nationales Umweltindikatorensystem“ (UBA-Texte 37/97) – Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung; Herausgeber: UBA, Berlin 1997

B/M: „Zukunftsfähiges Deutschland – Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung“ – Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie; Herausgeber: BUND und MISEREOR, Basel 1996

TUM: „Weiterentwicklung des Umweltindikatorensystems für Bayern – Analyse und Bewertung bestehender Ansätze“ – Lehrstuhl für Wassergüte- und Abfallwirtschaft, TU München, November 2000

### 3 Umweltindikatoren

Die folgenden Umweltindikatoren dienen der Beschreibung der Umweltqualität in Bayern sowie der Benennung von ursächlichen Belastungsfaktoren und gegensteuernden Maßnahmen. Sie dienen damit als Grundlage für verschiedene mögliche Anwendungen (vgl. 4.1).

Die Erarbeitung eines harmonisierten Kernindikatorensatzes der Länder wurde in den letzten Jahren durch die länderübergreifende Arbeit in der „Länder-Initiative Kern-Indikatoren“ (LIKI) u.a. in Zusammenarbeit mit dem Bund-/Länderarbeitskreis „Nachhaltige Entwicklung“ (BLAK NE) weiter voran gebracht. Hierbei wurden plakative Kurzbezeichnungen für die Kernindikatoren vorgeschlagen, die im vorliegenden Fachbericht weitgehend berücksichtigt sind.

Die Darstellung der Indikatoren basiert auf den bisher von den Fachbereichen des LfU und LfW vorgelegten Angaben. Für die weitere Arbeit mit Umweltindikatoren in bestimmten Anwendungen sind die Fachdokumentationen, die u.a. die Erhebungs-, Berechnungs- und Bewertungsgrundlagen der Indikatoren nachvollziehbar beschreiben, sukzessive fortzuentwickeln. Zielgruppengerechte Anpassungen der Darstellung sind anwendungsspezifisch vorzunehmen.

Jeder Indikator wird zunächst in einer Übersichtsfolie unter einer Kurzbezeichnung vorgestellt. Durch die Kennfarbe der Kopfzeile (gelb-rot-grünblau) wird seine Einordnung im „Modell ökologischer Nachhaltigkeit“ symbolisiert (vgl. Anhang 1). Umweltziele wurden dann einbezogen, wenn sie in Bayern bereits politisch verfestigt sind (z.B. Umwelpakt, Ziele der Staatsregierung) oder eine ordnungsrechtliche Verankerung haben. Die gezeigte Entwicklung der Indikatoren wird bewertet.

Zur Objektivierung dieser Bewertung wird eine einfache statistische Trendanalyse für einen definierten Bewertungszeitraum (zumeist 10 Jahre) vorgenommen. Dabei werden Trends nur dann mit einer Trendlinie dargestellt und bewertet, wenn sie ein Signifikanzniveau von 10 % erreichen. Dies bedeutet, dass bei einer tatsächlich indifferenten Entwicklung die Wahrscheinlichkeit höchstens 10 % ist, dass ein Trend in der gezeigten Stärke zufällig entstanden ist. Die Analyse prüft einen linearen Zusammenhang und stellt keine detaillierte Analyse aller möglichen funktionalen Abhän-

gigkeiten dar. Um andere mögliche funktionale Zusammenhänge bei der Bewertung "zu- oder abnehmende Entwicklung" mit zuzulassen, wird das nicht zu strenge Signifikanzniveau von 10 % gewählt.

Die im folgenden vorgenommene Gliederung der Umweltindikatoren orientiert sich weitgehend an den Problem- und Vorsorgefeldern (PVF) des MÖN (vgl. Anlage 1). Die Indikatoren wurden hierbei den Kapiteln zugeordnet, zu denen sie den ausgeprägtesten funktionalen Zusammenhang haben. Viele Indikatoren weisen jedoch ergänzende Zusammenhänge zu weiteren PVF auf, auf die beim Indikator selbst näher hingewiesen wird.

Anlage 2 gibt eine Übersicht der in diesem Fachbericht realisierten Umweltindikatoren und zeigt auf, inwieweit die von der Umweltministerkonferenz (UMK) im Kontext einer „Nachhaltigen Entwicklung“ beschlossenen Indikatoren für Bayern bereits heute dargestellt werden können.

## **Natur und Landschaft**

*Problem-/Vorsorgefelder: Verlust naturräumlicher und biologischer Vielfalt, Beeinträchtigung des Landschaftsbildes und ökologischer Prozesse - (vgl. MÖN-Kapitel „Landschaft“)*

01. Flächen für Naturschutzziele
02. Naturschonende Landwirtschaft
03. Artengefährdung
04. Repräsentative Arten

## **Ökosysteme**

*Problem-/Vorsorgefeld: Beeinträchtigung von Ökosystemen, Eutrophierung, Versauerung, Anreicherung persistenter Stoffe - (vgl. MÖN-Kapitel „Ökosysteme“)*

05. Abwasserbeschaffenheit
06. Düngemiteleintrag
07. Säure- und Stickstoffeintrag
08. Schwermetalleintrag
09. Gewässergüte
10. Nitrat im Grundwasser

## **Klima und Gesundheit**

*Problem-/Vorsorgefelder: Anthropogene Klimaveränderungen mit Folgen für Ökosysteme, Wirtschaftsbereiche, Gesundheit; Beeinträchtigung und Risiken für die menschliche Gesundheit durch Stoffe, Lärm, Strahlung - (vgl. MÖN-Kapitel „Klima“, „Gesundheit“)*

11. Kohlendioxidemissionen
12. Luftqualitätsindex
13. Straßenverkehrslärm
14. Gesamtlärmbelastung im Wohnbereich

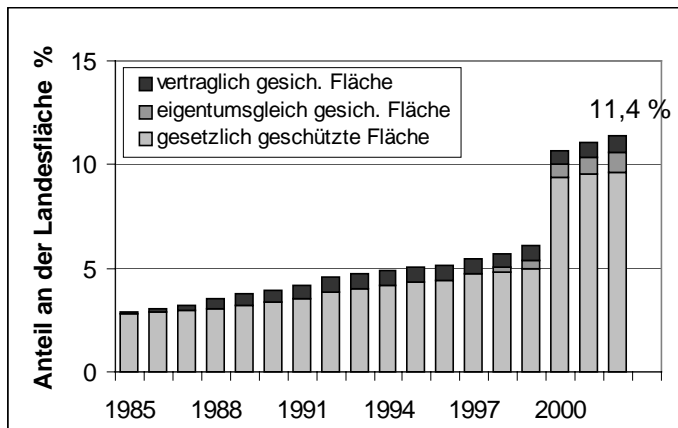
## **Ressourcen**

*Problem-/Vorsorgefeld: Ressourcenmangel mit wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Folgen (Nachhaltigkeit) - (vgl. MÖN-Kapitel „Ressourcen“)*

15. Flächenverbrauch
16. Energieverbrauch
17. Abfall und Verwertung
18. Sonderabfall
19. Altlasten
20. Umweltmanagement

# Natur und Landschaft

# Flächen für Naturschutzziele



## Problem- / Vorsorgefeld

- Verluste an Arten und Lebensgemeinschaften
- Verlust ökologischer Prozesse und Funktionen
- Vegetationsdegradation
- Zerschneidung von Lebensräumen

## Regionalisierbarkeit

ja, bis auf Kreisebene

## Datenlage

jährlich, LfU; für Teil-Kriterien Datenverfügbarkeit derzeit noch nicht gegeben; Zuordnung Natura 2000-Flächen zum Jahr 2000 (einmaliger Flächenzuwachs, in Zukunft voraussichtlich keine weitere vergleichbare Zunahme), weiterer Entwicklungsbedarf (GIS, Datenhaltung, Qualität)

## Bewertung

- Flächenanteil wurde seit 1985 ständig erhöht, d.h. positiver Trend;
- Gesetzlich geschützte Flächen dominieren mit einer jährlichen Zunahme von ca. 0,15 % und einem Sprung im Jahr 2000 (Natura-2000-Flächen)

## ANTEIL DER FLÄCHEN FÜR NATURSCHUTZZIELE AN DER LANDESFLÄCHE - [%]

**Problem-/Vorsorgefeld:** Schutzgebiete nach BayNatSchG stellen ein klassisches gesetzliches Instrument des Flächenschutzes dar, mit dem Ziel die biologische Vielfalt und ökologische Prozesse zu bewahren. Zwischenzeitlich tragen weitere Formen von Schutzmaßnahmen, die eigentumsgleiche sowie vertragliche Sicherung von Flächen, dazu bei.

Alle diese Schutzmaßnahmen verfolgen eine Minderung bzw. Verhinderung insbesondere struktureller und stofflicher Belastungen (z.B. Bodendegradation oder Düngemiteleintrag) der Umweltmedien Biota, Wasser und Boden auf den ausgewählten Flächen. Sie geben dort dem Naturschutz regelmäßig Vorrang vor der anthropogenen (z.B. landwirtschaftlichen) Nutzung.

**Definition:** Der Indikator besteht aus 3 Teilindikatoren, deren jeweiliger Flächenanteil an der bayerischen Landesfläche aufsummiert und als

relativer Anteil [%] der bayerischen Landesfläche angegeben wird.

Der Teil-Indikator „gesetzlich geschützte Flächen“ besteht aus Naturschutzgebieten, Nationalparks, Naturwaldreservaten, Natura 2000-Flächen, 13d-Flächen nach Art. 13d des BayNatSchG, Landschaftsbestandteilen und flächigen Naturdenkmälern sowie den Vorranggebieten der Regionalplanung.

Der Teil-Indikator „eigentumsgleich gesicherte Flächen“ berücksichtigt die Flächen des LfU-Ökoflächenkatasters (=Kaufflächen mit Förderung durch das StMLU bzw. den Naturschutzfonds, Flächen der Naturschutzverbände, DLE-Flächen, Ausgleichsflächen, Uferstrandstreifen).

Der Teil-Indikator „vertraglich gesicherte Flächen“ enthält die Flächen des Vertragsnaturschutzprogramms (VNP), des Erschwerenausgleichs (EA) und voraussichtlich ab 2004 des Landschaftspflegeprogramms.

**Funktionaler Zusammenhang:** Der Indikator ist der MÖN-Kategorie *Aktivitäten* zugeordnet. Insbesondere die Sektoren *Land- und Forstwirtschaft*, *Verkehr* und *Haushalte/Konsum* sind vom Indikator berührt. Analog dem DPSIR-Typisierungsschema handelt es sich um einen *Maßnahmenindikator*.

Die Schutzmaßnahmen richten sich gegen vielfältige Belastungsfaktoren, wie Strukturveränderungen und Stoffeinträge (z.B. Verbot des Umbruchs, Verkehrswegebau oder sonstiger Bebauung; Verbot der Entwässerung oder Abgrabung; Reduzierung von Pestizid- und Düngemiteleintrag). Sie dienen damit der flächenhaften Erhaltung naturschutzfachlich wertvoller Landschaftsausschnitte und Ökosysteme, der bestehenden Vielfalt von Arten und ihren Lebensräumen sowie in bestimmten Teilen, wie der Kernzone von Nationalparks, dem weitgehend unbeeinflussten Ablaufen ökologischer Prozesse.

**Datenlage:** Für Naturschutzgebiete und Nationalparke liegt seit 1984 eine Datenreihe vor, die das LfU fortführt. Die Natura 2000-Flächen sind digitalisiert am LfU verfügbar. Die Biotopkartierung und die daraus ermittelbaren 13d-Flächen sind im LfU digital verfügbar (Durchgang 1985-1995 und für einige Landkreise auch nach 1996). Die Datenlage der anderen Teilindikatoren ist noch heterogen und muss weiter verbessert werden. Daten zu „*eigentumsgleich gesicherten Flächen*“ werden voraussichtlich 2004 im erforderlichen Umfang vorliegen. Für die „*vertraglich gesicherten Flächen*“ liegen kontinuierliche Datenreihen seit 1983 vor. Die Digitalisierung der Flächen ist geplant. Eine Verschneidung der „*eigentumsgleich gesicherten Flächen*“ und der „*vertraglich gesicherten Flächen*“ mit den „*gesetzlich geschützten Flächen*“ ist derzeit noch nicht möglich.

**Umweltziele:** Der Indikator hat einen Bezug zu folgenden Zielen, die in Art. 1(2) BayNatSchG sowie in der BayernAgenda genannt sind:

- Schutz der Pflanzen- und Tierarten
- Erhaltung und Entwicklung der biologischen Vielfalt.

**Bewertung:** Der Flächenanteil für Naturschutzziele nimmt ständig zu. Seit 1985 ist ein positiver Trend festzustellen, wobei die „*gesetzlich*

*geschützten Flächen*“ dominieren. Diese zeigen bis 1999 eine kontinuierliche Zunahme, einen deutlichen Sprung gab es im Jahr 2000 mit der Meldung der Natura 2000-Flächen. Insgesamt liegt der Flächenanteil der „*gesetzlich geschützten Flächen*“ bei ca. 9,6 %. Der Anteil der „*eigentumsgleich gesicherten Flächen*“ kann derzeit nur auf ca. 1,0 % geschätzt werden. Die „*vertraglich gesicherten Flächen*“ haben seit 1996 insgesamt leicht zugenommen. Ihr Anteil liegt derzeit bei ca. 0,8 %.

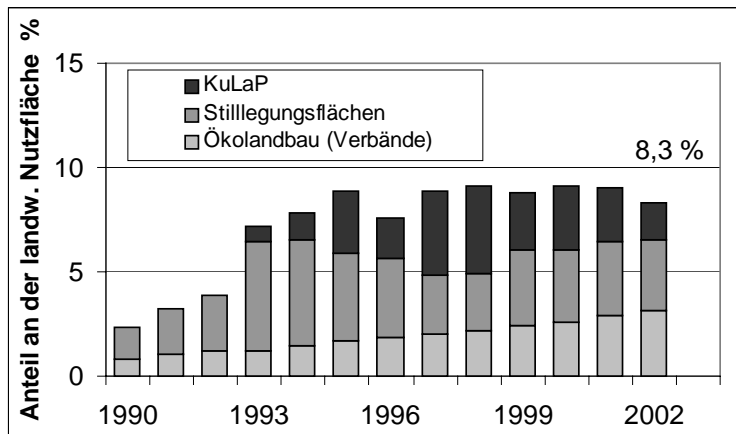
**Weiterentwicklung:** Der Indikator berücksichtigt nicht die Qualität der Flächen, z.B. hinsichtlich des Arteninventars, der Erfüllung der Ziele von Schutzgebietsverordnungen, Natura 2000 - Managementplänen oder des 13d-Status. Für 13d-Flächen muss die Teilflächen-Erfassung geklärt werden. Eine GIS-technische Aufbereitung aller Flächen-Kategorien ist erforderlich. Die dann vollständig mögliche Verschneidung der drei Teilindikatoren „*gesetzlich geschützte Flächen*“, „*eigentumsgleich gesicherte Flächen*“ und „*vertraglich gesicherte Flächen*“ verhindert die derzeit noch teilweise gegebenen Doppelzählungen.

**Regionalisierbarkeit:** Die dem Indikator zugrundeliegenden Daten ermöglichen eine Regionalisierung des Indikators bis auf Kreisebene.

**Länderkompatibilität:** Im Interesse einer bundesweiten Vergleichbarkeit schlägt die LIKI<sup>1</sup> ausgewählte streng geschützte Gebiete des Naturschutzes nach BNatSchG (Naturschutzgebiete, Kern- und Pflegezonen von Nationalparks und Biosphärenreservate) als Kernindikator vor. Diese wurden hier berücksichtigt und um weitere für Bayern bedeutende Flächen für Naturschutzziele ergänzt.

<sup>1</sup> Länder-Initiative Kern-Indikatoren (LIKI) – Stand 30.09.2004

# Naturschonende Landwirtschaft



## Problem- / Vorsorgefeld

- Verluste an Arten und Lebensgemeinschaften
- Strukturveränderungen Boden / Wasser
- Anreicherung persistenter Stoffe im Boden / Lebewesen

## Regionalisierbarkeit

ja, für Ökolandbau jedoch nur mit großem Aufwand

## Datenlage

jährlich, StMLF  
 Ökolandbau: Flächen der in Bayern anerkannten Verbände  
 künftig auch darstellbar: Flächen nach der EG-Öko-VO

## Bewertung

- Starke Schwankungen bei KuLaP- und Stilllegungsflächen, u.a. abhängig von Marktgegebenheiten
- Beständige Zunahme der Fläche des Ökolandbaus, d.h. positiver Trend

## ANTEIL DER FLÄCHEN MIT NATURSCHONENDER NUTZUNG AN DER LANDWIRTSCHAFTLICH GENUTZTEN FLÄCHE - [%]

**Problem-/Vorsorgefeld:** Die biologische Vielfalt der Arten und Lebensgemeinschaften ist durch eine stetige und großflächige Intensivierung der Landwirtschaft bedroht. Eingesetzte persistente Stoffe (z.B. Schwermetalle) verteilen sich ubiquitär, reichern sich auf Dauer im Boden und in Lebewesen an und können so in die Nahrungskette gelangen. Eine Eutrophierung der Gewässer hat Folgen für die aquatischen Lebensräume. Zu hohe Nitratgehalte im Trinkwasser, die auf Stickstoffeinträge durch Düngung zurückzuführen sind, können die menschliche Gesundheit beeinträchtigen. Mit dem Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen können unklare Risiken, insbesondere für die Artenvielfalt, verbunden sein.

Durch landwirtschaftliche Bewirtschaftungsformen, die sich durch eine weitestgehend naturschonende Nutzung auszeichnen, können vielfältige Belastungsfaktoren vermindert werden.

**Definition:** Der Indikator gibt den Anteil [%] der Flächen mit naturschonenden Bewirtschaftungsformen an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) an.

Folgende Bewirtschaftungsformen sind berücksichtigt:

- *Ökolandbau* (Kriterien der in Bayern anerkannten Verbände),
- *Kulturlandschaftsprogramm* (KuLaP); folgende ausgewählte Programmteile:
  - Verzicht auf jegliche Düngung und Pflanzenschutzmittel,
  - extensive Weidenutzung durch Schafe oder Ziegen,
  - Schnittzeitpunkt-Auflagen,
  - Mahd von Steilhangbereichen, Behirtung,
  - langfristige Bereitstellung von Flächen für agrarökologische Zwecke,



- Umwandlung von Acker in Grünland (seit 2001),
  - umweltschonende Ackernutzung in gewässersensiblen Bereichen (seit 2001).
- *Stilllegungsflächen* (ohne nachwachsende Rohstoffe).

**Funktionaler Zusammenhang:** Der Indikator ist der MÖN-Kategorie *Aktivitäten /Land- und Forstwirtschaft* zugeordnet. Analog dem DPSIR-Typisierungsschema handelt es sich um einen *Maßnahmenindikator*.

Durch die vom Indikator erfassten naturschonenden Landbewirtschaftungsformen werden vielfältige Belastungsfaktoren vermindert. Eine Minderung der *Stoffeinträge* durch Pestizide und Mineraldünger führt zu einer Entlastung von *Böden, Wasser und Biota*, zur Stabilisierung und Verbesserung des Zustandes der Umweltmedien und einer Minderung der Folgen für Ökosysteme und die Gesundheit. Durch naturschonende Landbewirtschaftungsformen werden nachteilige *Strukturveränderungen* für Böden, Gewässer und die Vegetation vermieden und damit die Lebensräume vieler Arten und Lebensgemeinschaften aufgewertet. Dies hat positive Folgen für die biologische und die naturräumliche Vielfalt.

**Datenlage:** Sämtliche Daten für den Indikator werden beim StMLF zentral erhoben und jährlich aktualisiert. Die Fortführung ist grundsätzlich möglich.

Die Datenqualität für *Ökolandbau* ist sehr gut, da mehrere Prüfverfahren und Kontrollstellen die Betriebe prüfen. Die Daten sind seit 1973 verfügbar. Es liegen den Hektarangaben die Flurkarten und Grundbücher zugrunde, d.h. sie sind durch das Genauigkeitsniveau der Flurkarten im Maßstab 1:5.000 bedingt. Die Qualitätssicherung erfolgt über die Ökolandbau-Verbände „Bioland“, „Naturland“, „Demeter Bayern“ und „Biokreis Ostbayern“ und dem Kontrollsystem der EG-Öko-VO. Bei *KuLaP* und *Stilllegungsflächen* basieren die Flächenabgrenzungen i. d. R. auf Katastererhebungen im Maßstab 1:5.000 der Flurkarten. Die Ämter für Landwirtschaft kontrollieren die Umsetzung der *KuLaP*-Programmteile. Teilweise existierende Datenlücken im *KuLaP* sind durch Änderungen in der Verordnung bedingt.

**Umweltziele:** Der Indikator hat einen Bezug zu folgenden im BayNatSchG und in der Bayern-Agenda 21 genannten Zielen: Schutz der historisch gewachsenen Artenvielfalt, Erhaltung der biologischen Vielfalt, Erhaltung und Entwicklung der bayerischen Kulturlandschaften sowie Erhaltung der Eigenart und Vielfalt der Naturräume.

**Bewertung:** Die Bewertung des Indikators beginnt mit dem Jahr 1993, da geeignete *KuLaP*-Daten erst von da an verfügbar sind. Die statistische Trendanalyse bezieht sich auch zukünftig immer auf die letzten 10 Jahre.

Der Indikator zeigt insgesamt eine indifferente Entwicklung. Beim Teil-Indikator *Ökolandbau* hat sich die Fläche ständig erhöht. *KuLaP* und *Stilllegungsflächen* unterliegen dagegen starken Schwankungen, die u.a. von den Agrarmarktgegebenheiten abhängen.

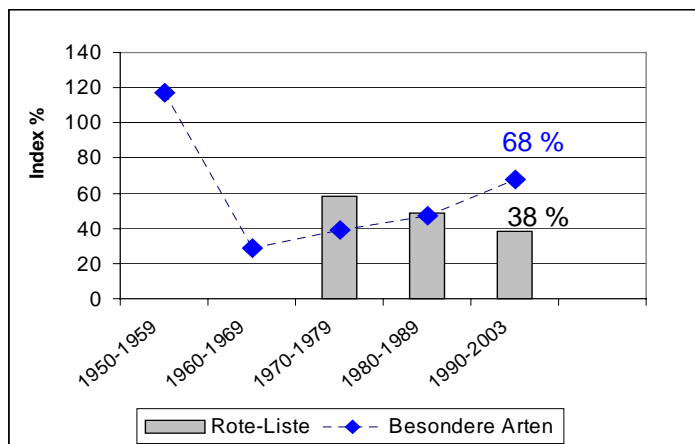
**Weiterentwicklung:** Die Qualität der Flächen im Hinblick auf das Arteninventar und auf die Erfüllung naturschutzfachlicher Ziele sollte zukünftig einbezogen werden. Eine Weiterentwicklung zur Einbeziehung der naturschonenden Waldbewirtschaftung sollte erfolgen.

**Regionalisierbarkeit:** *KuLaP* und *Stilllegungsflächen* erlauben grundsätzlich eine Regionalisierung. Die Daten zum *Ökolandbau* sind nur mit großem Aufwand regionalisierbar.

**Länderkompatibilität:** Im Interesse einer bundesweiten Vergleichbarkeit schlägt die LIKI<sup>1</sup> „Ökologische Landwirtschaft“ nach EG-Öko-VO 2092/91 als Kernindikator vor. Der bayer. Indikator legt die strengeren Kriterien der in Bayern anerkannten Verbände zugrunde und ergänzt landesspezifische bedeutende Flächen für eine naturschonende Landwirtschaft. Daten nach EG-Öko-VO liegen für Bayern ab 1994 vor (z.B. 2002: 3,5 %).

<sup>1</sup> Länder-Initiative Kern-Indikatoren (LIKI) – Stand 30.09.2004

# Artengefährdung



## Problem- / Vorsorgefeld

Verluste an Arten und Lebensgemeinschaften

## Regionalisierbarkeit

Nein, Indikator ist nur landesweit sinnvoll

## Datenlage

- Rote Liste (Pflanzen/Tiere): LfU, derzeit ca. 10-jährig; für ausgewählte Gruppen kürzere Abstände vorgesehen
- Besondere Tier- und Pflanzenarten: LfU, z.T. jährlich
- Entwicklungsbedarf: Erweiterung der Erhebungen für „Besondere Arten“

## Bewertung

- Der Anteil ungefährdeter Arten in der der „Roten Liste“ nimmt ab
- Verbesserung der Situation bei den „Besonderen Arten“ durch die eingeleiteten Schutzmaßnahmen

## ROTE-LISTE-ARTEN UND BESTANDSENTWICKLUNG BESONDERER TIER- UND PFLANZENARTEN - [INDEX]

**Problem-/Vorsorgefeld:** Die Gefährdung der Vielfalt an Arten und Lebensgemeinschaften ist ein globales Problem, das sich teilweise bis in das 19. Jahrhundert zurückverfolgen lässt. So ist ein Bestandsrückgang von sensibel auf Umweltveränderungen reagierenden Arten und solchen mit großen und komplexen Lebensraumsprüchen, bis hin zum Aussterben, deutschlandweit und auch in Bayern festzustellen. Auch Arten, die an eine starke natürliche Dynamik oder an kulturell geprägte, extensiv genutzte Lebensräume angepasst sind, gingen in ihrem Bestand zurück. Zudem zeigt sich ein großflächiger Ausfall einzelner charakteristischer Arten in spezifischen Lebensräumen (Verarmung von Zönosen).

**Definition:** Der Indikator besteht aus zwei Teilindikatoren: Der Teilindikator „Rote-Liste-Arten“ zeigt das Ergebnis einer Bilanzierung der Pflanzen- bzw. Tierarten der Roten Liste Bayerns. Er gibt den prozentualen Anteil der

ungefährdeten Arten der Höheren Pflanzen, Wirbeltiere, Weichtiere, Ameisen, Heuschrecken und Libellen wieder. Für diesen Teilindikator wurde bisher kein quantitativer Zielwert festgelegt.

Im Teilindikator „Besondere Tier- und Pflanzenarten“ wird eine Bestandsgröße von Tier- und Pflanzenarten in Relation zum Zielwert 100 % [Index] im Bezugsjahr 2010 beschrieben. Dies erfolgt artabhängig als bayerischer Gesamtbestand oder als Häufigkeit auf ausgewählten Probeflächen oder als Rasterfrequenz, d.h. dem Verhältnis der Anzahl von einer Art besiedelter Rasterfelder (z.B. topografischer Karten) zur Anzahl aller Rasterfelder in Bayern. Aus einem Pool von über 60 Arten, für die entweder in Bayern ein Artenhilfsprogramm existiert oder die in Anhang II der FFH-Richtlinie genannt werden, wurden 33 Arten ausgewählt. Damit werden sowohl die Aspekte „Artenhilfsprogramme“ und „FFH-Arten“ als

auch verschiedene in Bayern relevante Lebensraumtypen sowie alle Landesteile berücksichtigt. Die Auswahl beschränkt sich dabei auf Arten, die mit vertretbarem Aufwand erhebbar sind und für die Bayern eine besondere Verantwortung hat. In die erste Ausbaustufe wurden 17 Arten aufgenommen. Der Zielwert wurde durch eine strukturierte Expertenbefragung nach der Delphi-Technik (Vögel) sowie die Abfrage einzelner Artexperten (übrige Arten) ermittelt.

**Funktionaler Zusammenhang:** Der Indikator ist dem MÖN-Kapitel *Umweltmedien /Biota* zugeordnet. Analog dem DPSIR-Typisierungsschema handelt es sich um einen *Zustandsindikator*.

Gefährdete Pflanzen- und Tierarten reagieren auf Veränderungen verschiedener Habitatfaktoren, die sich in erster Linie aus der spezifischen Lebensraum- und Landschaftsausprägung ergeben. Solche Veränderungen der Umweltmedien *Boden, Gewässer* und *Biota* mit Lebensraumfunktion, sind einerseits auf *stoffliche* Belastungsfaktoren (z.B. Eutrophierung) zurückzuführen. Andererseits beeinträchtigen *Strukturveränderungen* (z.B. Intensivierung der Grünlandnutzung, Aufgabe der Nutzung von Streuwiesen und Magerrasen, Grundwasserabsenkung in Mooren, Zerschneidung) aber auch Störungen (z.B. Verkehrs- und Freizeitlärm) die Lebensräume. Ursächlich für die genannten Belastungsfaktoren sind im besonderen Maße die Sektoren *Land- und Forstwirtschaft, Verkehr* sowie *Haushalte*.

**Datenlage:** Die „Roten Listen“ werden federführend durch das LfU derzeit ca. im 10-jährigen Abstand erstellt. Kürzere Zeiträume für ausgewählte Gruppen sind vorgesehen. Für einige der „Besonderen Arten“ hat das LfU Monitoring-Programme in Auftrag gegeben, aus denen z.T. jährlich Daten gewonnen werden können. Im Sinne einer stringenter Indikatorbildung ist teilweise eine Neuorientierung und Ergänzung dieser Untersuchungen erforderlich.

**Umweltziele:** Beide Teilindikatoren „Rote-Liste-Arten“ und „Besondere Tier- und Pflanzenarten“ haben einen Bezug zu folgenden im

BayNatSchG und der Bayern-Agenda 21 genannten Zielen:

- Schutz der Pflanzen- und Tierarten,
- Erhaltung der biologischen Vielfalt.

**Bewertung:** Die „Roten Listen“ spiegeln deutlich die in den letzten Jahrzehnten überwiegend negative Entwicklung der Arten wieder. Bei diesem Teilindikator drückt sich dies in einer Abnahme des Anteils ungefährdeter Arten (entsprechend einer Zunahme des Anteils gefährdeter Arten) aus. Bei den „Besonderen Arten“ ist eine Verbesserung der Situation erkennbar, was überwiegend auf die eingeleiteten Schutzmaßnahmen zurückzuführen sein dürfte. Allerdings werden bei manchen Arten die verschiedenen Ansätze zur Verbesserung der Bestandssituation durch andere Faktoren (z.B. Eutrophierung, Klima) überlagert.

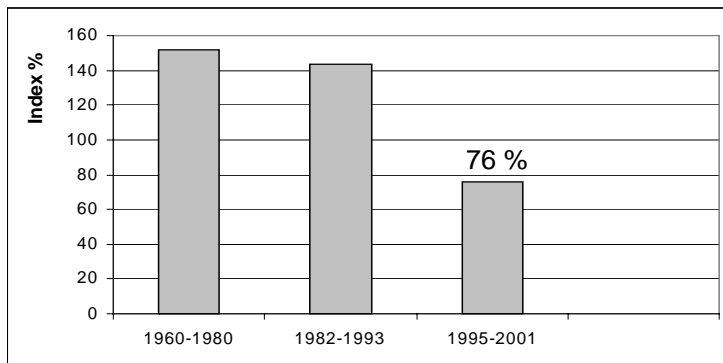
**Weiterentwicklung:** Zur Weiterentwicklung des Teilindikators „Besondere Arten“ sind detaillierte Datenerhebungen für 16 zusätzliche Arten erforderlich.

**Regionalisierbarkeit:** Da regionale „Rote Listen“ nur für sehr wenige Tiergruppen bzw. für Pflanzen vorliegen und die gefährdeten Arten aus einem Artenkorb verschiedener Lebensraumtypen und Landesteile Bayerns gebildet werden, ist eine Auswertung nur landesweit sinnvoll.

**Länderkompatibilität:** Die LIKI<sup>1</sup> schlägt bisher keinen derartigen Indikator vor. Der Indikator „Artengefährdung“ ist jedoch eine naturschutzfachlich wichtige Ergänzung des Kernindikators „Repräsentative Arten“ im Hinblick auf bereits gefährdete Tier- und Pflanzenarten. Die Rote Liste wird in vergleichbarer Form in allen anderen Bundesländern geführt.

<sup>1</sup> Länder-Initiative Kern-Indikatoren (LIKI) – Stand 30.09.2004

# Repräsentative Arten



Vögel der Agrarlandschaft  
Vögel der strukturreichen  
Landschaft, Wiesenbrüter

Vögel der Siedlungen  
Vögel der Gewässer

Waldvögel

## Problem- / Vorsorgefeld

- Verluste an Arten und Lebensgemeinschaften
- Degradation von Ökosystemen
- Anreicherung persistenter Stoffe

## Regionalisierbarkeit

ggf. möglich bezogen auf  
Naturräume

## Datenlage

- LfU, teilweise jährliche Daten seit 1979
- Entwicklungsbedarf: Ausbau des indikatorbezogenen Monitoringprogramms

## Bewertung

- seit Anfang der 1960er Jahre ging die mittlere Siedlungsdichte der Vögel der Normallandschaft etwa auf die Hälfte zurück
- dies gilt nicht für Waldvogelarten: hier gleichbleibende bis leichte Bestandszunahme (grün), aber verstärkt z.B. für Vögel der Agrarlandschaft (rot);

## ARTENVIELFALT DER NORMALLANDSCHAFT - BESTANDSENTWICKLUNG REPRÄSENTATIVER VOGELARTEN - [INDEX]

**Problem-/Vorsorgefeld:** Die Artenvielfalt der Normallandschaft ist durch eine stetige und großflächige Intensivierung menschlicher Nutzung bedroht. Dazu gehören die Verbauung von Gewässern, Eingriffe in die Vegetation, die Degradation des Bodens und andere Strukturveränderungen sowie die Intensivierung der Landwirtschaft. Auch die ökotoxische Wirkung von Stoffen beeinträchtigt die Artenvielfalt.

**Definition:** Der Indikator beschreibt die Bestandsentwicklung von 61 ausgewählten Vogelarten in verschiedenen Lebensraumtypen durch einen Index. Beispiele sind für Wälder der Mittelspecht, für Agrarlandschaften die Feldlerche, für strukturreiche Landschaften die Dorngrasmücke, für Siedlungen der Gartenrotschwanz, für grünlanddominierte Landschaften das Braunkehlchen und für Gewässer der Hauentaucher. Hierzu wurde zunächst eine struk-

turierte Expertenbefragung nach der Delphi-Methode<sup>1</sup> durchgeführt, bei der für jede Vogelart eine für das gewählte Bezugsjahr 2010 angestrebte Bestandsgröße ermittelt wurde. Aktuell oder früher erhobene Bestände ergeben in Relation zum Zielwert für jede Vogelart einen prozentualen Einzelindex. Der als Indikator dargestellte Index ist der arithmetische Mittelwert der so ermittelten Einzelindices.

**Funktionaler Zusammenhang:** Der Indikator ist dem MÖN-Kapitel *Umweltmedien/Biota* zugeordnet. Analog dem DPSIR-Typisierungsschema handelt es sich um einen *Zustandsindikator*.

Er beschreibt die Reaktion von Arten der Normallandschaft auf verschiedene Belastungsfaktoren. Die im Indikator gewählten Vogelarten

<sup>1</sup> Standardmethode der empirischen Sozialforschung

reagieren auf Veränderungen von Habitatfaktoren, welche in erster Linie durch die spezifischen Lebensraum- und Landschaftsausprägungen definiert sind. Solche Veränderungen der Umweltmedien *Boden*, *Gewässer* und *Biota* mit Lebensraumfunktion, sind einerseits auf *Strukturveränderungen* (z.B. intensive Grünlandnutzung, Zerschneidung) zurückzuführen. Andererseits sind *stoffliche* Belastungsfaktoren (z.B. Pestizide, persistente Stoffe mit ökotoxischer Wirkung) von Bedeutung. Ursächlich für die genannten Belastungsfaktoren sind im besonderen Maße die Sektoren *Verkehr*, *Land- und Forstwirtschaft* sowie *Haushalte* (Siedlungsbau, Freizeitverhalten).

**Datenlage:** Derzeit beruht der Indikator auf der Auswertung der umfangreichen Literaturangaben zur Siedlungsdichte bayerischer Brutvögel. Künftig soll der Indikator durch die erweiterte Einrichtung von Probeflächen stärker standardisiert werden.

**Umweltziele:** Der Indikator hat einen Bezug zu den qualitativen Zielen „keine weitere Verschlechterung“ bzw. „Verbesserung der Bestandssituation“, die sich aus den im Bay-NatSchG und in der Bayern-Agenda 21 spezifizierten, naturschutzfachlichen Zielen „Schutz der Pflanzen- und Tierarten“ und „Erhaltung der biologischen Vielfalt“ ableiten lassen.

**Bewertung:** Seit Anfang der 1960er Jahre ging der Bestand der für die Lebensräume repräsentativen Vogelarten auf etwa die Hälfte zurück. So liegt der Index für den Zeitraum 1995-2001 bei etwa 76 %. Je nach Lebensraumtyp deuten sich unterschiedliche Entwicklungen an. Während Waldvogelarten sogar eine gleichbleibende bis leichte Bestandszunahme zeigen (grünes Feld), sind Vögel in Siedlungen und Gewässern i.d.R. gleichbleibend bis leicht abnehmend (gelbes Feld). Vögel der Agrarlandschaft, der strukturreichen Landschaft und Wiesenbrüter verzeichnen überwiegend deutliche oder leichte Bestandsverluste (rotes Feld).

**Weiterentwicklung:** Für den Indikator muss zukünftig noch die Lage von zusätzlichen Untersuchungsflächen festgelegt werden.

**Regionalisierbarkeit:** Eine naturraumbezogene Auswertung für den Indikator ist denkbar, wenn

die Anzahl der Probeflächen im jeweiligen Naturraum ausreicht.

**Länderkompatibilität:** Die LIKI<sup>2</sup> schlägt „Repräsentative Arten“ als Kernindikator vor. Im Interesse einer bundesweiten Vergleichbarkeit wurde unter Mitwirkung des LfU an der Harmonisierung der Methodik gearbeitet. Die zu berücksichtigenden Arten sollen länderspezifisch ausgewählt werden.

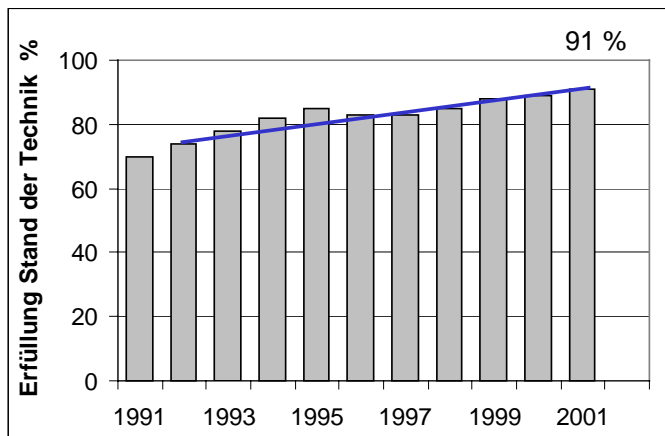
---

<sup>2</sup> Länder-Initiative Kern-Indikatoren (LIKI) – Stand 30.09.2004



# Ökosysteme

# Abwasserbeschaffenheit



## Problem- / Vorsorgefeld

- Beeinträchtigungen aquatischer Ökosysteme durch Stoffeinträge
- Eutrophierung und Versauerung
- Anreicherung persistenter Stoffe
- Badegewässerverschmutzung

## Regionalisierbarkeit

- Bezug zu Verwaltungseinheiten und Flussgebieten Bayerns ist gegeben. Eine sehr gute Regionalisierung ist möglich.

## Datenlage

LfW, jährlich

## Bewertung

- Die Reinigungsleistung der Abwasseranlagen in Bayern (Grad der Erfüllung des Standes der Technik) hat ein hohes Niveau. Der Trend ist positiv.
- Bestandssicherung, Erweiterung und Anpassung von einzelnen Anlagen an den Stand der Technik sind noch erforderlich.

## ABWASSEREINLEITUNGEN IN OBERFLÄCHENGEWÄSSER - ERFÜLLUNG DES STANDES DER TECHNIK GEMÄß § 7a WASSERHAUSHALTSGESETZ (WHG) BZW. ABWASSERVERORDNUNG (AbwV) - [%]

**Problem-/Vorsorgefeld:** Die Lebensraumfunktionen der Gewässer werden durch punktuelle und diffuse Stoffeinträge beeinträchtigt. Diese führen z.B. zu Sauerstoffzehrungs-, Eutrophierungs- und Versauerungsprozessen oder haben ökotoxische Wirkungen auf Lebewesen. Die Folgen für die aquatischen Ökosysteme sind z.B. Artenverschiebungen und der Verlust an biologischer Vielfalt. Toxische und persistente Stoffe in Abwässern von Industrie und Gewerbe können in Gewässerkompartimenten (z.B. Sedimenten) sowie der Nahrungskette akkumulieren und damit Folgen für aquatische Ökosysteme und die menschliche Gesundheit haben. Eine Nutzung der Gewässer als Badegewässer wird durch mikrobielle Belastungen eingeschränkt.

**Definition:** Der Indikator ist ein Maß dafür, inwieweit die punktuellen Einleitungen in Ge-

wässer aus kommunalen Kläranlagen sowie (ab 2005) der industriell/gewerblichen Direkteinleitungen bereits den Stand der Technik gemäß § 7a WHG erfüllen. Es werden alle Parameter der AbwV berücksichtigt, soweit sie für die jeweilige Einleitung relevant sind. Der Indikator wird als Quotient aus Summe der positiven Bewertungen und der Summe aller Bewertungen ermittelt und als Anteil [%] angegeben. Die Bewertung bezieht sich auf die einzelnen Anforderungsparameter einer Einleitung. Es wird jährlich erhoben.

**Funktionaler Zusammenhang:** Der Indikator ist dem MÖN-Kapitel *Aktivitäten / Ver- und Entsorgung/ Abwasserentsorgung* zugeordnet. Analog dem DPSIR-Typisierungsschema handelt es sich um einen *Antriebsindikator*, der die Erfolge von *Maßnahmen* anzeigt.



Abwassereinleitungen, zumeist durch kommunale Kläranlagen und direkt einleitende Industrie- und Gewerbebetriebe sind eine wichtige messbare Größe einer Schadstoffbetrachtung. Die Erfüllung des Standes der Technik ist ein Maß für die in die Gewässer eingeleiteten Schadstoffe. Sie ist so das entscheidende Kriterium für die weitere Verminderung von Schadstoffeinträgen und damit Grundlage für die weitere Verbesserung des Gewässerzustandes (auch im Hinblick auf die Zielsetzungen der EU-WRRL).

Handlungsbedarf besteht z. T. bei den Nährstoffen Stickstoff und Phosphor. Außerdem ist auf die Reduzierung von gefährlichen Stoffen sowie sonstigen Schwermetallen und organischen Verbindungen zu achten.

**Datenlage:** Die Ausgangsdaten sind in der zentralen Datenbank des LfW enthalten. Sie liegen bei kommunalen Kläranlagen seit über 10 Jahren vor. Bei Industrie/Gewerbe sind Messergebnisse vorhanden, eine systematische Bewertung war auf Grund der unvollständigen Bezugsdatenlage (Anforderungswerte) bisher nicht möglich. Ab 2005 können diese Daten mit der neuen INFO-Was Fachanwendung Abwasser/Emissionen (UDIS-BY) miterhoben werden.

Derzeit ist die Situation der kommunalen Einleitungen dargestellt. Die Erstellung des Indikators für alle Einleitungen wird erstmals für das Jahr 2005 möglich sein.

Aufgrund der laufenden Aktualisierung im Rahmen der amtlichen Überwachung der Abwassereinleitungen durch die WWA (Grundlage für wasser- und abwasserabgaberechtlichen Vollzug) und der regelmäßigen stichprobenartigen Kontrolle bzw. vergleichenden Auswertung durch das LfW, besitzt die Datensammlung eine hohe Qualität und Aktualität.

**Umweltziele:** Abwassereinleitungen in Gewässer unterliegen der wasserrechtlichen Erlaubnispflicht. Dem Erlaubnisbescheid werden mindestens Anforderungen nach dem Stand der Technik gemäß § 7 a WHG zugrundegelegt, die in der Abwasserverordnung (AbwV) mit ihren Anhängen konkretisiert sind.

Anforderungen aus relevanten EU-Richtlinien werden darin berücksichtigt (z.B. Richtlinie

91/271/EWG über die Behandlung von kommunalem Abwasser, Richtlinie 76/464/EWG „gefährliche Stoffe“ mit Tochterrichtlinien, IVU-Richtlinie 96/61/EG).

Die EU-Richtlinien enthalten neben den Qualitätszielen für die Einleitungen auch Zeitziele zur Erreichung dieser Anforderungen. Die Kommunalabwasser-Richtlinie nennt für empfindliche Gebiete den 31. Dez. 1998 und für alle Anlagen ab 2000 EW den 31. Dez. 2005. Diese Anforderungen wurden bisher termingemäß erfüllt. Die IVU-Richtlinie setzt für die betroffenen Anlagen eine Frist, die durch die bayerische IVU-Verordnung mit dem Okt. 2007 umgesetzt wird. Der Indikator dient der Dokumentation der Erfolge bei der Reduzierung der punktuellen Emissionen.

**Bewertung:** Die Reinigungsleistung der Abwasseranlagen in Bayern hat einen hohen Stand, der Trend ist positiv. Bestandssicherung, Erweiterung und teilweise Maßnahmen zur Anpassung von einzelnen Anlagen an den Stand der Technik sind in Zukunft noch erforderlich.

**Weiterentwicklung:** Ein Bezug zu den tatsächlichen (z.T. strengeren) Bescheidsanforderungen bzw. zu Wertschöpfung / Bruttosozialprodukt wäre denkbar.

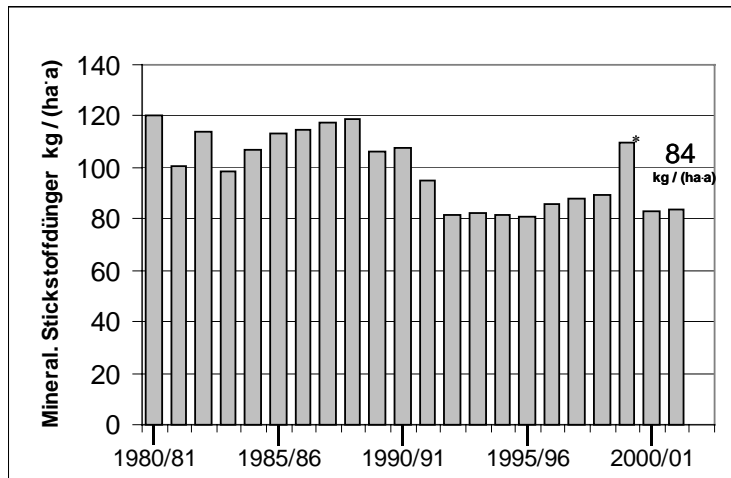
**Regionalisierbarkeit:** Die Datenbank enthält Bezüge zu Verwaltungseinheiten (z.B. Regierung, Landkreis) und Flussgebieten Bayerns. Eine sehr gute Regionalisierung ist damit gegeben.

**Länderkompatibilität:** Der Indikator wird im Kernindikatorensatz der LIKI<sup>1</sup> nicht geführt.

---

<sup>1</sup> Länder-Initiative Kern-Indikatoren (LIKI) – Stand 30.09.2004

# Düngemiteleinsatz



## Problem- / Vorsorgefeld

- Beeinträchtigungen aquatischer Ökosysteme durch Stoffeinträge
- Eutrophierung
- Trinkwasserqualität

## Regionalisierbarkeit

Die bestehende Datenlage lässt keine räumliche Differenzierung zu.

## Datenlage

StMLF, jährlich  
(Agrarbericht erscheint zweijährlich)

## Bewertung

- Der Einsatz von mineralischem Stickstoffdünger nahm von 1988/89 bis 1992/93 deutlich ab.
- Im Bewertungszeitraum der letzten 10 Jahre kein Trend. Er scheint bei ca. 80-85 kg/ha zu stagnieren.
- \*) Nachdüngung wegen hoher Niederschläge

## EINSATZ VON MINERALISCHEM STICKSTOFFDÜNGER IN DER LANDWIRTSCHAFT - [kg / (ha·a)]

**Problem-/Vorsorgefeld:** Die Lebensraumfunktionen der Gewässer werden durch Nährstoffeinträge beeinträchtigt. Diese Eutrophierung hat Folgen für die aquatischen Ökosysteme, z.B. Artenverschiebungen und den Verlust an biologischer Vielfalt.

Das Trinkwasser stammt in Bayern zum überwiegenden Teil aus Grundwasservorkommen. Da die menschliche Gesundheit durch zu hohe Nitratgehalte<sup>1</sup> im Trinkwasser beeinträchtigt werden könnte, werden umfangreiche Kontrollen und Maßnahmen zur Einhaltung der gesetzlichen Qualitätsstandards (vgl. Trinkwasser-Verordnung) getroffen.

**Definition:** Der Indikator zeigt den durchschnittlichen jährlichen Einsatz von mineralischem Stickstoffdünger in kg pro Hektar landwirtschaftlich genutzter Flächen im jeweiligen Wirtschaftsjahr in Bayern [kg/(ha·a)].

**Funktionaler Zusammenhang:** Der Düngemiteleinsatz ist dem MÖN-Kapitel *Belastungsfaktoren /Stoffe/ Einsatzstoffe* zugeordnet. Analog dem DPSIR- Typisierungsschema handelt es sich dabei um einen *Belastungsindikator*.

Mineralischer Stickstoffdünger wird bei der landwirtschaftlichen Bodennutzung als Einsatzstoff verwendet. Der Düngemiteleinsatz ist ein Maß für die Intensität der landwirtschaftlichen Düngung. Bilanzüberschüsse der landwirtschaftlichen Düngung können flächenhaft direkt oder über das Grundwasser auch in oberirdische Gewässer gelangen, wo sie zu Eutrophierungserscheinungen führen können.

<sup>1</sup> aus Nitrat kann sich im Körper Nitrit bilden, das besonders für Säuglinge gefährlich werden kann. Nitrit begünstigt zudem die Bildung von Nitrosaminen, die im Verdacht stehen, eine krebserregende und erbgutverändernde Wirkung zu haben.

Wegen der Transportwirkung des Wassers kann sich dies auch weit entfernt (z.B. in Seen oder Meeren) auswirken.

**Datenlage:** Die Datenverfügbarkeit ist über die Statistik (Agrarbericht des StMLF) gegeben. Die Datenqualität ist bei Kontinuität zur bisherigen Darstellung gut. Daten liegen seit 1938 vor, dargestellt sind die letzten 20 Jahre.

**Umweltziele:** Ein konkreter Zielwert wird nicht angegeben. Fachliches Ziel ist ein weiteres Absinken.

**Bewertung:** Der Mineraldüngerverbrauch nahm von 1988/89 bis 1992/93 sowohl hinsichtlich der absoluten Menge als auch bezogen auf die landwirtschaftliche Fläche deutlich ab. Er scheint jetzt bei etwa 80-85 kg/ha zu stagnieren und zeigt keinen Trend. Bewertungsgrundlage ist die Entwicklung der letzten 10 Jahre.

**Weiterentwicklung:** Als zielführender, reaktionsnäherer und kommunikationsfähiger Indikator böte sich der potenzielle Austrag von Stickstoffverbindungen aus landwirtschaftlich genutzten Böden ins Grundwasser an, zumal da heute einzelbetriebliche N-Bilanzen ohnehin vorgeschrieben sind. Hinreichend genaue Daten zur Erhebung des „Stickstoff-Überschuss je Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche“ dürften bayernweit erst in einigen Jahren zu gewinnen sein. Bis dieser neue Indikator hinreichend bewertungssicher entwickelt ist, wird ersatzweise der bereits im bestehenden System vorhandene Indikator „Düngemiteleinsetzung“ weiter verwendet.

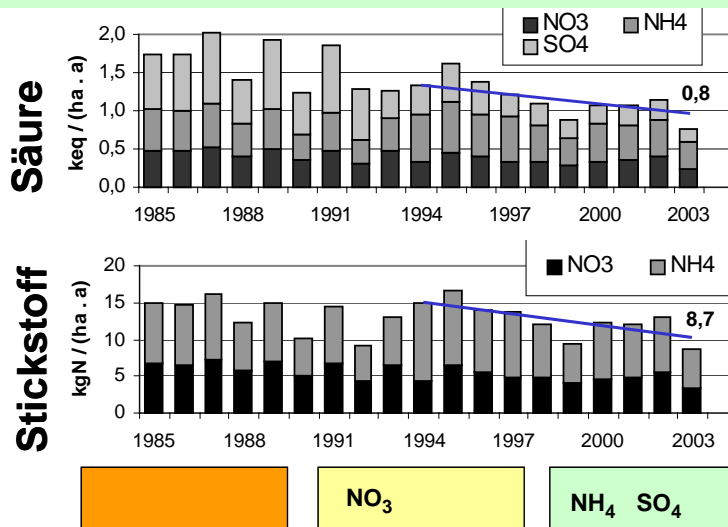
**Regionalisierbarkeit:** Die bestehende Datenlage (Agrarbericht) lässt keine Aussagen über eine räumliche Differenzierung des Indikators zu. Regionale Bewertungen sind nach Einführung des Indikators „Stickstoff-Überschuss“ denkbar.

**Länderkompatibilität:** Der Indikator wird in internationalen Indikatorensystemen (EU, OECD) verwendet. Die LIKI<sup>2</sup> favorisiert als Indikator den o.g. „Stickstoff-Überschuss“ und empfiehlt dessen weitere Entwicklung.

---

<sup>2</sup> Länder-Initiative Kern-Indikatoren (LIKI) – Stand 30.09.2004

# Säure- und Stickstoffeintrag



**Problem- / Vorsorgefeld**  
Eutrophierung und Versauerung

**Regionalisierbarkeit**  
Großräumig (NW-, NO-, Mittel-, SW-, SO-Bayern)

**Datenlage**  
LfU, jährlich

**Bewertung**

- Säure- und Stickstoffeintrag nehmen in den letzten 10 Jahren signifikant ab; ebenso die Einzeleinträge für NH<sub>4</sub> und SO<sub>4</sub>; NO<sub>3</sub>: indifferent
- Unterschreitung der Belastungsgrenzen bisher noch nicht erreicht.
- Weitere Maßnahmen zur Emissionsminderung notwendig.

## SÄURE- UND STICKSTOFFEINTRAG IN NATURNAHE WALDFREIE ÖKOSYSTEME AUS DER ATMOSPHERE [keq/(ha·a)] UND [kgN/(ha·a)]

**Problem-/Vorsorgefeld:** Ein Überangebot an Nähr- und säurebildenden Stoffen führt zu Veränderungen chemischer und biologischer Bodenparameter, die die Vegetation beeinflussen und zu Veränderungen stickstoff- und säureempfindlicher Ökosysteme führen können.

**Definition:** Es werden die Stickstoff- und Säureeinträge auf naturnahe waldfreie Flächen dargestellt. Die *Stickstoffeinträge* setzen sich aus dem im gesammelten Niederschlagswasser löslichen Nitrat (NO<sub>3</sub>)- und Ammonium (NH<sub>4</sub>)-Stickstoff zusammen [kgN/(ha·a)]. Die *Säureeinträge* werden über die gelösten Sulfat(SO<sub>4</sub>-), NH<sub>4</sub>- und NO<sub>3</sub>-mengen bestimmt, errechnet als potenzieller Säureeintrag der nassen Deposition ohne Berücksichtigung basischer Anteile [keq/(ha·a)]. Die Deposition ist hier definiert als der nasse und trockene Niederschlag, der mit offenen Bulk-Sammlern erfassbar ist. Sie stellt

damit nur einen Teil der Gesamt-Deposition dar, feuchte Deposition (z.B. Nebel) und Teile der trockenen Deposition (z.B. Schwebstaub) sind nicht berücksichtigt. Basis für die mittleren Jahressummen sind Daten von derzeit 9 naturnahen waldfreien Standorten.

**Funktionaler Zusammenhang:** Der Indikator ist den MÖN-Kapiteln *Umweltmedien / Boden* und *Wasser* zugeordnet. Analog dem DPSIR-Typisierungsschema handelt es sich um einen *Zustandsindikator*. Er beschreibt Stoffeinträge aus der Atmosphäre in die genannten Medien. Die Einträge werden durch die *Belastungsfaktoren / Stoffe - Abgase, Einsatzstoffe* (z.B. *Stickstoffoxide, Schwefeldioxid, Gülle, Düngemittel*) beeinflusst, die überwiegend von den *Aktivitäten Landwirtschaft, Industrie* und *Verkehr* stammen. *Folgen* sind die Eutrophierung und Versauerung von *Ökosystemen*. Der Prozess der Eutrophie-

rung ist auf die Einträge von Ammonium und Nitrat zurückzuführen. Ammonium entsteht aus Ammoniak, das z.B. als Folge der Tierhaltung (Gülle) freigesetzt wird. Nitrat wird in der Atmosphäre aus Stickstoffoxid-Emissionen verschiedener Quellen, vor allem des Kfz-Verkehrs, gebildet und gelangt außerdem nach Ausbringung in Düngemitteln durch Prozesse der Bodenerosion in den atmosphärischen Kreislauf. Eutrophierung bewirkt, dass Pflanzen, die nur auf nährstoffarmen Standorten konkurrenzfähig sind, von nitrophilen Arten verdrängt werden. Biotope wie Magerrasen und Moore mit ihren einmaligen Pflanzen- und Tiergesellschaften, aber auch Wasser- und Klimaschutzfunktionen, sind gefährdet. Die versauernd wirkenden Komponenten sind Sulfat, Ammonium und Nitrat. Schwefeldioxid als Vorstufe von Sulfat stammt überwiegend aus der Verbrennung fossiler Energieträger. Die schädlichen Veränderungen in Böden durch Versauerung betreffen deren chemische Eigenschaften und Mikrofauna. Auswirkungen sind Schäden an der vorhandenen Vegetation und Folgen analog zur Eutrophierung.

**Datenlage:** Die Daten werden vom LfU an Standorten des bayernweiten Depositions-Messnetzes jährlich erhoben.

**Umweltziele:** Die Minderungsziele orientieren sich am „Critical-Loads-Konzept“ nach UBA/UN-ECE. Die Critical Loads stellen die Belastungsgrenzen dar. Sie liegen für empfindliche, unbewaldete Flächen in Bayern überwiegend zwischen 5 und 10 kgN/(ha·a), vereinzelt unter 5 kgN/(ha·a) bzw. bei 0,5 keq Säure/(ha·a), z.T. auch darunter. Als vorrangiges Ziel sollten die Gesamteinträge 10 kgN/(ha·a) und 0,5 keq/(ha·a) unterschreiten, langfristig sind Einträge unter 5 kgN/(ha·a) und eine weitere Reduzierung der Säureeinträge anzustreben. Die Unterschreitung dieser Werte durch die hier beschriebene Teil-Deposition ist nur eine Mindestforderung.

**Bewertung:** Die Bewertung orientiert sich an den Critical-Load-Werten und dem 10-Jahres-Trend der Einträge. Früher erhobene Daten werden für die Trendanalyse außer Acht gelassen. Damit wird eine ständige Aktualisierung des Trends und eine Erfolgskontrolle umweltpolitischer Maßnahmen möglich. Die Trends

der einzelnen Komponenten Ammonium, Nitrat und Sulfat sind den Einträgen im roten, gelben und grünen Feld zu entnehmen. Steht die Komponente im roten Feld, ist der Einzeltrend ansteigend, im gelben, so ist der Verlauf indifferent, im grünen, so ist der Einzeltrend abnehmend.

Die Einträge von Säure und Stickstoff nehmen im 10-jährigen Bewertungszeitraum (1994–2003) signifikant ab, liegen aber noch über den o.g. Belastungsgrenzen. Dies wird überwiegend von SO<sub>4</sub> und (im geringeren Maße) auch von NH<sub>4</sub> bewirkt. Der Einzeltrend für NO<sub>3</sub> ist dagegen indifferent. Maßnahmen zur weiteren Emissionsminderung sind notwendig.

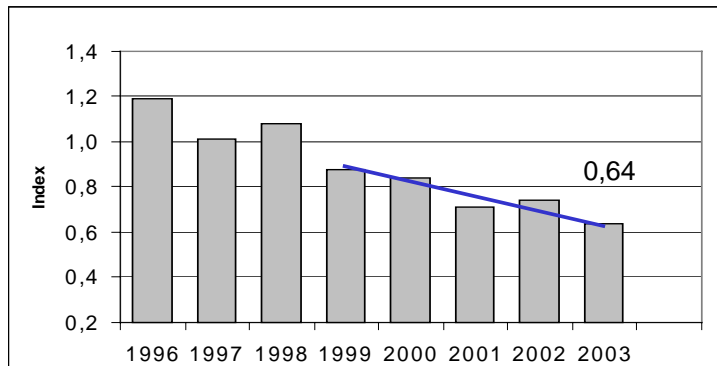
**Weiterentwicklung:** Die Zielwerte stammen aus der Literatur und Kartierungen Bayerns. Die Erhebung empfindlicher Ökosysteme und die Bestimmung ihrer Critical Loads sollten vervollständigt werden. Die Jahressummen basieren derzeit auf 9 LfU-Messpunkten, diese sollten mit Daten anderer Behörden (z.B. LfW) abgeglichen und ggf. ergänzt werden. Die Belastung der Waldökosysteme muss in den Indikator einbezogen und hierzu die Depositionsdaten im Baumbestand entsprechend ergänzt werden.

**Regionalisierbarkeit:** Eine Regionalisierung der Aussagen ist derzeit nur großräumig möglich (NW-, NO-, Mittel-, SW-, SO-Bayern). Bei Verdichtung der Datenerhebung wären auch kleinräumigere Aussagen möglich.

**Länderkompatibilität:** Die LIKI<sup>1</sup> sieht einen Bedarf an einem länderübergreifenden Kernindikator zum Problemfeld Eutrophierung / Versauerung und schlägt hierfür „Säure- und Stickstoffeintrag“ vor. Ausgehend von diesem Indikator sollen die Entwicklungsarbeiten weitergeführt und dabei das Critical-Loads-Konzept des UBA berücksichtigt werden.

<sup>1</sup> Länder-Initiative Kern-Indikatoren (LIKI) – Stand 30.09.2004

# Schwermetalleintrag



Al Cd Co Cr Cu Fe  
Mn Ni Pb Ti Zn

As Sb V

## Problem- / Vorsorgefelder

- Eintrag und Anreicherung persistenter Stoffe in die Umweltmedien Wasser, Boden und Biota
- Risiken für Ökosysteme und menschliche Gesundheit (Vorsorge)

## Regionalisierbarkeit

Großräumig (NW-, NO-, Mittel-, SW-, SO-Bayern)

## Datenlage

LfU, jährlich

## Bewertung

- Der Schwermetallindex nimmt in den letzten 5 Jahren signifikant ab.
- Einzelindices für As, Sb und V nehmen ab (grün), die anderen Schwermetalle zeigen derzeit einen indifferenten Verlauf (gelb); kein Einzelindex steigt an (rot)

## SCHWERMETALLEINTRAG IN NATURNAHE WALDFREIE ÖKOSYSTEME AUS DER ATMOSPÄRE - [INDEX]

**Problem- und Vorsorgefeld:** Da sich nur persistente Stoffe auf Dauer in der Umwelt anreichern und ubiquitär verteilen, ist Persistenz ein zentrales Beurteilungskriterium für die Ökotoxizität von Stoffen (Vorsorge).

**Definition:** Ein Stoff ist persistent, wenn er gegenüber allen Abbauprozessen widersteht oder nicht oder nur sehr langsam aus den natürlichen Stoffkreisläufen eliminiert wird. Persistente Stoffe können in zwei Gruppen unterteilt werden: persistente organische Schadstoffe (POPs: *persistant organic pollutants*) und Metalle einschl. bestimmter Verbindungen. Der Metalleintrag in die Umwelt kann mit verhältnismäßig einfachen Methoden bestimmt werden, für POPs liegen keine vergleichbaren Erfassungssysteme vor. Deshalb beschränkt sich der Indikator derzeit auf Metalle. Der Index ist das arithmetische Mittel der Einzelementindi-

zes, errechnet aus den Eintrags-Schwellenwerten (obere statistische Begrenzung des Hintergrundeintrags) der Metalle Al, As, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sb, Ti, V, Zn. Die Einzelementindizes beziehen sich auf die mittleren Element-Schwellenwerte des Fünfjahreszeitraums 1996-2000 (Index = 1). Datenbasis sind Werte der Gesamtdosition aus der Atmosphäre (nass und staubförmig, in  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ , Messverfahren nach Bergerhoff, VDI 2119/2), gemessen auf Freiflächen, die nicht unmittelbar durch Emittenten beeinträchtigt sind. Die Ergebnisse sind damit auf naturnahe waldfreie Ökosysteme übertragbar.

**Funktionaler Zusammenhang:** Der Indikator ist den MÖN-Kapiteln *Umweltmedien / Wasser, Boden und Biota* zugeordnet. Analog dem DPSIR-Typisierungsschema handelt es sich um einen *Zustandsindikator*. Der Indikator wird

durch den *Belastungsfaktor Stoffe* in Abgasemissionen beeinflusst. Diese werden bei verschiedenen *Aktivitäten* in *Industrie* und *Gewerbe*, der *Ver- und Entsorgung*, dem *Verkehr* aber auch durch die *Haushalte* in die Umwelt freigesetzt. Oft sind Verbrennungsprozesse und Abrieb (z.B. Bremsbeläge) ursächlich. Metall-Emissionen gelangen in metallischer Form oder als chemische Verbindungen, teilweise auch gasförmig (Quecksilber), in die Atmosphäre. Sie sind meist an Aerosole gebunden. Je nach Partikelgröße werden sie unterschiedlich weit vom Emissionsort wegtransportiert. Sedimentation und nasse Niederschläge führen zur Deposition der Metalle und zur Anreicherung in terrestrischen und aquatischen Lebensräumen. Sie können sich in biotischen Matrices anreichern und physiologische Prozesse stören. Ihre Folgen sind Wirkungen auf Ökosysteme. Über die Nahrungskette können Risiken für die Gesundheit des Menschen entstehen.

**Datenlage:** Die Daten werden vom LfU an den immissionsökologischen Dauerbeobachtungsstationen (DBS) erhoben. Die 6 DBS in Bayern spiegeln für ihre jeweilige Region die Immissionssituation „im Hintergrund“ wider. Die Daten werden in vierwöchigem Abstand erhoben und jährlich zusammengefasst.

**Umweltziele:** Quantifizierte Umweltziele i.S. ökologischer Belastungsgrenzen, z.B. nach dem Konzept der Critical Loads & Levels, gibt es derzeit nicht. Dieser Ansatz wird aktuell beim Umweltbundesamt (siehe UBA-FB 297 73-011) diskutiert. Im Hinblick auf evtl. ökotoxische Kombinationswirkungen der Komponenten und deren Langzeitwirkung (= Vorsorgegedanke) ist hier als Ziel die Vermeidung eines Anstiegs des Schwermetallindex definiert. Akute Schadwirkungen sind bei den derzeitigen Hintergrund-Einträgen nicht bekannt.

**Bewertung:** Die Bewertung orientiert sich derzeit noch am Trend der letzten 5 Erhebungsjahre, da Daten für einen 10-Jahres-Trend nicht vorliegen. Früher erhobene Daten werden zukünftig zwar dargestellt, aber für die Trendanalyse außer Acht gelassen. Damit wird eine ständige Aktualisierung des Trends und eine Erfolgskontrolle umweltpolitischer Maßnahmen möglich. Die zeitliche Entwicklung der Indizes der einzelnen Elemente ist den Einträ-

gen im roten, gelben und grünen Feld zu entnehmen: rot = Einzeltrend ansteigend, gelb = indifferenter Verlauf, grün = Einzeltrend abnehmend. Die Bewertung ist insgesamt positiv, da der Gesamtindex signifikant abnimmt. Einzelindices für As, Sb und V nehmen ab (grün), die anderen Schwermetalle zeigen derzeit einen indifferenteren Verlauf (gelb). Kein Einzelindex steigt an (rot).

**Weiterentwicklung:** Ergänzend zu den Metallen sollten zukünftig auch POPs bei der Indexberechnung berücksichtigt werden. Außerdem sollte der Indikator wegen der besonderen Depositions- und Akkumulationsverhältnisse mit Indizes zu Waldökosystemen ergänzt werden. Für Ökosysteme und menschliche Gesundheit sind außerdem die Einträge von POPs auf bewirtschafteten Flächen (Forst- und Landwirtschaft, z.B. Pestizidausbringung, schwermetallhaltiger Mineraldünger) von erheblicher Bedeutung. Dafür ist die Entwicklung eigener Teilindikatoren notwendig.

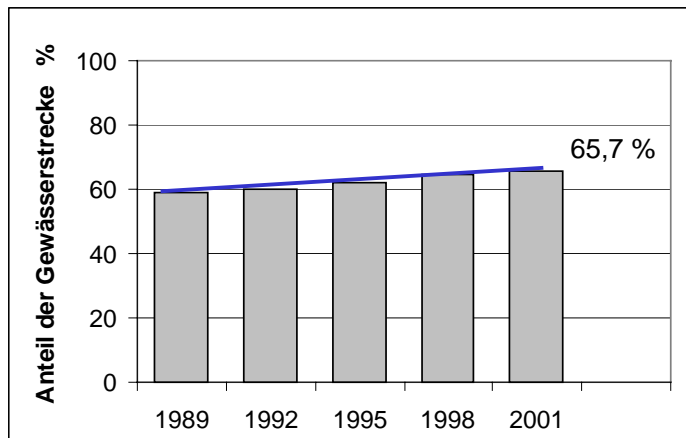
**Regionalisierbarkeit:** Eine Regionalisierung der Aussagen ist bei der derzeitigen Messnetzdichte nur großräumig möglich (NW-, NO-, Mittel-, SW-, SO-Bayern). Bei Verdichtung der Datenerhebung wären auch kleinräumigere Aussagen möglich.

**Länderkompatibilität:** Die LIKI<sup>1</sup> sieht Bedarf an einem abgestimmten länderübergreifenden Kernindikator „Schwermetalleintrag“. Ausgehend vom hier dargestellten Indikator sollten die Entwicklungsarbeiten weitergeführt werden.

---

<sup>2</sup> Länder-Initiative Kern-Indikatoren (LIKI) – Stand 30.09.2004

# Gewässergüte



## Problem- / Vorsorgefeld

- Beeinträchtigung der Ökosysteme durch Stoffeinträge und Abwärme
- Eutrophierung und Versauerung

## Regionalisierbarkeit

ja, unter Berücksichtigung von Gewässertypen (vgl. Bewertung)

## Datenlage

LfW, jährlich

## Bewertung

- Der Anteil der Fließgewässer in Güteklasse II oder besser steigt in Bayern weiter: Er liegt im Jahr 2001 bei fast zwei Dritteln; 1973 lag er bei lediglich 50 % des Gewässernetzes
- Güteklassen I und I-II dominieren im alpinen und voralpinen Raum, dem Bayerischen Wald und Frankenwald, Klasse II südlich der Donau und östlich der Regnitz. Im Keuper westlich der Regnitz überwiegt Klasse II-III.

## BIOLOGISCHE GEWÄSSERGÜTE (TEIL SAPROBIE) – ANTEIL DER FLIEßGEWÄSSER MIT DEN GÜTEKLASSEN "UNBELASTET" BIS "MÄßIG BELASTET" - [%]

**Problem-/Vorsorgefeld:** Die Lebensraumfunktionen der Gewässer werden durch Stoffeinträge und Abwärme beeinträchtigt. Diese führen insbesondere zu Eutrophierungsprozessen, zu Sauerstoffzehrung und können auch ökotoxische Wirkungen auf Lebewesen haben. Die Folgen für die aquatischen Ökosysteme sind z.B. Artenverschiebungen und der Verlust an biologischer Vielfalt.

**Definition:** Die biologische Gewässergüte (nach dem Saprobienystem) gibt Auskunft über die Beschaffenheit der Fließgewässer, d.h. die Belastung mit biologisch abbaubaren organischen Substanzen. An den Probenahmestellen wird das Vorkommen ausgewählter Gewässerorganismen erfasst und über die Häufigkeit der vorhandenen Arten und spezifische Saprobiewerte ein Saprobienindex ermittelt. In Zusammenschau mit den physiografischen Verhältnis-

sen wird dann die Zuordnung zu einer Gewässergüteklasse getroffen. Es gibt die Einteilung von I bis IV mit drei Zwischenstufen, also 7 Güteklassen. Angegeben wird der Anteil [%] der Güteklassen I, I-II und II der Fließgewässer („unbelastet bis sehr gering belastet“, „gering belastet“ und „mäßig belastet“). Die prozentuale Angabe ist bezogen auf die Gesamtlänge der Fließgewässer.

**Funktionaler Zusammenhang:** Die Gewässergüte ist dem MÖN-Kapitel *Umweltmedien /Wasser/Fließgewässer* zugeordnet. Analog dem DPSIR-Typisierungsschema handelt es sich hierbei um einen *Zustandsindikator*.

Die Gewässerbeschaffenheit wird durch Stoff-, Abwasser- und Abwärmeeinträge in die Gewässer beeinflusst. Die Einträge in Fließgewässer werden durch die unterschiedlichsten



anthropogenen Aktivitäten verursacht. Beispiele hierfür sind die Einleitungen aus kommunalen oder industriellen Kläranlagen. Relevante Abwärmeeinträge verursacht z.B. die Energiewirtschaft bei Kühlprozessen. Nährstoffeinträge in Fließgewässer erfolgen über punktuelle und diffuse Quellen.

**Datenlage:** Die biologischen Untersuchungen werden jährlich an den ca. 100 Hauptmessstellen des Landesmessnetzes "Fließgewässerbeschaffenheit" durchgeführt. Diese Untersuchungen werden in mehrjährigen Abständen durch biologische Kartierungen, die auch an den kleineren Fließgewässern durchgeführt werden, ergänzt. Die Daten werden seit etwa 1970, seit 1989 in dreijährigem Turnus, erhoben und in der Gewässergütekarte "Saprobie" dargestellt.

**Umweltziele:** Fachliches Ziel ist eine Erhöhung des Anteils der Fließgewässer mit den Güteklassen I, I-II oder II (unbelastet bis sehr gering belastet, gering belastet und mäßig belastet) von einer Erhebung zur nächsten. Die Fortschritte werden alle drei Jahre in der Gewässergütekarte Bayern dokumentiert.

**Bewertung:** Der Anteil der Fließgewässer mit der Güteklasse II oder besser stieg in Bayern seit 1973 kontinuierlich und auch seit 1998 weiter an. Im Jahr 2001 lag er bei 65,7 %, während er im Jahr 1973 bei lediglich 50 % des Gewässernetzes lag. Die Bewertung wird anhand der Veränderung bei den dreijährlichen, landesweiten Bestandsaufnahmen getroffen.

**Weiterentwicklung:** Der Indikator „Gewässergüte“ ist seit Jahren allgemein bekannt und gut kommunizierbar. Er zeigt heute zahlenmäßig rückläufige Handlungsschwerpunkte auf, da die Zielvorgaben in weiten Bereichen erreicht sind. Durch die weitgehende abwassertechnische Sanierung ist die Belastung vieler Fließgewässer mit organischen Stoffen stark zurückgegangen. Dadurch treten oft andere Einflussfaktoren auf die Gewässer in den Vordergrund. Die diffuse stoffliche Belastung der Gewässer, insbesondere durch Nährstoffe, hat für die Gewässergütebeurteilung eine zunehmende Bedeutung erlangt. Der im Vergleich zu den natürlichen Verhältnissen erhöhte Nährstoffeintrag äußert sich in einer Eutrophierung der

Gewässer, aus der ein verstärktes Pflanzenwachstum resultiert; besonders langsam fließende Gewässer sind hiervon betroffen. Seit einigen Jahren wird daher auch die Trophie mittels geeigneter pflanzlicher Indikatoren erhoben, um die Nährstoffsituation der Fließgewässer ebenfalls zu erfassen. Der „Trophiezustand“ könnte auch als Indikator herangezogen werden.

Der ökologische und der chemische Zustand der Fließgewässer nach EU-WRRL können künftig zielorientierte und gut kommunizierbare Indikatoren darstellen, allerdings ist mit einer ersten Bewertung gemäß EU-WRRL erst ab dem Jahr 2006 zu rechnen. Der Zustand der Ökosysteme "oberirdische Gewässer" setzt sich aus biologischen, physikalisch-chemischen und hydromorphologischen Komponenten zusammen.

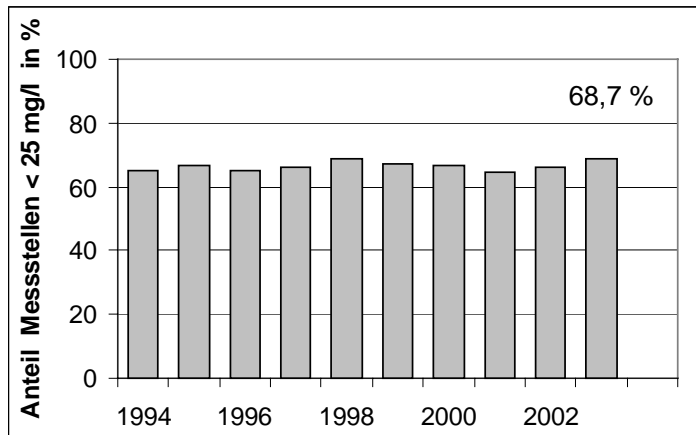
**Regionalisierbarkeit:** Der Indikator ist unter Berücksichtigung des jeweiligen Gewässertyps regionalisierbar. Der Anteil an Fließgewässern der Güteklassen I sowie I-II ist besonders im alpinen und voralpinen Raum sowie im Bayerischen Wald und Frankenwald hoch. Die Güteklasse II stellt die dominierende Güteklasse südlich der Donau und östlich der Regnitz dar. Bei den oft langsam fließenden Gewässern der wasserarmen Regionen des Keupers westlich der Regnitz dominiert hingegen Güteklasse II-III (kritisch belastet).

**Länderkompatibilität:** Die LIKI<sup>1</sup> hat die „Gewässergüte“ als Kernindikator vorgeschlagen. Das Erhebungsverfahren ist bundesweit abgestimmt. Ein Vergleich mit anderen Bundesländern ist trotz methodischer Unterschiede grundsätzlich möglich.

---

<sup>1</sup> Länder-Initiative Kern-Indikatoren (LIKI) – Stand 30.09.2004

# Nitrat im Grundwasser



## Problem- / Vorsorgefeld

- Beeinträchtigungen aquatischer Ökosysteme durch Stoffeinträge
- Eutrophierung
- Trinkwasserqualität

## Regionalisierbarkeit

ja, z.B. nach Klima, Bodenbeschaffenheit und Landnutzung (vgl. Bewertung)

## Datenlage

LfW, jährlich

## Bewertung

- Indifferente Entwicklung im Bewertungszeitraum (10 Jahre)
- Der regenreiche Süden mit seiner verbreiteten Grünlandwirtschaft ist weniger betroffen, als Nordbayern mit leichten, flachgründigen Böden.

## NITRAT IM GRUNDWASSER - ANTEIL DER MESSSTELLEN IM EUA-MESSNETZ MIT $\text{NO}_3 < 25 \text{ mg/l}$ - [%]

**Problem-/Vorsorgefeld:** Die Lebensraumfunktionen der Gewässer werden durch Nährstoffeinträge beeinträchtigt. Diese Eutrophierung hat Folgen für die aquatischen Ökosysteme, z.B. Artenverschiebungen und den Verlust an biologischer Vielfalt.

Das Trinkwasser stammt in Bayern zum überwiegenden Teil aus Grundwasservorkommen. Da die menschliche Gesundheit durch zu hohe Nitratgehalte<sup>1</sup> im Trinkwasser beeinträchtigt werden könnte, werden umfangreiche Kontroll-

len und Maßnahmen zur Einhaltung der gesetzlichen Qualitätsstandards (vgl. Trinkwasserverordnung) getroffen.

Geringer Niederschlag hat nachteilige Folgen, weil das nitrathaltige Bodenwasser nur wenig verdünnt wird. Wenn gleichzeitig leichte oder flachgründige Böden vorhanden sind, ist die Situation ungünstiger. Nordbayerische Gebiete sind deshalb stärker betroffen als der regenreiche Süden mit seiner verbreiteten Grünlandwirtschaft. Allerdings ist keine Region von der Nitratbelastung völlig verschont.

**Definition:** Das EUA-Messnetz (EUA: Europäische Umweltagentur) umfasst einen Teil der Messstellen des Landesmessnetzes Grundwasserbeschaffenheit. Für eine Gruppe von 147

<sup>1</sup> Aus Nitrat kann sich im Körper Nitrit bilden, das besonders für Säuglinge gefährlich werden kann. Nitrit begünstigt die Bildung von Nitrosaminen, die im Verdacht stehen, eine krebserregende und erbgutverändernde Wirkung zu haben.

Messstellen des EUA-Messnetzes, für die über 10 Jahre jährliche Messwerte vorliegen, wird der Anteil [%] mit einem mittleren Nitratgehalt unter 25 mg/l angegeben.

**Funktionaler Zusammenhang:** Die Nitratbelastung des Grundwassers ist dem MÖN-Kapitel *Umweltmedien / Wasser/ Grundwasser* zugeordnet. Analog dem DPSIR-Typisierungsschema handelt es sich hierbei um einen *Zustandsindikator*.

Überhöhte Nitratgehalte im Grundwasser stammen - neben Freisetzen nach Grünlandumbruch, Rodungen und Kahlschlägen - aus Stoffeinträgen insbesondere der landwirtschaftlichen Bodennutzung (z.B. Stickstoffdünger). Oberflächennahe, belüftete Grundwässer weisen natürliche Nitratgehalte von meist 10 bis 15 mg im Liter auf. Bei Nitratgehalten über 25 mg im Liter ist jedenfalls von stärkeren anthropogenen Einflüssen auszugehen. Die *Nitratbelastung des Grundwassers* ist damit ein Indikator für anthropogene Einflüsse auf das Grundwasser.

Nitrat gelangt über das Grundwasser auch in oberirdische Gewässer, wo es zu Eutrophierungserscheinungen führen kann. Wegen der Transportwirkung des Wassers kann sich dies auch weit entfernt (z.B. in Seen oder Meeren) auswirken.

**Datenlage:** Die Daten werden mindestens 2 mal pro Jahr von der Wasserwirtschaftsverwaltung erhoben. Die Datenerhebung ist auch zukünftig gesichert.

**Umweltziele:** Ab 25 mg Nitrat im Liter Grundwasser ist von einer stärkeren anthropogenen Beeinflussung auszugehen. Umweltziel ist eine weitergehende Reduzierung des Nitratgehalts im Grundwasser.

**Bewertung:** Die Bewertung erfolgt anhand einer Trendanalyse über 10 Jahre. Die Werte werden von den jährlichen Unterschieden der Grundwasserneubildung erheblich mit geprägt, so dass eine Trendaussage erst bei längerfristig deutlichen Veränderungen möglich ist. Der Anteil an Messstellen mit Nitratwerten von weniger als 25 mg/l schwankt um einen Wert von ca. 67 %.

**Weiterentwicklung:** Beim Grundwasser sind Zustandsindikatoren wie die Belastung mit Nitrat erforderlich, um die langfristige Entwicklung des Systems zu dokumentieren. Wegen der trägen Reaktion des Grundwassers sind sie für eine zeitnahe Steuerung der Ursachen aber nicht geeignet. Hier müssen deshalb ergänzend Belastungsindikatoren (vgl. Düngemiteleinsatz) verwendet werden.

Anhand der mittlerweile obligatorischen Aufzeichnungen der Landwirtschaftsbetriebe sollte sich in den nächsten Jahren ein Indikator „Stickstoffüberschuss je Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche“ entwickeln lassen.

**Regionalisierbarkeit:** Der Indikator kann bei Berücksichtigung von Klima, Bodenbeschaffenheit und Landnutzung, regionalisiert werden.

**Länderkompatibilität:** Die LIKI<sup>2</sup> hat den „Nitratgehalt des Grundwassers“ als Kernindikator vorgeschlagen. Im Interesse einer bundesweiten Vergleichbarkeit wurden auch hierfür die EUA-Messstellen als Datengrundlage festgelegt. Ergänzend wird noch der Anteil der Messstellen mit einem mittleren Nitratgehalt unter 50 mg/l angegeben.

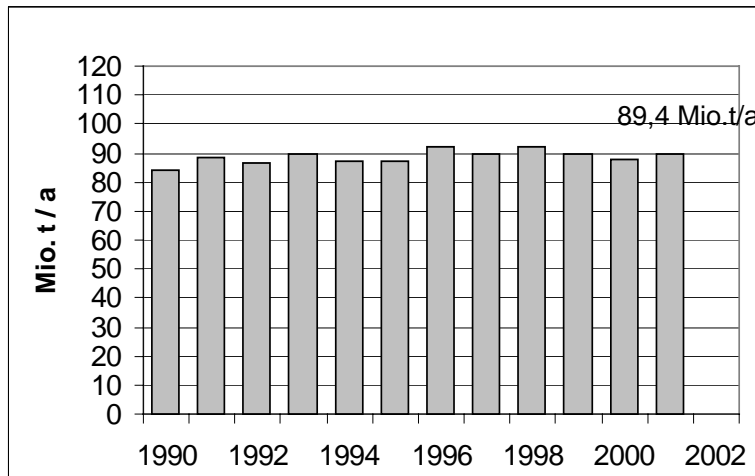
---

<sup>2</sup> Länder-Initiative Kern-Indikatoren (LIKI) – Stand 30.09.2004



# Klima und Gesundheit

# Kohlendioxidemissionen



## Problem- / Vorsorgefeld

anthropogene Klimaveränderungen mit Folgen für Ökosysteme und Wirtschaftsbereiche

## Regionalisierbarkeit

derzeit nicht möglich (Datenlage), jedoch grundsätzlich wünschenswert

## Datenlage

StMWVT, jährlich

## Bewertung

- indifferente Entwicklung im Bewertungszeitraum
- weitere Maßnahmen aus Vorsorgegründen erforderlich

## ENERGIEBEDINGTE KOHLENDIOXIDEMISSIONEN

[Mio. t /a]

**Problem-/Vorsorgefeld:** Der anthropogen verursachte Treibhauseffekt ist ein globales Problem mit regionalen Verursachern und Folgen. Aufgrund des Anstieges der Konzentrationen der 6 Treibhausgase (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, H-FKW, FKW, SF<sub>6</sub>) in der Atmosphäre wird ein Temperaturanstieg zwischen 1,4 und 5,8 K bis zum Jahr 2100, ein Anstieg der Meeresspiegel zwischen 10 und 90 cm, eine Veränderung der globalen und regionalen Niederschläge sowie ein Zunahme extremer Wetterereignisse vorhergesagt<sup>1</sup>. Die Klimaänderungen haben Auswirkungen auf die Ökosysteme sowie wirtschaftliche und soziale Folgen.

**Definition:** Die jährlichen energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen in Bayern werden aus den Energieverbrauchsdaten mit Hilfe von spezifi-

schen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren berechnet. Das Berechnungsverfahren (Quellenbilanz) erfolgt gemäß einer Vereinbarung des Länderarbeitskreises „Energiebilanzen“ und ist nachvollziehbar dokumentiert. Die hierbei verwendeten CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren wurden vom Umweltbundesamt für die einzelnen Energieträger einheitlich festgelegt.

**Funktionaler Zusammenhang:** Die CO<sub>2</sub>-Emissionen sind dem MÖN-Kapitel *Belastungsfaktoren/ Stoffe/ Abgase* zugeordnet. Analog zum DPSIR-Typisierungsschema handelt es sich um einen *Belastungsindikator*.

Die in Bayern jährlich emittierten CO<sub>2</sub>-Mengen haben an den weltweiten Emissionen nur einen Anteil von < 0,5 %, so dass hier ein quantifizierbarer Zusammenhang zum Problemfeld Klimaänderung nicht besteht. Aus steigenden oder sinkenden bayerischen CO<sub>2</sub>-Emissionen

<sup>1</sup> 3. Sachstandsbericht des „Intergovernmental Panel on Climate Change“ (IPCC), 2001

sind demnach keine Rückschlüsse auf tatsächliche Klimaveränderungen möglich. Im weltweiten Maßstab tragen die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen gemessen an den Treibhausgasen jedoch mit über 50 % den größten Anteil zum anthropogenen Treibhauseffekt bei. Für Bayern weist ein entsprechender Anteil von ca. 87 % auf die Schlüsselfunktion von Kohlendioxid hin. Dessen Minderung in Bayern muss aus Vorsorgegründen erfolgen. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Bayern stammen von den Sektoren Verkehr (37 %), Haushalte und Kleinverbraucher (33 %), Energiewirtschaft (18 %) und Industrie (12%)<sup>2</sup>.

**Datenlage:** Die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen werden aus den Energieverbrauchsdaten mit Hilfe von spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren vom LfStaD berechnet. Die Verbrauchsdaten werden vom StMWVT erhoben. Die Daten sind daher in guter Qualität beim LfStaD jährlich verfügbar. Die Datenerhebung ist auch zukünftig gesichert.

**Umweltziele:** Die Bayerische Staatsregierung hat in der Klimaschutz-Strategie das Ziel verabschiedet, die CO<sub>2</sub>-Emissionen auf 80 Mio.t/a bis 2010 zu vermindern.

1992 wurde die Klimarahmenkonvention im Rahmen der Konferenz der Vereinten Nationen für nachhaltige Entwicklung unterzeichnet. Das Umweltqualitätsziel der Klimarahmenkonvention ist die Stabilisierung der Treibhausgase in der Atmosphäre auf einem Niveau, das Störungen des Klimasystems verhindert. Im Jahr 1995 hat sich die Bundesregierung das nationale Klimaschutzziel einer Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 25 % bis zum Jahr 2005 gegenüber 1990 gesetzt. Aus dem Kyoto-Protokoll von 1997 und dem „burden sharing“ der EU-Staaten ergibt sich für Deutschland eine Verpflichtung zur Reduktion der Treibhausgasemissionen (Kyoto-Gase) um 21 % bis zum Zeitraum 2008 - 2012 gegenüber dem Jahr 1990.

**Bewertung:** Die Bewertung erfolgt anhand einer Trendanalyse über 10 Jahre. Die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bewertungszeitraum ist indifferent. Die erkennbaren Schwan-

kungen beruhen im Wesentlichen auf Witterungseinflüssen, Schwankungen der Energiepreise sowie der Konjunktur und dem damit verbundenen unterschiedlichen Energieverbrauch der einzelnen Sektoren. Zur Erreichung des Zieles von 80 Mio. t/a im Jahr 2010 sind weitere Maßnahmen zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen erforderlich.

**Weiterentwicklung:** Alternativ zu den jährlichen Angaben der CO<sub>2</sub>-Emissionen werden in anderen Indikatorensystemen die jährlichen Treibhausgasemissionen (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFKW, FKW, SF<sub>6</sub>) ausgedrückt in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten angegeben. Die Datenlage für diese Emissionen erlaubt es derzeit deutschlandweit nicht, daraus einen Umweltindikator zu bilden. Da Kohlendioxid aber in Bayern mit einem Anteil von ca. 87 % eine Schlüsselfunktion hat, sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen als Belastungsindikator für den anthropogenen Treibhauseffekt derzeit ausreichend.

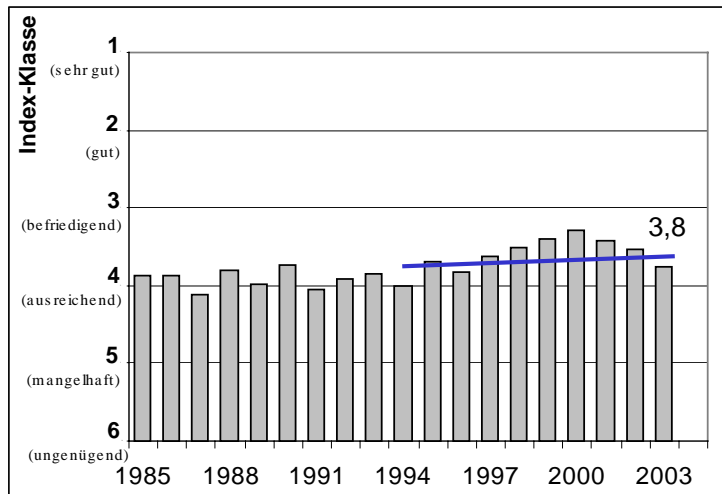
**Regionalisierbarkeit:** Eine Regionalisierung ist grundsätzlich wünschenswert, ist jedoch derzeit mangels Datenverfügbarkeit nicht möglich.

**Länderkompatibilität:** Die LIKI<sup>3</sup> hat „Kohlendioxidemissionen“ als Kernindikator vorgeschlagen. Zum Zweck eines Ländervergleichs ist hierbei ergänzend eine einwohnerbezogene Umrechnung vorgesehen.

<sup>2</sup> Energiebericht Bayern 2001/2002, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie

<sup>3</sup> Länder-Initiative Kern-Indikatoren (LIKI) – Stand 30.09.2004

# Luftqualitätsindex



## Problem- / Vorsorgefeld

- Beeinträchtigung der Gesundheit; Kurzzeitwirkungen der Luftschadstoffe NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub> und PM<sub>10</sub>
- Beeinträchtigung von Ökosystemen; Eutrophierung, Versauerung, bodennahes Ozon

## Regionalisierbarkeit

ja, nach Ballungsgebieten und ländlichen Regionen

## Datenlage

LfU, jährlich

## Bewertung

- leichte Verbesserung der Luftqualität im Bewertungszeitraum (10 Jahre) bzgl. Kurzzeitwirkungen.
- derzeit überwiegend Klasse 3 (befriedigend) und Klasse 4 (ausreichend).

## KURZZEIT-LUFTQUALITÄTSINDEX DER LUFTSCHADSTOFFE NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, UND PM<sub>10</sub> - [INDEX-KLASSE]

**Problem-/Vorsorgefeld:** Bereits kurzzeitige Einwirkungen erhöhter Konzentrationen der im Index berücksichtigten Luftschadstoffe können zu Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit führen. Durch den Transport der Schadstoffe NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> und deren Deposition in empfindlichen, naturnahen Lebensräumen werden dort Versauerungs- und Eutrophierungsprozesse hervorgerufen, die negative Folgen für die Ökosysteme haben können.

**Definition:** Der Kurzzeit-Luftqualitätsindex ist ein aggregierter Indikator, der auf der Basis von Einzelschadstoffmessungen für die Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Kohlenmonoxid (CO), Ozon (O<sub>3</sub>) sowie der Schwebstaubfraktion PM<sub>10</sub> gebildet wird. Die an ausgewählten stationären Messstationen gemessenen Konzentrationen der Schadstoffe werden täglich jeweils in eine von 6 Indexklassen eingruppiert, die an das Schulnotensystem

angelehnt sind. Die Indexklassen sind dabei für jeden der 5 Luftschadstoffe unter Berücksichtigung epidemiologischer und toxikologischer Untersuchungen sowie der in den Tochterrichtlinien zur Luftqualitäts-Rahmenrichtlinie 96/62/EG festgelegten EU-Grenzwerte abgeleitet. Der Kurzzeit-Luftqualitätsindex ist definiert als der höchste Einzelstoff-Indexwert. Als Umweltindikator wird der Jahresmittelwert aus den täglich nach diesem Verfahren ermittelten Luftqualitätsindizes angegeben.

**Funktionaler Zusammenhang:** Der Luftqualitätsindex ist dem MÖN-Kapitel *Umweltmedien / Atmosphäre/ Luftverschmutzung* zugeordnet. Analog zum DPSIR-Typisierungsschema handelt es sich um einen *Zustandsindikator*.

Der Indikator wird durch die Immissionen der Luftschadstoffe NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> beeinflusst. Die Luftqualität in ländlichen Ge-



bieten und in Ballungsräumen sowie Städten wird durch unterschiedliche Schadstoffe bestimmt. In den stark verkehrsbeeinflussten Bereichen der Städte treten aufgrund der Emissionen der Kraftfahrzeuge hohe Stickstoffdioxid- und Schwebstaubbelastungen auf. Dagegen sind in den verkehrsfurtheren ländlichen Regionen die Ozongehalte für die Luftqualität bestimmend. Die Hauptverursacher der vom Luftqualitätsindex erfassten Schadstoffe sind der Straßenverkehr, der Hausbrand, Industrieanlagen sowie die Kraft- und Heizkraftwerke der Energiewirtschaft. Quantifizierte Angaben zu welchen Anteilen einzelne Sektoren die genannten Schadstoffe emittieren sind für Bayern aus dem Emissionskataster verfügbar. Mit Stand 1996 ist der Verkehr der Verursacher für 75 % der NO<sub>x</sub>-Emissionen und für 41 % der PM<sub>10</sub>-Emissionen.

**Datenlage:** Die Daten werden vom LfU durch das Lufthygienische Landesüberwachungssystem Bayern (LÜB) erhoben. Die Daten sind tagesaktuell verfügbar, für den Indikator wird ein Jahreswert ermittelt. Zeitreihen können seit 1985 gebildet werden.

**Umweltziele:** Aus fachlicher Sicht sollte in Bayern durch weitere Maßnahmen zur Luftreinhaltung langfristig eine Verbesserung des Luftqualitätsindex erreicht werden. Das Ziel der Bundesregierung zur Reduzierung der NO<sub>x</sub>-Emissionen um 60 %, der SO<sub>2</sub>-Emissionen um 90 % und der VOC-Emissionen um 69 % bis 2010 auf der Basis von 1990 unterstützt dies.

**Bewertung:** Die Bewertung erfolgt anhand einer Trendanalyse der letzten 10 Jahre. Die Entwicklung zeigt demnach eine leichte Verbesserung der Luftqualität in Bayern bei Berücksichtigung der relevanten Schadstoffe mit Kurzzeitwirkungen<sup>1</sup>. Die zugrunde liegenden Basisdaten machen hierbei besonders auf verkehrsbedingte Immissionen (z.B. PM<sub>10</sub>) in Innenstädten aufmerksam. Jährliche Schwankungen beruhen v.a. auf meteorologischen Einflüssen auf die Ozonwerte im Sommer sowie auf Änderungen der PM<sub>10</sub>-Belastung. Der täglich ermittelte Luftqualitätsindex liegt derzeit überwiegend in den Klassen 3 (befriedigend) und 4 (ausreichend). Zur Erreichung einer besseren

Luftqualität sind weitere Maßnahmen erforderlich (vgl. Luftreinhalteplanung).

**Regionalisierbarkeit:** Eine Regionalisierbarkeit ist grundsätzlich möglich. Da der Luftqualitätsindex in ländlichen Regionen von anderen Schadstoffkomponenten geprägt wird als in Ballungsräumen, könnte eine Unterteilung nach Ballungsraum und ländlichen Regionen vorgenommen werden.

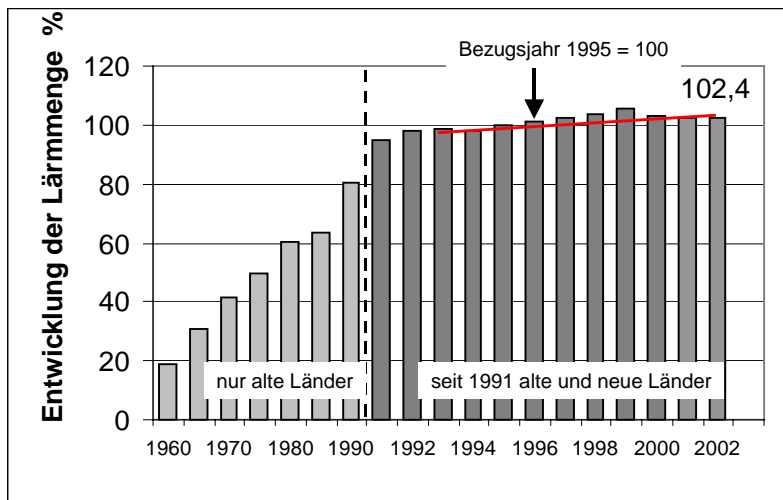
**Weiterentwicklung:** Ergänzend zum Kurzzeit-Luftqualitätsindex wird angestrebt, zukünftig ein Langzeit-Luftqualitätsindex anzugeben. Dieser soll neben den Wirkungen der Luftschadstoffe Stickstoffdioxid, Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid, Ozon, der Schwebstaubfraktion PM<sub>10</sub> auch die kanzerogenen Luftschadstoffe Dieselruß und Benzol bei Langzeitbelastungen berücksichtigen.

**Länderkompatibilität:** Die LIKI<sup>2</sup> favorisiert einen aggregierten Kernindikator zu Beschreibung der Luftgüte (Luftqualitätsindex) unter Einbeziehung der relevanten Luftschadstoffe. In immissionsschutzfachlichen Gremien werden hierzu vorliegende gute Ansätze derzeit beraten.

<sup>1</sup> Langzeitwirkungen: vgl. Kapitel „Weiterentwicklung“

<sup>2</sup> Länder-Initiative Kern-Indikatoren (LIKI) – Stand 30.09.2004

# Straßenverkehrslärm



## Problem- / Vorsorgefeld

Gesundheitsbeeinträchtigungen durch Lärm

## Regionalisierbarkeit

Derzeit werden bundesweit gültige Daten verwendet; mit EU-Richtlinie „Umgebungs-lärm“ ab 2007 möglich

## Datenlage

Bundes-Verkehrsministerium und RLS-90  
jährlich

## Bewertung

- 5-fache Lärmmenge seit 1960; noch signifikante Zunahme durch Straßenverkehrslärm im Bewertungszeitraum (10 Jahre); bisheriger Höchststand 1999, verringerte Werte in den drei Folgejahren
- Leitindikator

## ENTWICKLUNG DER GERÄUSCHBELASTUNG DURCH STRAßENVERKEHR - [%]

**Problem-/Vorsorgefeld:** Das individuelle Bedürfnis nach Mobilität und der Transportbedarf durch die wirtschaftlichen Aktivitäten führen seit Jahrzehnten zu einem stetig wachsenden Verkehrsaufkommen, insbesondere durch Straßenverkehr, und damit zu einer ständig zunehmenden Geräuschbelastung. Die dadurch hervorgerufene Lärmbelastung der Bevölkerung ist von körperlichen Reaktionen, insbesondere von Stressreaktionen, begleitet. Diese können langfristig Gesundheitsschäden verursachen.

Deutschlandweit ist der Straßenverkehr bei weitem der Hauptverursacher der Gesamtlärmbelastung. Dessen Lärmemissionen sind auch in Bayern wesentlich gleichmäßiger als die anderer Lärmquellen über die ganze Fläche verteilt. Diese Lärmbelastung kann also nur sinken, wenn der Straßenverkehrslärm abnimmt. Das bedeutet, dass ein Indikator für den Straßen-

verkehrslärm sehr gut die Veränderung der Lärmbelastung der Bevölkerung in deren Wohnbereich anzeigt und dass er als Leitindikator betrachtet werden kann.

**Definition:** Die Lärmbelastung im Freien hängt ab vom mittleren Emissionsverhalten der Kraftfahrzeuge  $E_i$  und von deren Gesamtfahrleistung  $G_i$ . Beide Größen werden im Indikator miteinander multipliziert. Die relative Höhe der energetischen Geräuschbelastung  $B_i$  bezogen auf das Jahr 1995 (100 %) kann für das Jahr  $i$  durch

$$B_i = \frac{E_i}{E_{1995}} \cdot \frac{G_i}{G_{1995}} \cdot 100 \%$$

beschrieben werden. Die Gesamtfahrleistung  $G_i$  in Deutschland kann für das Jahr  $i$  in Mrd. km im Taschenbuch „Verkehr in Zahlen“ des Bundes-Verkehrsministeriums seit dem Jahr 1960

mit gesicherten Daten verfolgt werden. Die Geräuschemissionen der Kraftfahrzeuge sind durch die RLS-90 (Vorgänger-Version RLS-81) mit dem Emissionspegel  $L_{m,E}$  für die realen Emissionsverhältnisse festgelegt ( $E_i = 10^{0.1(L_{m,E})_i}$ ). Bisher hat sich der Emissionspegel  $L_{m,E}$  nach RLS-90 nicht verändert. Die Größe  $(L_{m,E})_i$  wird definiert als  $L_{m,E}$  für das Jahr  $i$ . Bei steigendem Verkehrsaufkommen wird die Minderung der Größe  $E_i$  die entscheidende technische Möglichkeit sein, die Lärmbelastung zu senken.

**Funktionaler Zusammenhang:** Der Indikator ist dem MÖN-Kapitel *Belastungsfaktoren/ Geräusche* zugeordnet. Analog zum DPSIR-Typisierungsschema handelt es sich um einen *Belastungsindikator*.

Er beschreibt die vom Straßenverkehr verursachte Lärmbelastung und stellt den Leitindikator für das Schutzgut „Ruhe“ dar. Menschen empfinden Geräusche dann als Lärm, wenn sie bewusst oder unbewusst stören. Menschen, aber auch Tiere können in ihren räumlichen und zeitlichen Ruhezeiten betroffen sein. Mit wachsenden Schallpegeln nehmen die nachteiligen Wirkungen von Geräuschen zu und der Anteil der sich gestört fühlenden und objektiv belasteten Personen steigt an. Besonders schädlich ist die Beeinträchtigung des Schlafes. Es treten Stressreaktionen auf und das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen wird erhöht.

**Datenlage:** Der Indikator ist durch eine gute Datenqualität gekennzeichnet. Die jährliche Gesamtfahrleistung kann im Taschenbuch „Verkehr in Zahlen“ des Bundesverkehrsministeriums seit dem Jahr 1960 mit gesicherten Daten verfolgt werden. Die Geräuschemissionen der Kraftfahrzeuge sind durch die RLS-90 (Vorgänger-Version RLS-81) mit dem Emissionspegel  $L_{m,E}$  für die realen Emissionsverhältnisse festgelegt. Bayerische Daten für die Größe  $G_i$  zum Straßenverkehrsaufkommen sind nicht verfügbar. Allerdings reichen für Trendbewertungen in Bayern die Bundesdaten derzeit aus. Die Daten werden jährlich aktualisiert.

**Umweltziele:** Zur Erreichung einer dauerhaften Absenkung der Gesamtlärmbelastung der Bevölkerung im Wohnbereich auf Werte von tags 65 dB(A) und nachts 55 dB(A) oder weniger

sowie zum Erhalt und zur Ausweitung von Ruhegebieten mit Werten von tags 50 dB(A) und weniger, ist eine Trendwende und eine Verringerung des Straßenverkehrslärms erforderlich.

**Bewertung:** Im Vergleich zu 1960 beträgt die Geräuschbelastung durch Straßenverkehrslärm heute mehr als das 5-fache. Eine zeitnahe Bewertung erfolgt anhand einer Trendanalyse der letzten 10 Jahre. Demnach zeigt die Entwicklung im Bewertungszeitraum noch eine signifikante Zunahme der Lärmmenge. Der bisherige Höchststand wurde im Jahr 1999 mit 105,8 % erreicht. Zur Lärminderung können wirksame technische Maßnahmen umgesetzt werden. Diese haben beim Roll- und Antriebsgeräusch der Kraftfahrzeuge anzusetzen. Dazu müssen alle dem Stand der Technik entsprechenden Möglichkeiten genutzt werden. Hier besteht noch Potenzial.

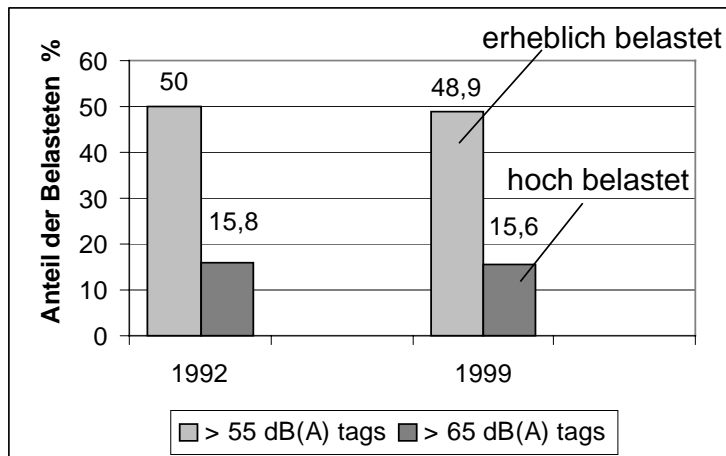
**Weiterentwicklung:** Ein Weiterentwicklungsbedarf wird derzeit nicht gesehen.

**Regionalisierbarkeit:** Eine Regionalisierung innerhalb Bayerns ist erst möglich, wenn ab 2007 Daten gemäß der EU-Richtlinie „Umweltlärm“ vorliegen müssen.

**Länderkompatibilität:** Die LIKI<sup>1</sup> hält die Entwicklung eines abgestimmten Zustandsindikators zum Problemfeld Lärm für erforderlich. Die Datenlage ist derzeit noch problematisch. Das bayerische Indikatorsystem verwendet den hier dargestellten maßnahmenorientierten Belastungsindikator mit vorhandener Datengrundlage in Kombination mit dem Indikator „Gesamtlärmbelastung im Wohnbereich“ (Zustandsindikator). Ein Vergleich mit anderen Ländern ist nicht möglich, da keine länderspezifischen Basisdaten für die Indikatorbildung vorliegen.

<sup>1</sup> Länder-Initiative Kern-Indikatoren (LIKI) – Stand 30.09.2004

# Gesamtlärmbelastung im Wohnbereich



## Problem- / Vorsorgefeld

Beeinträchtigung der Gesundheit durch Lärm

## Regionalisierbarkeit

Derzeit werden bundesweit gültige Daten verwendet; mit EU-Richtlinie „Umgebungsärm“ ab 2007 möglich

## Datenlage

Umweltbundesamt;  
weitere Erhebungen incl. der bisher fehlenden Daten für die Nachtzeit sind geplant

## Bewertung

- Lärmbelastung war bereits mit Stand 1992 sehr hoch und hat sich bis 1999 nur unerheblich verringert.
- Weitere Maßnahmen zur Lärminderung erforderlich
- Basisindikator

## ANTEIL DER BEVÖLKERUNG, IN DEREN WOHNBEREICH IM FREIEN GESAMTLÄRMPEGEL VON 55 / 65 dB(A) TAGS ÜBERSCHRITTEN SIND - [%]

**Problem-/Vorsorgefeld:** Zahlreiche Studien kommen nach dem Grünbuch der Europäischen Kommission „Künftige Lärmschutzpolitik“, Brüssel 1996, zu dem Ergebnis, dass etwa 20 % der Bevölkerung der Europäischen Union (EU) - das sind etwa 80 Millionen Menschen – tagsüber unerträglich hohen Lärmpegeln von über 65 dB(A) ausgesetzt sind. Etwa 50 % der Bevölkerung der EU sind tags mit Geräuschpegeln von über 55 dB(A) belastet. Diese Geräuschpegel werden von den meisten Menschen zumindest als Belästigung empfunden, führen zu ernsthaften Schlafstörungen und lassen negative Auswirkungen auf das Herz-Kreislauf-System sowie auf Körper und das seelische Wohlbefinden befürchten.

Im Grünbuch der Europäischen Kommission und im Sondergutachten des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen „Umwelt und

Gesundheit, Risiken richtig einschätzen“, August 1999, werden als Zielgrößen für die Tageszeit ein Immissionswert von 55 dB(A) und für die Nachtzeit ein Immissionswert von 45 dB(A) gefordert. Diese Werte entsprechen dem Leitbild der nachhaltigen Entwicklung und dienen der Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche. Werden sie überschritten, so sind die Anforderungen an gesunde Wohnverhältnisse nicht mehr erfüllt. Negative Folgen können aber auch schon bei niedrigeren Lärmpegeln auftreten. Die Schwelle der Belästigungsreaktionen liegt bei 50 bis 55 dB(A) tagsüber, während lärmbedingte Schlafstörungen schon bei Mittelungspegeln zwischen 25 und 35 dB(A) in Räumen auftreten können.

**Definition:** Der Indikator gibt den Anteil der Bevölkerung Deutschlands an, in deren Wohn-

bereich im Freien die maßgeblichen Lärmpegel überschritten werden. Der höhere Lärmpegel von 65 dB(A) tags gibt den Anteil der unerträglich hoch mit Lärm belasteten Personen an und kann somit nur einen Teilaspekt der Lärmeinwirkungen beschreiben. Der niedrigere Pegel von 55 dB(A) tags zeigt, welcher Anteil der Bevölkerung durch Lärm erheblich belastet wird.

**Funktionaler Zusammenhang:** Der Indikator ist dem MÖN-Kapitel *Umweltmedien / Atmosphäre / Ruhestörung* zugeordnet. Analog zum DPSIR-Typisierungsschema handelt es sich um einen *Zustandsindikator*.

Vor allem in den Städten und Ballungsräumen stellt die Lärmbelastung durch Straßenverkehr, durch Industrie und Gewerbe sowie durch Freizeitaktivitäten das wichtigste lokale Umweltproblem dar. Die Lärmbelastung durch Flugverkehr hat eine hohe Relevanz im Bereich von Flughäfen und militärisch genutzten Flugarealen.

**Datenlage:** Die Daten wurden vom Umweltbundesamt übernommen. Nach dem CSD-Bericht<sup>1</sup> der Bundesregierung und nach aktueller Recherche hat das Umweltbundesamt ein neues Modell in Auftrag gegeben, mit dem künftig Daten zur Lärmbelastung im Wohnbereich errechnet werden

**Umweltziele:** Es soll eine dauerhafte Absenkung der Lärmbelastung auf Werte von tags 65 dB(A) und nachts 55 dB(A) oder weniger bis 2010 sowie der Erhalt und die Ausweitung von Ruhegebieten mit Werten von tags 50 dB(A) und weniger erreicht werden.

Im Grünbuch der Europäischen Kommission wird die Zielsetzung der künftigen Lärmschutzpolitik so formuliert, dass niemand Lärmpegeln ausgesetzt sein soll, die seine Gesundheit oder Lebensqualität gefährden. Im Detail lauten die Zielvorgaben im Anhang 1 des Grünbuches

- die Bevölkerung sollte keinesfalls höheren Werten als 65 dB(A) ausgesetzt werden; ein Pegel von 85 dB(A) sollte nie überschritten werden,

- für die Teile der Bevölkerung, die bereits Pegeln zwischen 55 dB(A) und 65 dB(A) ausgesetzt sind, darf keine Verschlimmerung auftreten,
- für die Teile der Bevölkerung, die Pegeln unter 55 dB(A) ausgesetzt sind, darf keine Verstärkung der Belastung über diesen Wert auftreten.

**Bewertung:** Die Lärmbelastung der Bevölkerung war bereits 1992 sehr hoch und hat sich bis 1999 nur unerheblich verringert. Etwa die Hälfte der Bevölkerung ist tagsüber „erheblich belastet“. Der Anteil der Bevölkerung mit tagsüber hoher Belastung liegt bei ca. 16 %. Es wird deutlich, dass weitere Maßnahmen zur Lärminderung ergriffen werden müssen.

**Weiterentwicklung:** Es wird zu prüfen sein, ob für Bayern eigene Erhebungen nützlich sind. Zur Datengewinnung könnte die Lärminderungsplanung nach § 47a BImSchG und die Umsetzung der EU-Richtlinie „Umgebungs-lärm“ beitragen. Der Indikator sollte im Rahmen der Fortschreibung auf die Nachtzeit ausgedehnt werden, um der Beeinträchtigung der Gesundheit durch Lärm für diesen Zeitraum Rechnung zu tragen.

**Regionalisierbarkeit:** Eine weitere Regionalisierung innerhalb Bayerns ist erst möglich, wenn ab 2007 Daten gemäß o.g. EU-Richtlinie vorliegen müssen.

**Länderkompatibilität:** Die LIKI<sup>2</sup> hält die Entwicklung eines abgestimmten Zustandsindikators zum Problemfeld Lärm für erforderlich. Das bayerische Indikatorsystem verwendet die hier dargestellte „Gesamtlärmbelastung im Wohnbereich“ in Kombination mit dem Belastungsindikator „Straßenverkehrslärm“. Auf der Basis von Bundesdaten ist ein Vergleich mit anderen Ländern jedoch nicht möglich.

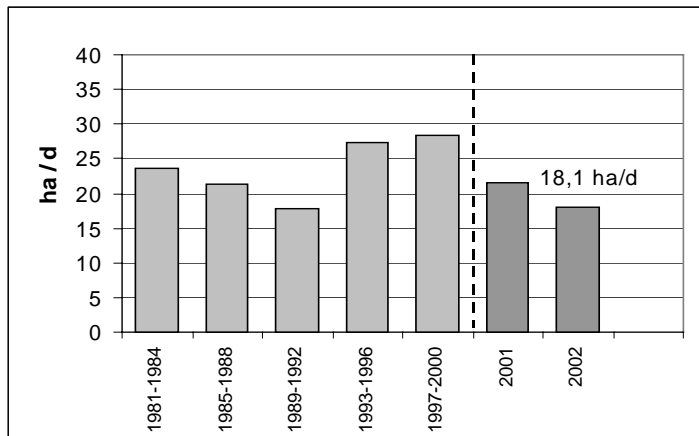
<sup>1</sup> CSD-D (2000): „Erprobung der CSD-Nachhaltigkeitsindikatoren in Deutschland“, Herausgeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin 2000

<sup>2</sup> Länder-Initiative Kern-Indikatoren (LIKI) – Stand 30.09.2004



# Ressourcen

# Flächenverbrauch



## Problem- / Vorsorgefeld

- Verbrauch von Bodenressourcen
- Strukturveränderungen mit Folgen für Landschaft, Arten, Lebensräume, ökologische Beziehungen und Prozesse
- verkehrsbedingte Belastungen

## Regionalisierbarkeit

ja, bis auf Gemeindeebene

## Datenlage

LfStaD,  
bis 2000: 4-jährlich  
seit Erhebungszeitraum 2001:  
jährlich

## Bewertung

- Die Zeitreihe zeigt nach einem Anstieg seit 1993 in den Jahren 2001 / 2002 eine Abnahme des Flächenverbrauchs
- Mit der jährlichen Datenerhebung werden zukünftig leichter Trendaussagen möglich.

## FLÄCHENINANSPRUCHNAHME FÜR SIEDLUNGS- UND VERKEHRZWECKE - [ha/d]

**Problem-/Vorsorgefeld:** Durch flächenverbrauchsbedingte Strukturveränderungen (z.B. Versiegelung, Verdichtung) werden wichtige Bodenfunktionen wie die Lebensraumfunktion, die Filter- und Pufferfunktion oder das Retentionsvermögen beeinträchtigt oder gar zerstört. Diese Strukturveränderungen wirken sich zudem nachteilig auf wichtige Nutzungsfunktionen des Bodens aus, wie das natürliche Ertragspotenzial. Da ökologische Beziehungen und Prozesse an Lebensräume gebunden sind, gehen diese infolge der Siedlungs- und Verkehrsentwicklung zunehmend verloren.

**Definition:** Angegeben wird die Inanspruchnahme (Umwidmung) freier Fläche für Siedlungs- und Verkehrszwecke (SuV) in Hektar pro Tag [ha/d]. Der Indikator setzt sich zusammen aus Gebäudeflächen und denjenigen Freiflächen, die den Zwecken der Gebäude untergeordnet sind (*Gebäude- und Freifläche*), den

Betriebsflächen, die überwiegend gewerblich oder industriell genutzt werden, abzüglich Abbaufächen (*Betriebsfläche ohne Abbauand*), der *Erholungsfläche* (etwa Sportplätze), der *Friedhofsfläche* und den Flächen, die dem Straßen-, Schienen- und Luftverkehr dienen (*Verkehrsfläche*).

**Funktionaler Zusammenhang:** Der Indikator ist der MÖN-Kategorie *Aktivitäten* zuzuordnen. Alle Sektoren (*Haushalte und Konsum, Land- und Forstwirtschaft, Industrie und Gewerbe, Ver- und Entsorgung, Verkehr*) tragen zum Indikator bei. Analog zum DPSIR-Typisierungsschema handelt es sich um einen *Antriebsindikator*.

Im Zeitraum 1981 - 1997 nahm bayernweit die Landwirtschaftsfläche um 4,0 % ab, während im selben Zeitraum die Verkehrsfläche um 11,3 % und die Gebäude- und Freifläche um 33,6 % zunahmen. Die vergleichsweise starke



Zunahme bei der letztgenannten Nutzungsart spiegelt das voranschreitende Siedlungsflächenwachstum wieder. Insbesondere zeigt sie den vermehrten Bau von Ein- und Zweifamilienhäusern in suburbanen Räumen. Mit Stand 31.12.2001 betrug die SuV-Fläche in Bayern 742.304 ha, das entspricht 10,5 % der Landesfläche (bundesweit: 12,4 %). Die Gebäude- und Freifläche nimmt hiervon über 50 % der SuV-Fläche ein.

Die Flächeninanspruchnahme bedingt Eingriffe in den Boden, welche (die eingangs genannten) *Strukturveränderungen* hervorrufen. Hierdurch werden wichtige Funktionsleistungen des Bodens (z.B. Lebensraum-, Filterfunktion) beeinträchtigt. Durch den Verbrauch der begrenzten *Boden- und Flächenressourcen* für SuV entsteht eine Konkurrenzsituation um die noch zur Verfügung stehende Freifläche. Unmittelbare Folgen dieser Entwicklung sind Bodendegradation, Beeinträchtigung der Lebensraumfunktionen, aber auch regionaler Flächenmangel für bestimmte Nutzungsarten. Ferner führen Siedlungsausweitung und -auflockerung zwangsläufig zu mehr motorisiertem Individualverkehr und damit zu weiteren *Belastungsfaktoren*, wie Stofffreisetzungen und Lärm.

**Datenlage:** Die Daten sind den Statistischen Jahrbüchern des Bayer. Landesamtes für Statistik (LfStaD) zu entnehmen und für rückblickende Zeitreihen ab 1981 verfügbar. Noch detailliertere Daten finden sich in den Statistischen Berichten des LfStaD - Die Bodenflächen Bayerns nach Nutzungsarten. Die Erhebung bzw. Veröffentlichung erfolgt bundeseinheitlich im 4-jährigen Turnus. Durch die Änderung des Agrarstatistikgesetzes wurde das LfStaD nun dazu ermächtigt, die Flächeninanspruchnahme durch SuV jährlich zu ermitteln und zu veröffentlichen. Die Daten zu den übrigen Nutzungsarten (Landwirtschafts-, Wald-, Wasserfläche, etc.) werden weiterhin im 4-jährigen Turnus erhoben. Durch die nun seit 2001 mögliche jährliche Aktualisierung gewinnt der Indikator erheblich an Bewertungssicherheit.

**Umweltziele:** Auf Bundesebene soll der Flächenverbrauch bis 2020 auf 30 ha/d auf der Basis von 1997 (d.h. 120 ha/d) begrenzt werden. In Bayern wird auf der Basis des Flächen-

verbrauchs von 28,4 ha/d im Zeitraum 1997 – 2000 eine Reduzierung angestrebt.

**Bewertung:** Die Zeitreihe zeigt nach einem deutlichen Anstieg seit 1993 in den Jahren 2001 und 2002 eine Abnahme des Flächenverbrauchs. Mit der jährlichen Datenerhebung werden zukünftig leichter Trendaussagen möglich.

**Weiterentwicklung:** Qualitative Veränderungen der Bodenfunktionen (Zustand) sind mit dem Indikator nicht darstellbar. Der Verlust oder die Minderung an Bodenfunktionsleistungen, wie die Wasserspeicherfähigkeit oder die Filterfunktion durch Bodenversiegelung, könnten mit dem Zustandsindikator „Versiegelte Fläche“ beschrieben werden. Solche Indikatoren, die die Bodenqualität einbeziehen, sind noch zu entwickeln.

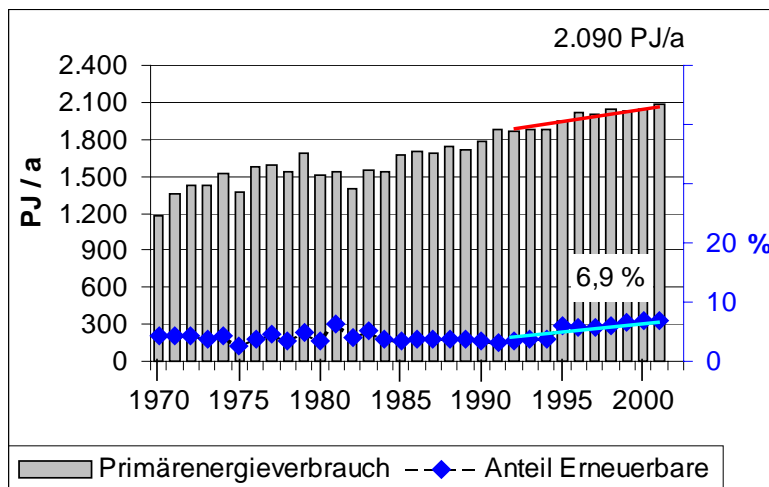
**Regionalisierbarkeit:** Aufgrund der dezentralen Flächenerhebung in Bayern ist der Indikator bis auf Gemeindeebene verfügbar.

**Länderkompatibilität:** Die LIKI<sup>1</sup> hat „Flächenverbrauch“ als Kernindikator vorgeschlagen. Die Vergleichbarkeit mit den Daten anderer Bundesländer ist aufgrund der bundesweit einheitlichen Erhebung gegeben. Bei vergleichenden Darstellungen ist eine Normierung auf eine geeignete Bezugsgröße (z.B. Bevölkerung) vorzunehmen und zudem der „Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Landesfläche“ zu beachten.

---

<sup>1</sup> Länder-Initiative Kern-Indikatoren (LIKI) – Stand 30.09.2004

# Energieverbrauch



## Problem- / Vorsorgefeld

- Ressourcenverbrauch
- Klimaveränderungen
- Landschaftsbeeinträchtigungen

## Regionalisierbarkeit

- derzeit nicht möglich (Datenlage)
- jedoch wünschenswert (vgl. künftiges Energiestatistik-Gesetz)

## Datenlage

StMWIVT, jährlich

## Bewertung

- stetiger Anstieg des Primärenergieverbrauchs; Entkopplung von Umweltbelastungen
- deutliche Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien seit 1995 auf derzeit 6,9 % (Wirkungsgradmethode) – (entspricht: ca. 11 % nach früherer Substitutionsmethode)

## PRIMÄRENERGIEVERBRAUCH (PEV) - [PJ/a] UND ANTEIL ERNEUERBARER ENERGIETRÄGER - [%]

**Problem-/Vorsorgefeld:** Ein beständig zu hoher Verbrauch nicht erneuerbarer Energieträger kann zu einem Mangel an Ressourcen führen. Die energiebedingte Freisetzung von Kohlendioxid trägt zum anthropogen verursachten Treibhauseffekt bei, energiebedingte Luftschadstoffe können zu Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit und der Ökosysteme führen.

**Definition:** Der Primärenergieverbrauch (PEV) errechnet sich als Summe der inländischen Gewinnung von Energieträgern, der Differenz zwischen Energiebezügen und -lieferungen über die Landesgrenzen sowie den Bestandsveränderungen<sup>1</sup>. Folgende Energieträger werden berücksichtigt: Die fossilen Energieträger Mineralöl, Steinkohle, Braunkohle, Gas (Naturgas), die Kernenergie sowie die erneuerbaren Ener-

gieträger Wasserkraft, Biomasse, Müll, Sonnenenergie, Windkraft, Geothermie und Umweltwärme. Der Anteil der erneuerbaren Energieträger wird nach der bundesweit einheitlichen Wirkungsgradmethode ermittelt.

**Funktionaler Zusammenhang:** Der Energieverbrauch ist in der MÖN-Kategorie *Aktivitäten* sämtlichen Kapiteln (Sektoren) zugeordnet. Analog zum DPSIR-Typisierungsschema handelt es sich um einen *Antriebsindikator*.

Mit dem PEV sind vielfältige Belastungsfaktoren verbunden, die von der Energiewirtschaft, von Industrie und Gewerbe, von Haushalten und dem Verkehr verursacht werden. Bei der Verbrennung fossiler Energieträger (Kohle, Öl, Gas) wird Kohlendioxid freigesetzt, das zur Zunahme des CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre und damit zum anthropogenen Treibhauseffekt beiträgt. Als energiebedingte Luftschadstoffe sind insbesondere NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, CO und Staub rele-

<sup>1</sup> Energiebilanz Bayern v. 07.04.2004; Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie

vant. Diese führen abhängig von ihrer Konzentration zu Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit (z.B. Atemwegserkrankungen). Die Deposition von  $\text{NO}_x$  und  $\text{SO}_x$  kann zur Eutrophierung und Versauerung von Böden und Wasser führen. Dies kann weitere Auswirkungen auf Ökosysteme (z.B. Wald) haben. Die Nutzung der Wasserkraft bedingt Strukturveränderungen (z.B. Staustufen), die die Ökosysteme naturnaher Gewässer und das Landschaftsbild beeinträchtigen.

Der PEV kann auf der Basis der derzeitigen Energieverbrauchsstruktur durch die weltweiten Energiereserven an fossilen Energieträgern nur begrenzte Zeit gedeckt werden, d.h. die nicht erneuerbaren Energie-Ressourcen werden erschöpft.

**Datenlage:** Die Energieverbrauchsdaten werden vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie (StMWIVT) jährlich erhoben. Sie berücksichtigen den Umwandlungsbereich und den Endenergieverbrauch der Sektoren. Im Umwandlungsbereich und im verarbeitenden Gewerbe werden die Daten durch unmittelbare statistische Erhebungen (z.B. Befragungen) ermittelt. Dagegen werden im Verkehrsbereich neben Statistiken über die Lieferungen an Verkehrsträgern auch Marktforschungsergebnisse als Datenbasis verwendet. Für den Sektor Haushalte und übrige Verbraucher gibt es keine Daten über den tatsächlichen Energieverbrauch. In diesem Sektor werden daher die Energielieferungen als Endenergieverbrauch verwendet. Der PEV wird jährlich vom StMWIVT veröffentlicht. Die sich aus der Ermittlung ergebende Unsicherheit in der Datenbasis ist im Hinblick auf die Genauigkeit, mit der der Indikator angegeben wird, unerheblich. Die Daten liegen im LfU für die Jahre seit 1970 vor.

**Umweltziele:** Die Staatsregierung hat Bayerns Gesamtkonzept zur Energiepolitik<sup>2</sup> im April 2004 beschlossen. Die darin genannte Entwicklung und Förderung der Energieeinsparung sowie die Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien auf 8 bis 9 % (Wirkungsgradme-

thode) sind Umweltziele mit Bezug zum Indikator.

**Bewertung:** Die Bewertung orientiert sich am jeweiligen 10-Jahres-Trend. Demnach ist der Trend für den Primärenergiebedarf seit 1992 steigend. Der Anteil der erneuerbaren Energieträger hat im gleichen Zeitraum deutlich zugenommen.

Durch umfassende Emissionsminderungsmaßnahmen im Energiesektor wurde schon vor über 20 Jahren die Entkoppelung des Primärenergiebedarfs von Umweltbelastungen eingeleitet (z.B. deutlicher Rückgang von  $\text{SO}_x$ ). Im 10-jährigen Bewertungszeitraum zeigt sich dies insbesondere bei den Kohlendioxidemissionen. Durch den Rückgang des Anteils  $\text{CO}_2$ -intensiver Energieträger (z.B. Kohle, Mineralöl), durch eine Steigerung der Energieeffizienz bei der Umwandlung (z.B. Kraft-Wärme-Kopplung) und durch die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien (z.B. Biomasse) haben die  $\text{CO}_2$ -Emissionen trotz eines steigenden PEV nicht weiter zugenommen.

**Regionalisierbarkeit:** Eine Regionalisierung der Aussagen wäre wünschenswert, ist auf Grundlage der Energiestatistiken auf absehbare Zeit aber nicht realisierbar (Langfristziel auf Basis des künftigen Energiestatistik-Gesetzes).

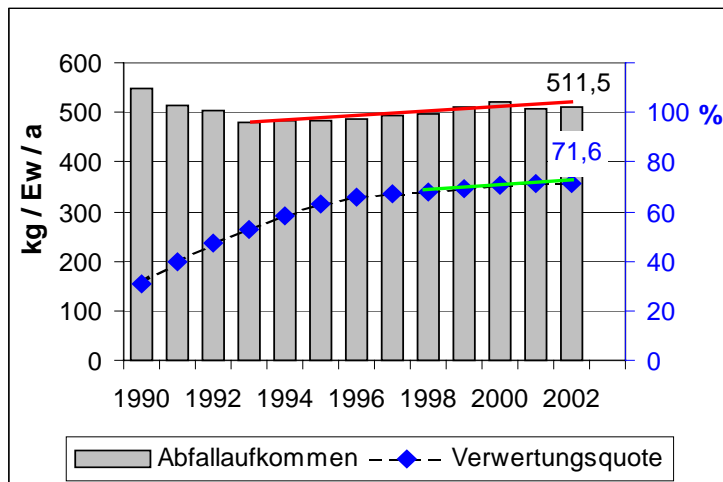
**Weiterentwicklung:** Zukünftig werden auch die Anteile der einzelnen regenerativen Energieträger, z.B. Biomasse, Wasserkraft, Sonnenenergie, Windkraft, Geothermie, Umweltwärme angegeben.

**Länderkompatibilität:** Auch die LIKI<sup>3</sup> hat den „Energieverbrauch“ mit den beiden Teilindikatoren „Primärenergieverbrauch“ und „Anteil erneuerbarer Energieträger“ vorgeschlagen. Ein Vergleich mit anderen Bundesländern ist bei Umrechnung auf eine geeignete Bezugsgröße (z.B. pro Einwohner, BIP) möglich.

<sup>2</sup> Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie, „Gesamtkonzept Bayern zur Energiepolitik“, April 2004.

<sup>3</sup> Länder-Initiative Kern-Indikatoren (LIKI) – Stand 30.09.2004

# Abfall und Verwertung



## Problem- / Vorsorgefeld

- Verbrauch von Rohstoffen und Energie
- Freisetzung von Stoffen mit Folgen für Gesundheit und Ökosysteme

## Regionalisierbarkeit

ja, für Regierungsbezirke und entsorgungspflichtige Körperschaften

## Datenlage

LfU, jährlich

## Bewertung

- Abfallaufkommen: Leichter Anstieg in den letzten 9 Jahren
- Verwertungsquote: Nach zunächst sehr starkem Anstieg, in den letzten Jahren geringe jährliche Steigerung; Umweltpaktziel und Abfallwirtschaftsplan-Ziel erreichbar

## AUFKOMMEN AN ABFÄLLEN AUS HAUSHALTEN UND HAUSMÜLLÄHNLICHEN GEWERBEABFÄLLEN - [kg/(E·a)] SOWIE VERWERTUNGSQUOTE - [%]

**Problem-/Vorsorgefeld:** Ein beständig zu hoher Verbrauch an Ressourcen (z.B. Rohstoffe, Energie), deren zu wenig effiziente Nutzung bei wirtschaftlichen Aktivitäten und nicht optimierte Stoffkreisläufe können bei gleichzeitig zu geringer Substitutions- oder Regenerationsrate zu Ressourcenmangel führen. Hierdurch werden zukünftige Generationen möglicherweise in ihrer wirtschaftlich-technologischen und sozialen Entwicklung beeinträchtigt. In Abfällen sind im wesentlichen nicht erneuerbare Ressourcen in veränderter Form enthalten. Bereits bei Herstellung und Handel von Produkten werden Energie-Ressourcen verbraucht. Der Verbrauch nicht erneuerbarer Ressourcen ist ein globales Problem mit regionalen Ursachen und Folgen. Der bayerische Verbrauch trägt zwar zur weltweiten Verknappung bei, allerdings ist er gemessen am weltweiten Verbrauch gering (z.B. beim Erdöl < 0,7 %), so dass eine bayerische Verbrauchsminderung keine Rück-

schlüsse auf die Schonung der globalen Ressourcen zulässt. Prognosen gehen davon aus, dass die weltweiten Erdölvorräte Ende dieses Jahrhunderts erschöpft sind<sup>1</sup>. Mineralöl war in den letzten dreißig Jahren in Bayern der wichtigste Primärenergieträger<sup>2</sup>. Eine zu frühe Verknappung der Ressource Erdöl hätte erhebliche wirtschaftliche und soziale Folgen für ganz Bayern.

**Definition:** Das „Aufkommen an Abfällen aus Haushalten und hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen“ umfasst die kommunal und dual getrennt erfassten Wertstoffe und die den entsorgungspflichtigen Körperschaften überlassenen Restabfälle, einschließlich der Restabfälle aus

<sup>1</sup> Duales System Deutschland AG: Geschäftsbericht 2000 Der Grüne Punkt – Ressourcen, Reserven und Prognosen. April 2001. Köln

<sup>2</sup> Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie (Hrsg): Energiebericht Bayern 1999/2000. Juli 2000. München

der Dualen Erfassung. Verwertete Schlacken und Schrott aus der thermischen Hausmüllbehandlung sowie Sortierreste des DSD und der biologischen Verwertung werden abgezogen (Doppelerfassung). Dieses jährlich so ermittelte *Abfallaufkommen* wird in Bezug zur Einwohnerzahl gesetzt und in [kg/(E·a)] angegeben. Das *Wertstoffaufkommen* berücksichtigt die Fraktionen Glas, Papier, Metalle, Kunststoffe, Verbunde, Grüngut und Bioabfall sowie die verwerteten Schlacken und „sonstige Wertstoffe“. Das *Restabfallaufkommen* besteht aus den Restabfallbestandteilen des Hausmülls (einschließlich des miterfassten Geschäftsabfalls), des Sperrmülls, den kommunal entsorgten hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen sowie den Sortierresten der Wertstoffe. Die *Verwertungsquote* ist der Quotient [%] aus dem o.g. Wertstoffaufkommen und der um die o.a. Doppelberücksichtigungen verminderten Summe aus dem Wertstoffaufkommen und den Restabfällen aus Haushalten.

**Funktionaler Zusammenhang:** Der Indikator ist der MÖN-Kategorie *Aktivitäten* zuzuordnen. Insbesondere die Sektoren Haushalte/Konsum, Industrie/Gewerbe sowie Ver- und Entsorgung, beeinflussen den Indikator. Analog dem DPSIR-Typisierungsschema handelt es sich um einen *Antriebsindikator*. Die Verwertungsquote zeigt die Erfolge von *Maßnahmen* an.

Zur Herstellung der Produkte, die nach Gebrauch zu Abfällen führen, werden vorrangig die Rohstoffe Erdöl, Holz, Metalle und Nichtmetalle sowie Energie verbraucht. Durch Verwertung tragen Abfälle als Sekundärrohstoffe und Sekundärenergieträger zur Ressourcenschonung bei (z.B. Altpapier, Altholz, Altglas, Altmetalle). Mit ihrer Entsorgung (Verwertung, Beseitigung), ihrem Transport ebenso wie bei der Herstellung der vorausgegangenen Produkte sind Stofffreisetzungen in die Umweltmedien verbunden.

**Datenlage:** Die Daten zur Hausmüllmenge werden auf Grund von Art. 12 BayAbfG durch die entsorgungspflichtigen Körperschaften jeweils für das abgelaufene Jahr erhoben. Sie enthalten Angaben über Art, Herkunft und Menge der angefallenen Abfälle sowie deren Verwertung und sonstige Entsorgung. Sie sind seit 1990 verfügbar und werden auch zukünftig

erhoben. Das LfU erstellt aus diesen Daten jährlich die Hausmüllbilanz, die auch Grundlage für den Indikator ist.

**Umweltziele:** Abfallvermeidung ist als oberster Grundsatz in Art. 3 der EU-Richtlinie 75/442/EWG, § 4 KrW-/AbfG, und in Art. 1 BayAbfG verankert. Die Verordnung über den Abfallwirtschaftsplan Bayern (AbfPV) sieht eine Verwertungsquote von 73 % bis 2009 vor. Im Umweltpakt Bayern (23.10.2000) wurde dieses Ziel bereits für das Jahr 2005 vereinbart.

**Bewertung:** Das *Abfallaufkommen* hat sich insgesamt gering geändert, der niedrigste Stand wurde 1993 mit 480,3 kg/(E·a) erreicht. Es ist seither ein leichter Anstieg auf 511,5 kg(E·a) zu beobachten, der u.a. auf eine verbesserte Wertstofffassung, z.B. Grüngut, zurückzuführen ist. Die *Verwertungsquote* stieg zunächst sehr stark an. Seit 1996 haben sich die Steigerungsraten verringert. Mit zuletzt 71,6 % hat die Verwertungsquote bereits ein hohes Niveau erreicht. Das Umweltpaktziel und auch das Ziel des AbfPV sollten erreichbar sein.

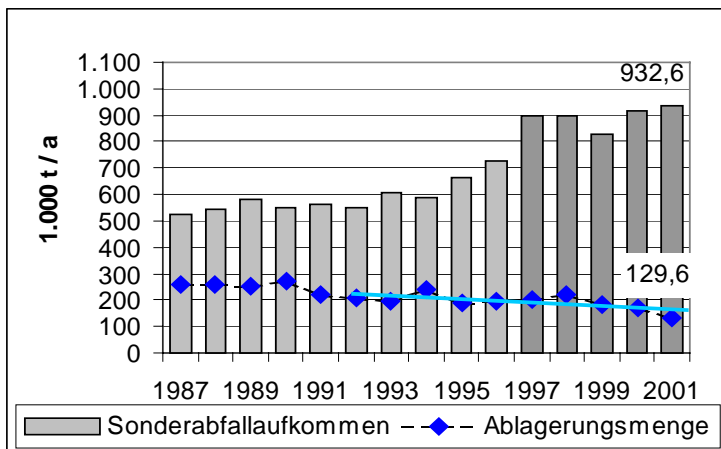
**Weiterentwicklung:** Ein Weiterentwicklungsbedarf wird insbesondere in der Berücksichtigung der Gewerbeabfälle und in einer Quantifizierung der Belastungsfaktoren gesehen.

**Regionalisierbarkeit:** Das *Abfallaufkommen* und die *Verwertungsquote* liegen für die Regierungsbezirke und die entsorgungspflichtigen Körperschaften (Landkreise und kreisfreie Städte) differenziert vor.

**Länderkompatibilität:** Die LIKI<sup>3</sup> nennt „Abfall und Verwertung“ als Kernindikator. Aufgrund der heute sehr unterschiedlichen Abfallstatistiken werden im Interesse einer bundesweiten Vergleichbarkeit hierbei solche Teilfraktionen ausgewählt, die weitgehend einheitlich verfügbar sind. Eine weitere Harmonisierung der Siedlungsabfallbilanzen der Länder ist zukünftig anzustreben.

<sup>3</sup> Länder-Initiative Kern-Indikatoren (LIKI) – Stand 30.09.2004

# Sonderabfall



## Problem- / Vorsorgefeld

- Verbrauch von Rohstoffen und Energie
- Freisetzung von Stoffen mit Folgen für Ökosysteme und die menschliche Gesundheit

## Regionalisierbarkeit

möglich, jedoch zusätzliche Erhebungen erforderlich

## Datenlage

LfU, jährlich

## Bewertung

Sonderabfallaufkommen: wegen Datenlage besteht Bewertungsunsicherheit. Ansteigender Trend bis 1996. Anschließend eher indifferente Entwicklung.

Ablagerungsmenge: langjährig abnehmender Trend.

(Bewertungssicherheit u.a. wegen Nutzfunktion des Sonderabfalls als Schadstoffsenske eingeschränkt)

## SONDERABFALLAUFKOMMEN UND ABLAGERUNGSMENGE AUF SONDERABFALLDEPONIEEN - [1.000 t/a]

**Problem-/Vorsorgefeld:** Ein durch Herstellung von Produkten beständig zu hoher Verbrauch an Ressourcen (z.B. Rohstoffe, Energie), deren zu wenig effiziente Nutzung bei wirtschaftlichen Aktivitäten und nicht optimierte Stoffkreisläufe können bei gleichzeitig zu geringer Substitutions- oder Regenerationsrate zu Ressourcenmangel führen. Diesem Ressourcenaspekt nachgeordnet, sind Sonderabfälle nach ihrem vergleichsweise (bzgl. Hausmüll) hohen umweltrelevanten Potenzial aufgrund von Schadstoffen zu bewerten. Thermisch oder chemisch-physikalisch nicht oder nicht weiter behandelbare Sonderabfälle werden zur Beseitigung abgelagert. Die abgelagerte Menge stellt ein Maß für die aus dem Wirtschaftskreislauf ausgeschleusten Stoffe dar. Entgegen dem Nachhaltigkeitsgrundsatz kann die Deponierung von Abfällen die Abfallproblematik auf spätere Generationen verlagern und ist auch mit potenziell schwer kalkulierbaren Umweltrisiken

durch neue Altlasten verbunden. Wegen des hohen technischen Niveaus der bayerischen Sonderabfalldeponien (SAD) ist die Freisetzung von Stoffen kaum zu erwarten. Das vorhandene Deponievolumen reicht bis zum Jahr 2010. Die Entsorgungssicherheit ist aufgrund von Erweiterungsmöglichkeiten mittelfristig gegeben. Da der Deponieraum begrenzt ist, ergibt sich langfristig gesehen eine hohe Relevanz der Ablagerungsmenge.

**Definition:** Im *Sonderabfallaufkommen* sind die entsorgten (d.h. verwerteten und beseitigten) besonders überwachungsbedürftigen Abfälle aufsummiert. Unberücksichtigt bleiben die mineralischen Massenabfälle Boden und Bauschutt mit schädlichen Verunreinigungen. Sie stehen in keinen relevanten Bezug zur aktuellen Abfallwirtschaft, da sie insbesondere aus der Altlastensanierung und dem Abbruch älterer Bausubstanz stammen. Die *Ablagerungsmenge*

umfasst die in Bayern angefallenen besonders überwachungsbedürftigen Abfälle, die zur Beseitigung auf SAD abgelagert wurden, sowie auch andere, nicht besonders überwachungsbedürftige Abfälle, die wegen ihres Schadstoffgehaltes auf SAD abgelagert wurden. Unberücksichtigt bleiben die in Bergversatzmaßnahmen sowie die bei Baumaßnahmen auf Siedlungsabfalldeponien in anderen Bundesländern entsorgten Abfälle.

**Funktionaler Zusammenhang:** Der Indikator ist der MÖN-Kategorie *Aktivitäten* zuzuordnen. Insbesondere die Sektoren *Industrie und Gewerbe, Ver- und Entsorgung (Kreislauf- und Abfallwirtschaft)* beeinflussen den Indikator. Analog dem DPSIR-Typisierungsschema handelt es sich um einen *Antriebsindikator*.

Gewerbe und Industrie produzieren unter Inanspruchnahme von *Ressourcen* (Rohstoffe und Energie), dabei entstehen auch Sonderabfälle. Sofern diese nicht beseitigt, sondern qualifiziert nach dem Stand der Technik stofflich verwertet werden, kann dies zur Ressourcenschonung beitragen. Bei der energetischen Entsorgung können durch die Nutzung von Prozesswärme Energieressourcen geschont werden. Bei der Verwertung und Beseitigung von Sonderabfällen kann es zur Freisetzung von *Stoffen* kommen. Diese können den Zustand aller Umweltmedien mit Folgen für Ökosysteme und die Gesundheit beeinträchtigen. Mit der Ablagerung in Deponien werden Abfälle gesichert abgelagert, ein Restrisiko der Freisetzung von Schadstoffen ist dabei aber nicht vollständig auszuschließen.

**Datenlage:** Daten zum *Sonderabfallaufkommen* werden im Rahmen abfallrechtlicher Nachweisverfahren ermittelt. Die *Ablagerungsmenge* entstammt den Deponiejahrbüchern. Die Erhebung erfolgt jährlich und ist in Abhängigkeit der gesetzlichen Entwicklung gesichert. Rechtliche Änderungen haben zu methodischen Systembrüchen geführt, so dass zeitlich gesehen keine unmittelbar vergleichbare Datenbasis vorliegt. Künftige gesetzliche Änderungen können entsprechende Auswirkungen haben.

**Umweltziele:** Nach RL 75/442/EWG, § 4 KrW-/AbfG, Art. 1 BayAbfG und AbfPV sind die Abfallvermeidung und -verwertung als qualita-

tive Ziele verankert. Quantifizierte Ziele für das Sonderabfallaufkommen liegen nicht vor. Die AbfPV sieht vor, (Sonder-)Abfälle möglichst vor einer Ablagerung zu behandeln.

**Bewertung:** Eine Aussage zum Gesamttrend des *Sonderabfallaufkommens* ist u.a. wegen geänderter Datenbasis (siehe Datenlage) nur bedingt möglich. Vom Jahr 1987 bis zum Jahr 1996 ist das *Sonderabfallaufkommen* angestiegen. 1997 ist die Datenbasis durch gesetzliche Änderungen erweitert worden, wodurch sich eine sprunghafte Erhöhung ergeben hat. Es zeichnet sich seither eine eher indifferente Entwicklung ab. Ab 2002 ändert sich wegen gesetzlicher Änderungen die verfügbare Datenbasis nochmals erheblich. Die *Ablagerungsmenge* zeigt im Bewertungszeitraum (10 Jahre) einen abnehmenden Trend. Die Ursachen hierfür können unterschiedlich sein und sind bislang ebenfalls nur bedingt bewertbar. Wegen der Nutzfunktion des Sonderabfalls ist die Bewertungssicherheit des Indikators eingeschränkt.

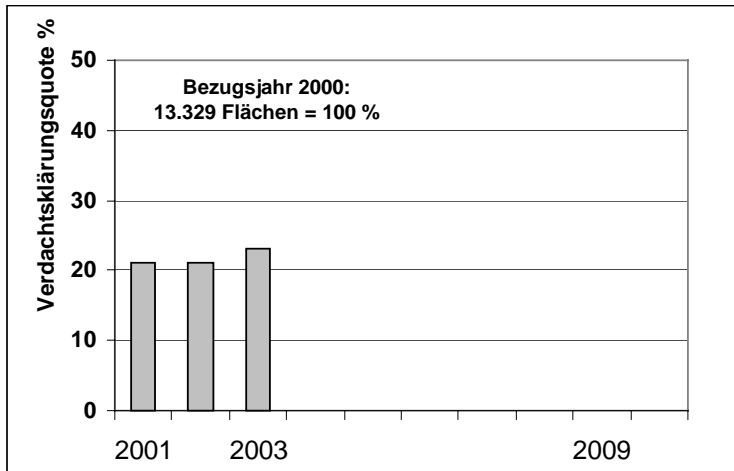
**Weiterentwicklung:** Quantifizierung von Ressourcenbeanspruchung und Stofffreisetzung. Prüfung, ob die Verwertungsquote einbezogen werden kann; hierzu: Objektive Definition der Verwertung und Beseitigung. Fehlerbetrachtung und Erarbeitung von Bewertungskriterien. Überprüfung ob eine differenzierte, unabhängig der Rechtslage ausgewählte Datenerfassung zu einem sicher bewertbaren Indikator führt.

**Regionalisierbarkeit:** Die Regionalisierbarkeit ist theoretisch möglich. Hierzu wäre eine erweiterte Datenerhebung mit entsprechendem Aufwand notwendig.

**Länderkompatibilität:** Die LIKI<sup>1</sup> hat hierzu keinen Kernindikator vorgeschlagen.

<sup>1</sup> Länder-Initiative Kern-Indikatoren (LIKI) – Stand 30.09.2004

# Altlasten



## Problem- / Vorsorgefeld

- brachliegende Flächenressourcen
- Verbrauch von Flächen ohne Altlastenrisiko

## Regionalisierbarkeit

ja, bis hin zur Gemeindeebene

## Datenlage

KVB / LfU, jährlich  
Auswertung des Katasters nach  
Art. 3 BayBodSchG  
verbesserte Datenlage nach  
BayBodSchVwV ab 2003

## Bewertung

Die Erhebung der Altlastverdachtsflächen befindet sich auf hohem Niveau.

Wirksame Maßnahmen zur Klärung des festgestellten Altlastenverdachts sind erforderlich

## ANTEIL DER FLÄCHEN MIT GEKLÄRTEM ALTASTVERDACHT AN DER GESAMTZAHL DER ALTLASTVERDACHTSFLÄCHEN, BEZOGEN AUF DAS JAHR 2000 – VERDACHTSKLÄRUNGSQUOTE - [%]

**Problem-/Vorsorgefeld:** Als Folge des Betriebs von Anlagen mit fehlenden oder geringen Umweltstandards kam es in der Vergangenheit zu übermäßigen Stofffreisetzungen. Diese Stoffe reichern sich im Laufe der Zeit im Boden und im Grundwasser an. Hierdurch entstanden Risiken für Ökosysteme und die menschliche Gesundheit. Infolge einer häufig ungeklärten Standortsituation (Rechtsnachfolger, Untersuchungs- und Sanierungsaufwand, der Kosten und des Kostenträgers, Möglichkeiten der planungsrechtlichen Nutzung, etc.) ist eine schnelle Wiedernutzung von Altlasten und Altlastverdachtsflächen oft nicht möglich. Damit liegen diese lange brach und stehen als Flächenressourcen nicht zur Verfügung.

Die Altlastenbewältigung dient vorrangig der Gefahrenabwehr mit dem Ziel der nachhaltigen

Wiederherstellung der Bodenfunktionen. Beim Flächenrecycling als zentraler Bestandteil einer wirtschaftlichen, ökologischen und städtebaulichen Erneuerungsstrategie sind darüber hinaus die allgemeinen Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse und die Sicherheit der Wohnbevölkerung zu berücksichtigen.

**Definition:** Die Verdachtsklärungsquote stellt das Verhältnis zwischen der Anzahl der Flächen mit geklärtem Altlastverdacht und der Gesamtzahl der Altlastverdachtsflächen (Stand 31.03.2000) in Bayern dar. Altlastverdachtsflächen sind Altablagerungen und Altstandorte, bei denen der Verdacht schädlicher Bodenveränderungen oder sonstiger Gefahren für den Einzelnen oder die Allgemeinheit besteht. Flächen mit geklärtem Altlastverdacht sind solche, bei denen entweder der Altlastverdacht ausge-



räumt wurde oder bei denen der Altlastverdacht hinreichend bestätigt wurde.

**Funktionaler Zusammenhang:** Der Indikator ist dem MÖN-Kapitel *Ressourcen / Boden / Fläche* zuzuordnen. Er beschreibt das Potenzial einer Wiedernutzung aller bayerischen Altlastverdachtsflächen zu einem bestimmten Zeitpunkt. Altlastenbewältigung ist eine endliche Aufgabe, die in Anbetracht begrenzter Fallzahlen mit überschaubarem Mitteleinsatz in überschaubarer Zeit lösbar ist. Nur bei einem Teil der Altlastverdachtsflächen bestätigt sich letztlich der Gefahrenverdacht. Analog zum DPSIR-Typisierungsschema handelt es sich hierbei um einen *Maßnahmenindikator*.

Altlasten/Altlastverdachtsflächen sind Flächen, die aktuell für eine Wieder- oder Umnutzung wegen (möglicher) stofflicher Belastungen (z.B. Schwermetalle, organische Stoffe) nicht zur Verfügung stehen. Dies hat zur Folge, dass der Flächenbedarf für die Siedlungsentwicklung vorzugsweise aus dem Flächenbestand gedeckt wird, der kein Altlastenrisiko in sich birgt. Dadurch wiederum entsteht eine Konkurrenzsituation um die nicht vermehrbare *Ressource Boden/Fläche*.

**Datenlage:** Das LfU hat den Datenbestand des früher nach Art. 27 Abs. 2 BayAbfAlG geführten Altlastenkatasters in das neue Kataster nach Art. 3 BayBodSchG übernommen, dessen Grundlage die beiden Anhänge der BayBodSchVwV bilden. Zum Stand 31.03.2000 waren 13.329 Altlastverdachtsflächen in den damaligen Bearbeitungsprioritäten 1 bis 6 erfasst. Dokumentiert werden alle Daten von der Erfassung, über die Untersuchung - einschl. der Festlegung der nunmehr geltenden Bearbeitungsprioritäten A, B und C zum jeweiligen Verfahrensabschnitt - bis zur Entlassung der Flächen aus dem Kataster. Der Datenbestand des alten Katasters wurde von den Kreisverwaltungsbehörden (KVB) ergänzt, berichtet und den Anforderungen des neuen Bodenschutzrechts angepasst (siehe Anhang 2 BayBodSchVwV).

**Umweltziele:** Als Umwelthandlungsziel gilt, dass der Altlastverdacht bis 2010 bei 50 % der Flächen und bis 2020 bei allen Flächen (Stand: 31.03.2000) geklärt sein soll.

**Bewertung:** Aufgrund der weitgehend erfolgten Neustrukturierung des Katasters und der Reorganisation der Datenbestände durch die 96 KVB können ab 2003 erste belastbare Aussagen getroffen werden. Die Verdachtsklärungsquote für 2003 von 23 % beruht vorrangig auf Effekten der Datenaktualisierung. Sie darf nicht als Übererfüllung des Zielkorridors fehlinterpretiert werden.

**Weiterentwicklung:** Ein Weiterentwicklungsbedarf wird derzeit nicht gesehen

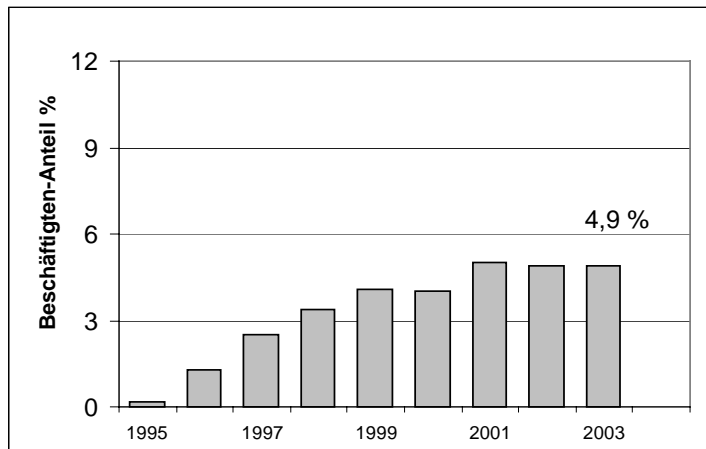
**Regionalisierbarkeit:** Aufgrund der Katasterstruktur - Erfassung der Verdachtsflächen über Gemarkung und Flur-Nr. - ist der Indikator bis auf Gemeindeebene verfügbar.

**Länderkompatibilität:** Die LIKI<sup>1</sup> hat hierzu keinen Kernindikator vorgeschlagen.

---

<sup>1</sup> Länder-Initiative Kern-Indikatoren (LIKI) – Stand 30.09.2004

# Umweltmanagement



## Problem- / Vorsorgefeld

- Rohstoffverbrauch
- Energieverbrauch
- Wasserverbrauch

## Regionalisierbarkeit

ja, auf Regierungsbezirksebene

## Datenlage

IHK  
LfStaD, jährlich

## Bewertung

- in den Anfangsjahren deutlicher Anstieg
- zuletzt Anzeichen für Stagnation infolge einer Zurückhaltung bei EMAS-Revalidierung und Bevorzugung von ISO 14001

## ANTEIL DER BESCHÄFTIGTEN IN EMAS-VALIDIERTEN BETRIEBEN GEMESSEN AN DER GESAMTZAHL DER IN BAYERN BESCHÄFTIGTEN - [ % ]

**Problem-/Vorsorgefeld:** Über die Produktion von Gütern und Dienstleistungen nimmt die gesamtwirtschaftliche Angebotsseite maßgeblichen Einfluss auf Einsatz und Nutzung natürlicher Ressourcen. Zu Umweltauswirkungen kommt es in doppelter Hinsicht: Zum einen bedingt eine ineffiziente Ressourcennutzung bei gleichzeitig zu geringer Substitutions- oder Regenerationsrate einen regionalen und globalen Ressourcenmangel, dessen wirtschaftliche, soziale und ökologische Folgen v.a. mit Risiken für nachfolgende Generationen verbunden sind. Zum anderen haben Entscheidungen über die Verwendung umweltrelevanter Einsatzstoffe und Produktionsverfahren immer auch Einfluss auf die Belastung von Umweltmedien.

**Definition:** Der Indikator zeigt den Anteil der in bayerischen EMAS-Betrieben (Organisationen) beschäftigten Personen, gemessen an der

Gesamtzahl aller in Bayern Beschäftigten, abzüglich der Selbständigen und ihrer mithelfenden Familienangehörigen. Berücksichtigung finden Organisationen, die nach dem offiziellen IHK-Register am Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Betriebsprüfung (EMAS – Eco-Management and Audit-Scheme) teilnehmen. Sie müssen sich zur Schaffung, Anwendung, Bewertung und Veröffentlichung eines Umweltmanagementsystems verpflichten, die kontinuierliche Verbesserung ihrer Umwelleistungen nachweisen und dies alle 36 Monate durch einen externen fachkundigen Gutachter bescheinigen lassen. Die vorgenommene Gewichtung mit der Betriebsgröße, gemessen an der Anzahl der Beschäftigten, orientiert sich an der Zielsetzung des Umweltpakts Bayern und will den Größenunterschieden zwischen den Betrieben Rechnung tragen.

**Funktionaler Zusammenhang:** Der Indikator ist dem MÖN-Kapitel *Aktivitäten / Land- und Forstwirtschaft, Industrie und Gewerbe, Ver- und Entsorgung* zuzuordnen. In all diesen Sektoren sind EMAS-validierte Organisationen anzutreffen. Der Schwerpunkt liegt im Bereich „Industrie- und Gewerbe“. Analog zum DPSIR-Typisierungsschema handelt es sich um einen *Maßnahmenindikator*.

Der betriebliche Ressourceneinsatz (Rohstoffe, Wasser, Energie etc.) ist vom Unternehmen gut steuerbar. Daran anknüpfend zielt EMAS auf den effizienten Einsatz der Produktions-Inputfaktoren, d.h. die Aufdeckung und Beseitigung unnötiger und ineffizienter Verbräuche. Der Ressourcenverbrauch wird vermindert, die Belastung der Umweltmedien reduziert. Mit der Berücksichtigung der indirekten Umweltauswirkungen werden seit 27. April 2001 auch Belastungsfaktoren durch EMAS erfasst, die außerhalb der Organisation, z.B. bei Kunden, Zulieferern und Mitarbeitern anfallen. Damit zeigt der Indikator an, in welchem Maße eine Sensibilisierung für die Themen Umweltschutz und Ressourcenschonung im betrieblichen Bereich umgesetzt wird.

**Datenlage:** Die Beschäftigtenzahlen der EMAS-Betriebe werden von den IHKs, den amtlichen EMAS-Registrierungsstellen, erhoben. Das allgemein zugängliche EMAS-Register informiert über Name, Anschrift und Typisierung der Organisation, Registrierungsnummer, Eintragungsdatum und Registrierungsort. Ein Zusammenhang zu den Beschäftigtenzahlen besteht insofern, da Validierung und Registrierung nur nach Entrichtung einer beschäftigungsabhängigen Validierungsgebühr möglich sind. Ausschlaggebend sind hier jedoch immer die Beschäftigtenzahlen der Erstvalidierung, die nicht um später stattfindende Beschäftigungsschwankungen korrigiert werden. Anders ist es bei der vom Statistischen Landesamt erfassten Gesamtzahl der in Bayern Beschäftigten. Hier liegen die jeweils aktuellen Daten zugrunde.

**Umweltziele:** Der Anteil der in EMAS-validierten Betrieben beschäftigten Mitarbeiter ist kontinuierlich und auf lange Sicht zu steigern. Dies erfordert es, dass sich EMAS-Betriebe auch dauerhaft am System beteiligen. Trotz unterschiedlicher Indikatordefinition

harmonisiert diese Zielsetzung mit den Ansprüchen des Umweltpakt Bayern. Von den deutschlandweit 1.757 EMAS-validierten Organisationen entfallen derzeit 371 auf Bayern (Stand 28.01.2004).

**Bewertung:** Die sich zunächst deutlich positiv entwickelnde EMAS-Beteiligung zeigt nun Anzeichen einer Stagnation, die in der Zurückhaltung bei der Revalidierung und der Bevorzugung der privatwirtschaftlichen ISO-Norm begründet liegt. Seitens der EMAS-Teilnehmer wird das Kosten-Nutzen-Verhältnis als ungünstig empfunden – ein Befund, der mit der neuen EMAS-Verordnung angegangen wurde. Ziel war es insbesondere, die qualitativ höherwertigen Anforderungen der EMAS im Vergleich mit der ISO-Norm stärker herauszustellen.

**Weiterentwicklung:** Die Kompatibilität des EMAS-Indikators mit dem Umweltpakt-Ziel wäre wünschenswert. Dies betrifft v.a. die Einbeziehung anderer Umweltmanagementsysteme (v.a. ISO 14001), zu denen derzeit aber keine Daten verfügbar sind. Zusätzlich wäre die Berücksichtigung der sogenannten Light-Versionen von Umweltmanagementsystemen, wie ÖKOPROFIT und QuH zu prüfen, wobei jedoch die unterschiedliche Qualität der einzelnen Systeme im Auge zu behalten ist.

**Regionalisierbarkeit:** Eine Regionalisierung des Indikators ist für die Ebene der Regierungsbezirke möglich.

**Länderkompatibilität:** Die LIKI<sup>1</sup> schlägt den Indikator als länderübergreifenden Kernindikator vor und betont die Notwendigkeit einer Einbeziehung von ISO 14001. Ein Vergleich mit anderen Bundesländern ist möglich.

<sup>1</sup> Länder-Initiative Kern-Indikatoren (LIKI) – Stand 30.09.2004

## 4. Ausblick

### 4.1 Anwendungen

Die Umweltindikatoren können in verschiedene Anwendungen einfließen. Die dabei gewonnenen Erfahrungen müssen bei einer anwendungsdifferenzierten und damit bedarfs- und zielgruppenspezifischen Weiterentwicklung der Indikatoren berücksichtigt werden.

**Umweltplanung:** Umweltindikatoren sind ein wesentliches Instrument zur Erarbeitung von Zielen und zur Kontrolle der Zielerreichung im Rahmen einer Umweltplanung. So hat die Landesregierung in Baden-Württemberg mit ihrem Umweltplan neben qualitativen Zielvorstellungen auch quantifizierte Ziele für einzelne Umweltbereiche formuliert und entsprechenden Indikatoren zur Umsetzung der Ziele benannt.

Für Bayern hat das Aktionsprogramm zur Bayern-Agenda (s.u.) einen vergleichbaren Stellenwert.

**Politikintegration:** Umweltindikatoren können der Verbesserung der ressortübergreifenden Kommunikation über prioritäre Handlungsfelder dienen. Aufgabe könnte die Planung und Verankerung von Umweltzielen in den verschiedenen Fachpolitiken des Freistaates Bayern sein (vgl. Umweltpakt), wie dies auch der Cardiff-Prozess auf EU-Ebene vorsieht. Ergänzende sektorspezifische Umweltindikatoren (z.B. für den Agrarbereich) aber auch schutzgutbezogene Indikatoren (z.B. für den Gesundheitsbereich) können ausgehend vom vorgeschlagenen Kernindikatorensatz entwickelt werden. Für Bayern wird derzeit an einem Gesundheits-Indikatorensystem gearbeitet.

**Nachhaltige Entwicklung:** Zur Operationalisierung des Leitbildes „Nachhaltige Entwicklung“ werden schon in der Rio-Agenda 1992 Indikatoren gefordert. Zu der von der Staatsregierung Ende 1997 beschlossenen Bayern-Agenda 21 wurde für den Weltgipfel in Johannesburg 2002 ein Aktionsprogramm erstellt. Das Aktionsprogramm enthält Ziele und Maßnahmen. Die Umweltindikatoren sollen Grundlage für ein geeignetes Controlling sein, wobei in einem ersten Schritt eine Verknüpfung mit den Zielen erfolgen könnte.

Die „Nationale Nachhaltigkeitsstrategie“ des Jahres 2002 der Bundesregierung enthält bereits einige Umweltindikatoren. Im Auftrag der Umweltministerkonferenz (UMK) hat der Bund-Länder-Arbeitskreis „Nachhaltige Entwicklung“ (BLAK-NE) auf der Grundlage der LIKI-Kernindikatoren eine Liste „umweltbezogener Nachhaltigkeitsindikatoren“ erstellt. Die UMK hat im Mai 2004 diesen Kernindikatoren (vgl. Anlage 2) zugestimmt und die vorrangige Berücksichtigung dieser gemeinsamen Indikatoren beschlossen ([www.blak-ne.de](http://www.blak-ne.de)).

Auf Europaebene werden im jährlichen „Synthesebericht“ zur Umsetzung der in Göteborg 2001 vereinbarten EU-Strategie für Nachhaltige Entwicklung umweltspezifische Leitindikatoren eingesetzt.

**Umweltbericht:** Die Umweltberichterstattung erfolgt in Bayern derzeit sowohl fachspezifisch (z.B. Lufthygienischer Jahresbericht, Abfallbilanz Bayern etc.) als auch medienübergreifend (z.B. Bilanz zur Bayern-Agenda). Es ist vorgesehen, die bisher erarbeiteten Umweltindikatoren in Verbindung mit veröffentlichten Umweltzielen als Einstieg in eine indikatorengestützte integrierte Umweltberichterstattung (Umweltqualitätsbericht) zu verwenden. Beispielhaft bieten hierzu die „Umweltdaten Deutschland“, die „Umweltdaten 2003 Baden-Württemberg“ oder „The environment in your pocket“ der britischen Behörden interessante Ansätze.

**Umweltinformation:** Umweltindikatoren können auch zur verständlichen Umweltinformation für die Öffentlichkeit eingesetzt werden. Hierzu bieten sich alle Formen der Medien (z.B. Internet) an. Je nach Anwendung und Zielgruppe könnte es auch sinnvoll sein, in Anlehnung an den „DUX“ des Umweltbundesamtes bei Zugrundelegung einiger ausgewählter Schlüsselindikatoren (vgl. Umweltbarometer) einen hochaggregierten „Umweltindex Bayern“ zu entwickeln.

**Ländervergleich:** Umweltindikatoren, mit denen auch in anderen Bundesländern gearbeitet wird (Kernindikatoren), können für einen Vergleich und ein Benchmarking genutzt werden. Voraussetzung ist, dass unter Beachtung von Unterschieden der Bundesländer ein Vergleich überhaupt zielführend ist sowie eine hinreichende Kompatibilität der Indikatorenbildung gegeben

ist. Die derzeitigen Arbeiten der Landesumweltämter in der LIKI können hierzu einen wichtigen Beitrag liefern. Die Europäische Umweltagentur Kopenhagen informiert jährlich in „Environmental Signals“ ländervergleichend über wichtige Trends. Sie stützt sich hierbei auf europaweit verfügbare 37 Kernindikatoren („EEA Core set of indicators“), die einer ständigen Überprüfung unterzogen werden.

**Wirtschaft:** Durch Entwicklung und Anwendung von spezifischen Umweltindikatoren für ausgewählte Branchen der Wirtschaft kann durch Benchmarking / Ranking ein weiteres neues Instrument für den Umweltschutz eingesetzt werden.

## 4.2 Weiterentwicklung

Der Weiterentwicklungsbedarf für Umweltindikatoren ergibt sich für einzelne Indikatoren anhand der dort jeweils beschriebenen Grenzen sowie ergänzend aus den praktischen Erfahrungen in den genannten z.T. zukünftigen Anwendungen. Erfahrungen mit der Entwicklung und der Anwendung von Umweltindikatoren werden derzeit auf der Ebene der Bundesländer, des Bundes, Europas sowie auch im kommunalen Bereich gesammelt. Wesentliche Impulse hierzu sind aus den weiteren Arbeiten der Bund-Länder-Gremien (z.B. LIKI) zu erwarten, die auch mit der (Weiter-)Entwicklung der von der UMK im Mai 2004 beschlossenen Kernindikatoren befasst sind. Daneben wenden sich auch wissenschaftliche Fachdisziplinen dem Thema verstärkt zu.

Der hier vorgestellte Indikatorensatz für Bayern muss daher in regelmäßigen Abständen einer fachlichen Überprüfung unterzogen werden. Hierzu sind alle beteiligten Fachbereiche aufgefordert laufende Entwicklungen zu verfolgen. Beispielsweise verdienen derzeit die Themen „Landschaftszerschneidung“, „Belastung der Muttermilch“, „elektromagnetische Felder“ und „gentechnisch veränderte Pflanzen“ besondere Beachtung.

Auf fachlicher Ebene muss die Weiterentwicklung im nächsten Arbeitsschritt auch noch verstärkt ressortübergreifend geführt und weitere bayerischen Fachstellen (z.B. LfL, LWF) einbeziehen (z.B. „Waldzustand“, „naturschonende

Landwirtschaft“, „Stickstoff-Überschuss“ etc.). Die laufende Abstimmung von Kernindikatoren mit anderen Bundesländern und dem Bund muss ggf. auch unter den jeweiligen Fachexperten weitergeführt werden, um offene Kompatibilitätsfragen zu beantworten und die Aggregationsverfahren abzustimmen (z.B. „Luftqualitätsindex“, „Abfall und Verwertung“). Neuere Ergebnisse werden daher durch eine Fortschreibung des Fachberichtes dokumentiert.



# Anhang

1. Modell ökologischer Nachhaltigkeit (MÖN)
  2. Indikatoren – Übersicht







## Umweltindikatoren - Anhang 1 -

### Modell ökologischer Nachhaltigkeit (MÖN)

Im Projektbericht „Weiterentwicklung des Umweltindikatorensystems für Bayern“ (Bericht: November 2000) wird das DPSIR<sup>1</sup>-Modell der Europäischen Umweltagentur als aktuelles und geeignetes Konzept zur Typisierung von Indikatoren vorgeschlagen. Dieses Modell wird auch für ein Umweltindikatorensystem in Bayern empfohlen, seine Aktualität wurde bei der Tagung im LfU am 15./16.02.2001 „Ökologische Indikatoren der Nachhaltigkeit“ bestätigt.

In Anlehnung an dieses DPSIR-Modell hat die Projektgruppe Umweltindikatoren das „Modell ökologischer Nachhaltigkeit“ (MÖN) erarbeitet. Es beinhaltet eine Strukturierung, Detaillierung und Charakterisierung der für die weitere Arbeit wichtigen vier DPSIR-Kategorien *Driving forces*, *Pressure*, *State* und *Impact* durch konkrete Kapitel, Unterkapitel und Erläuterungen. Eine Ausarbeitung der DPSIR-Kategorie *Response* wurde nicht vorgenommen, da Maßnahmen in allen 4 Kategorien ansetzen können und für die Darstellung der Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge nicht benötigt werden. Eine Typisierung von gewählten Indikatoren nach dem DPSIR-Modell bleibt hiervon unbeeinflusst.

Das MÖN soll bei der Indikatorenentwicklung in Zusammenarbeit mit allen berührten Fachbereichen **Hilfestellungen** bei folgenden Arbeitsschritten geben:

- Beschreibung des Querschnittscharakters der ökologischen Säule der Nachhaltigkeit mit Darstellung der medienübergreifenden Zusammenhänge,
- Themenzugang sowie Identifizierung einzubeziehender Fachbereiche,
- Auffinden der funktionalen Zusammenhänge zwischen Antriebskräften, Belastungsfaktoren, Veränderungen des Umweltzustandes und resultierenden Folgen (Problem- und Vorsorgefeldern),
- Prüfung der Problemadäquanz von Indikatorenvorschlägen und
- anwendungs-/zielgruppenadäquate Strukturierung von Umweltberichten und Indikatorensystemen.

---

<sup>1</sup>) *Driving forces*: Antriebsindikatoren zeigen auf, welche menschlichen Aktivitäten die relevanten Umweltbelastungen hervorrufen. *Pressure*: Belastungsindikatoren drücken aus, welche konkreten Umweltbelastungen durch die verschiedenen Sektoren verursacht werden. *State*: Zustandsindikatoren beschreiben die Umweltqualität (Umweltmedien und natürliche Ressourcen), die durch Einflussfaktoren verändert werden. *Impact*: Wirkungsindikatoren stellen die weiteren Auswirkungen von Veränderungen bei Umweltmedien und Ressourcen heraus. *Response*: Maßnahmenindikatoren messen, mit welchen Mitteln und in welchem Ausmaß Politik und Gesellschaft in den festgelegten Handlungsfeldern auf die Umweltveränderungen reagieren.

## Aktivitäten (Driving forces)

*Menschliche Aktivitäten dienen der Befriedigung vielfältiger **Bedürfnisse** und sind damit die wirtschaftlichen Antriebskräfte, die täglich die natürlichen Lebensgrundlagen beanspruchen. Dies geschieht dadurch, dass Ressourcen verbraucht und Flächen genutzt werden. Durch alle menschlichen Aktivitäten werden die Umweltmedien beeinflusst, deren Veränderungen ökologische Folgen wie auch ökonomische und soziale Auswirkungen haben. An dieser Stelle des MÖN kann eine Anknüpfung an diese Dimensionen der Nachhaltigkeit erfolgen.*

### Haushalte und Konsum

Die Haushalte bestimmen in hohem Maße die bedürfnis- und bedarfsgeleitete Nachfrage und den Konsum von Produkten und Dienstleistungen (z.B. Nahrungsmittel, Wohnen, Mobilität, Freizeit, Erholung). Der Konsum wird vom verfügbaren Einkommen bestimmt. Gleichzeitig ist er auch wesentlich von grundlegenden Werten und Überzeugungen der handelnden Menschen, damit von deren Lebensstil und Umweltbewusstsein abhängig und letztlich auch Resultat gesamtgesellschaftlicher Entwicklungen. Die mit Haushalten und Konsum verbundenen Aktivitäten haben erhebliche Folgen für die Umwelt, z.B. durch Flächennutzung (Siedlung und Verkehr) oder Stoffabgaben in Form von Abfällen, Abwasser und Abgasen. Durch verändertes Nachfrageverhalten sind Rückkopplungseffekte auf Produktionssektoren (z.B. ökologisch erzeugte Nahrungsmittel, 3-Liter-Auto etc.) möglich. Das Verbraucherverhalten ist damit ein wichtiger Schlüssel zur nachhaltigen Entwicklung.

### Land- und Forstwirtschaft

Die Land- und Forstwirtschaft sind einschließlich der Fischerei und des Gartenbaus Formen der Boden- und Flächennutzung, die die Produktion von biotischen Rohstoffen in Ökosystemen unter Nutzung und Steuerung der natürlich ablaufenden Prozesse beinhalten. Zur Steuerung werden Stoffe wie Dünger und Pestizide verwendet oder Verfahren der Pflanzenzucht angewendet und weiterentwickelt, die auch für die Nahrungskette von Bedeutung sind. Zudem werden durch bestimmte technische Maßnahmen wie z.B. den Einsatz landwirtschaftlicher Maschinen und den Bau von Drainagegräben oder durch planerische Maßnahmen zur ländlichen Entwicklung Strukturveränderungen von Flächen und Böden hervorgerufen. Die Folge sind Auswirkungen auf die natürlichen Lebensgrundlagen, insbesondere Boden und Wasser, Strukturen und Funktionen von Ökosystemen und Vernetzung von Biotopen.

### Industrie und Gewerbe

Industrie und Gewerbe (Produktion, Dienstleistung, Handwerk, Handel) vertreten mit ihren Produkten und Dienstleistungen die bedürfnis- und bedarfsorientierte Angebotsseite. Hier werden die unterschiedlichsten

Ressourcen (Rohstoffe, Energie, Wasser etc.) eingesetzt und Bodenflächen für die Standorte beansprucht. Industrielle und gewerbliche Aktivitäten sind unmittelbar ursächlich für eine Vielzahl von Einflüssen (z.B. Stoffe) auf die Umweltmedien (z.B. Atmosphäre, Wasser). Der Handel mit Produkten und die Dienstleistungen sind eng verknüpft mit Personen- und Güterverkehr (Verkehr).

### Ver- und Entsorgung

Unter Ver- und Entsorgung werden diejenigen Wirtschaftszweige zusammengefasst, die die Bereitstellung z.B. von Energie und Wasser sowie die Entsorgung von Abwasser und Abfällen gewährleisten. Beide erfüllen infrastrukturelle Aufgaben für Haushalte, Land- und Forstwirtschaft sowie Industrie und Gewerbe. Sie haben sowohl die Ver- und Entsorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit zu erfüllen als auch ökologischen Anforderungen zu genügen. Die Energieversorgung nutzt Ressourcen und setzt Stoffe z.B. in die Atmosphäre frei. Die Wasserversorgung nutzt Wasser vorrangig als Umweltressource. Bei der Abfall- und Abwasserentsorgung kommt es ebenfalls zu Stofffreisetzung. Eine wichtige Aufgabe der Abfallentsorgung ist die Aufbereitung von Abfällen zu Sekundärrohstoffen und Sekundärenergieträgern (Kreislaufwirtschaft) zur Ressourcenschonung.

### Verkehr

Das individuelle Bedürfnis nach Mobilität sowie der Beförderungsbedarf aller wirtschaftlich tätigen Sektoren führen zu einem derzeit stetig wachsenden Verkehrsaufkommen. Verkehr lässt sich in Straßen-, Schienen-, Luft- und Schifffahrtsverkehr (Modal-Split) unterscheiden und dient der Personen- sowie der Güterbeförderung. Während die Haushalte durch Arbeitswege und verändertes Freizeitverhalten am Personenverkehrsaufkommen einen großen Anteil haben, wird der Güterverkehr überwiegend von der gewerblichen Wirtschaft verursacht. Das Verkehrsgeschehen hat durch seine Flächen- und Ressourceninanspruchnahme, die Stoffabgaben und die Lärmentwicklung vielfältige Auswirkungen auf alle Umweltmedien und Ressourcen mit Folgen für Ökosysteme und Land-

schaft, Klima, menschliche Gesundheit und Rohstoffbestand. Im Kontext nachhaltiger Entwicklung sind auch die weitreichenden sozioökonomischen Aspekte

(z.B. Unfallfolgen) des Verkehrsgeschehens zu beachten.

## Belastungsfaktoren (Pressure)

*Von den menschlichen Aktivitäten gehen vielfältige, die **Umwelt belastende Einflüsse** (Belastungsfaktoren) aus. Dem Verursacherprinzip folgend, ist für die Indikatorenentwicklung deren qualitative und quantitative Zuordnung zu den einzelnen Sektoren von Bedeutung. Die Belastungsfaktoren führen zu Veränderungen des Umweltzustandes, d.h. der Umweltmedien sowie der Ressourcen.*

### Stoffe

Stoffe werden bei menschlichen Aktivitäten zweckgerichtet als Einsatzstoffe (z.B. Dünger, Pflanzenschutzmittel) ausgebracht oder zur Beseitigung (z.B. über Abgase und Abwässer) in die Umwelt abgegeben. Sie verändern die Zusammensetzung der Umweltmedien Atmosphäre, Wasser, Boden und Biota. In diesen Medien können die Stoffe transportiert, akkumuliert, umgewandelt, mobilisiert und aus diesen ausgetragen werden. Aufgrund ihrer stoffspezifischen Wirkungen (z.B. toxisch, eutrophierend, versauernd) können die Stoffe über die Medien den Menschen (Gesundheit), die Ökosysteme sowie das Klima beeinflussen.

### Geräusche

Menschen empfinden Geräusche dann als Lärm, wenn sie bewusst oder unbewusst stören. Menschen und Tiere können in ihren räumlichen und zeitlichen Ruhezeiten betroffen sein. Mit wachsenden Schallpegeln nehmen die nachteiligen Wirkungen von Geräuschen zu, der Anteil der sich gestört fühlenden und objektiv belasteten Personen steigt an. Besonders schädlich ist die Beeinträchtigung der Schlafstadien in der Nachtzeit. Lärm ist eine direkt erfahrbare Umweltbelastung. Nach allen Umfragen seit Ende der fünfziger Jahre fühlen sich mehr als 50 % der Menschen durch Lärm beeinträchtigt. Umweltlärm hat physische, psychische, soziale und ökonomische Auswirkungen auf den Menschen und ökosystemare Folgen durch Störung von Tieren. Der Einflussfaktor Lärm hat vor allem durch Straßenverkehr und Freizeitverhalten zugenommen.

### Strahlung

Strahlung ist die gerichtete räumliche und zeitliche Ausbreitung von Energie in Form von Wellen und/oder Teilchen. Es wird ionisierende von nicht-ionisierender Strahlung unterschieden. Ionisierende Strahlung (radioaktive Strahlung) entsteht sowohl aus natürlichen als auch aus zivilisatorischen Quellen. Natürliche Quellen sind z.B. das Weltall (kosmische Strahlung) sowie natürliche radioaktive Stoffen (terrestrische Strahlung). Zivilisatorische Quellen sind die

medizinische Röntgendiagnostik, Nuklearmedizin, Kohle- und Kernkraftwerke sowie die industrielle Nutzung der Radioaktivität (z.B. zerstörungsfreie Werkstoffprüfung mit Röntgenstrahlen). Nicht-ionisierende Strahlung resultiert sowohl aus natürlichen Quellen, z.B. der natürlichen Infrarot- oder UV-Strahlung, als auch aus künstlichen Quellen, z.B. Radio- oder Mikrowellen aus dem Betrieb von Sendeanlagen und Handys. Ionisierende Strahlung kann Zellgewebe schädigen und Erbgut verändern. Auch von nicht-ionisierender Strahlung kann eine zellgewebesetzschädigende Wirkung ausgehen; die Möglichkeit anderer gesundheitlicher Beeinträchtigungen wird derzeit noch untersucht.

### Biologische Agenzien

Auch biologische Agenzien, z.B. pathogene Mikroorganismen, können zu Belastungen von Umweltmedien führen. Bakterien und Viren im Abwasser können Oberflächengewässer so belasten, dass diese (z.B. als Badegewässer) nicht oder nur eingeschränkt genutzt werden können. Mit Hilfe der Gentechnik kann das Erbgut von Organismen zweckorientiert neu kombiniert und auch über Artgrenzen hinweg übertragen werden. Gentechnik wird heute weltweit in allen Bereichen eingesetzt, in denen mit Organismen umgegangen wird, z.B. in Medizin, Landwirtschaft, Nahrungsmittelproduktion oder Umweltschutz. Diskutiert werden nachteilige Auswirkungen der Gentechnik auf die Gesundheit (z.B. die Auslösung von Allergien durch gentechnisch veränderte Eiweiße) oder auf Ökosysteme (z.B. unkontrollierte Ausbreitung von gentechnisch veränderten Organismen).

### Strukturveränderung

Die wirtschaftlichen Nutzungsfunktionen der Ressource Boden/Fläche lassen sich in Fläche für Siedlung und Verkehr, Standort für land- und forstwirtschaftliche Nutzung, Standort für sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen, (z.B. Industrie, Gewerbe, Ver- und Entsorgungseinrichtungen)

gen, Erholungsflächen) sowie Rohstofflagerstätte unterscheiden und stehen in Konkurrenz zueinander. Hierzu gehört auch die Nutzung von Gewässern durch z.B. Erholung, Fischerei oder zur Energiegewinnung aber auch zur Einleitung von Abwärme z.B. aus Wärmekraftwerken. Die Bedürfnisse des Menschen werden über diese verschiedenen Formen gezielter anthropogener Flächennutzung befriedigt. Diese führen zu oft irreversiblen Strukturveränderungen des Bodens (z.B. Bodenversiegelung und -verlust, Flächenzerschneidung), von Gewässern (z.B. Fließgewässerbegradigung, Staustufen) und Lebensräumen für Tiere und Pflanzen (z.B. Biotopzerstörung). Daraus folgt eine Beeinträchtigung der natürlichen Funktionen der Umweltmedien als Bestandteil des Naturhaushaltes (z.B. Filtration, Pufferung, Stoffumwandlung, Lebensraumfunktion) und als Lebensgrundlage.

### Ressourcenverbrauch

Die Aktivitäten des Menschen verbrauchen globale und regionale Vorräte an Energie, Wasser, Boden/Fläche und anderen Rohstoffen. Dabei ist die verfügbare Menge der heute noch bedeutendsten Energie-

träger Erdöl, Erdgas und Kohle sowie mineralischer Rohstoffe (z.B., Erze) ebenso begrenzt wie landwirtschaftlich nutzbare und fruchtbare Böden. Während der Ressourcenverbrauch weltweit wie die Bevölkerungs- und Lebensstandardentwicklung weiter zunimmt, konnte in Teilbereichen (z.B. Energieverbrauch) durch Effizienzsteigerungen eine Entkoppelung vom Wirtschaftswachstum erreicht werden. Der Ressourcenverbrauch muss sich an der Regenerationsfähigkeit erneuerbarer Ressourcen (z.B. Wasser) bzw. an der Substitutionsrate nicht erneuerbarer Ressourcen (z.B. fossile Energieträger) orientieren. Bei der Versorgung mit Trinkwasser ist im besonderen Maße auch die Qualität der Wasserressourcen und, wie auch bei den Böden, deren regionale Verfügbarkeit zu beachten. Wie Wasser, können auch zahlreiche Pflanzen und Pflanzenteile (z.B. Holz, Pflanzenöle etc.) als nachwachsende Rohstoffe oder erneuerbare Energieträger bei umweltgerechter Erzeugung und effizienter Verwendung zeitlich unbegrenzt genutzt werden.

## Umweltmedien und Ressourcen (State)

*Bei der Beschreibung des **Umweltzustandes** ist es zielführend zwischen den Umweltmedien und den Ressourcen zu unterscheiden. Bei den Umweltmedien stehen zumeist Qualitätsaspekte zur Lebensraumfunktion und andere natürliche Funktionen im Vordergrund (vgl. Luft-, Wasser- und Bodengüte). Ressourcen sind stoffliche und energetische Vorräte des Naturhaushaltes ebenso wie die begrenzte, für eine weitere Entwicklung zur Verfügung stehende Bodenfläche. Hierbei treten regelmäßig quantitative sowie ökonomische Nutzungsaspekte in den Vordergrund. Der Zustand von Umweltmedien - **Umweltqualität** - und der Ressourcen wird durch die o.g. Belastungsfaktoren verändert und muss ggf. regional differenziert betrachtet werden (z.B. Luftqualität in Städten).*

## Umweltmedien

### Atmosphäre

Die Atmosphäre ist die Lufthülle, die unsere Erde umgibt. Sie besteht aus Stickstoff, Sauerstoff sowie Spurengasen und steht in direktem Kontakt mit der Hydro-, Bio- und Pedosphäre, so dass ein intensiver Stoffaustausch mit diesen Umweltmedien stattfindet. Die Atmosphäre wird durch alle anthropogenen Aktivitäten über den Eintrag von Stoffen verändert, mit möglichen Folgen für Ökosysteme, Klima sowie Gesundheit des Menschen (z.B. Klimaveränderungen durch atmosphärische Spurenstoffe – ‚Treibhauseffekt‘, Abbau der Ozonschicht in der Stratosphäre – ‚Ozonloch‘, versauernd wirkende Stoffe – Ammonium, Stickstoff- und Schwefeldioxid - sowie Gesundheitsgefahren durch bestimmte Luftschadstoffe wie

z.B. Feinstaub, flüchtige organische Stoffe – ‚VOC‘, persistente organische Stoffe – ‚POPs‘ und bodennahes Ozon). Darüberhinaus dient die Atmosphäre als Trägermedium für die Geräusche. Die Geräusche haben in Form von ‚Umweltlärm‘ Auswirkungen auf Ökosysteme und die Gesundheit des Menschen.

### Wasser

Wasser ist als Süßwasser und Salzwasser der größte Lebensraum und Voraussetzung für Leben in allen Ökosystemen der Erde. Es ist unentbehrlich für die Fruchtbarkeit der Böden. Dabei ist Grundwasser als natürlicher Wasserspeicher von großer Bedeutung. Die Wechselbeziehungen zwischen

Niederschlägen, Oberflächen- und Grundwasser regeln den Wasserhaushalt. Das Umweltmedium Wasser wird durch Stoff- und Mikroorganismen-Einträge (z.B. Nährstoffe, Schwermetalle, persistente organische Stoffe, POPs', medizinische Wirkstoffe, Bakterien, Viren etc.) in seiner Qualität beeinträchtigt. Dies bewirkt z.B. Schadstoffakkumulation in Sedimenten und Organismen, Eutrophierung oder Versauerung mit möglichen ökosystemaren Folgen und Konsequenzen für die Nutzung. Wasser als Wärmespeicher beeinflusst lokale und globale klimatische Verhältnisse.

### **Boden**

Böden sind dreidimensionale Ausschnitte der äußersten Erdkruste (Pedosphäre), die durch bodenbildende Prozesse geprägt sind und sich durch solche Vorgänge ständig weiter verändern. Zu den Faktoren der sogenannten Pedogenese zählen das Gestein, das Klima, die Lebensgemeinschaften, das Relief, der Mensch und die Zeit. In seiner natürlichen Funktion ist der Boden Lebensgrundlage für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen, Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoff-Kreisläufen sowie als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für Stoffe auf Grund seiner Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, insbesondere auch zum Schutz des Grundwassers. Über den Boden

gelangen auch Schadstoffe ins Trinkwasser und in die Nahrungskette und können so Menschen und andere Lebewesen beeinträchtigen. Auch Strukturveränderungen wie Bodenverdichtung oder -vernässung stören die Funktionen des Bodens und den Ablauf der natürlichen Prozesse.

### **Biota**

Biota sind alle Lebewesen der Umwelt (Pflanzen, Tiere, Pilze u.a.). Sie sind die lebenden Grundbausteine der Ökosysteme. Einflüsse auf die Umwelt prägen sich im ersten Schritt als stoffliche Veränderungen oder Verhaltensänderungen von Einzellebewesen aus, die in Folge zu individuellen Schädigungen führen können. Diese können aufgrund der funktionalen Einbindung der Biota in die Ökosysteme Auslöser für ökosystemare Veränderungen sein. Deshalb und darüberhinaus wegen ihrer Funktion als Genressource, aus ethischen Gründen und letztlich zum Wohl des Menschen sind sie ein zu schützendes Umweltmedium. Der Mensch wird nicht den Biota zugeordnet, sondern trotz seiner Abhängigkeit von den Funktionen der Ökosysteme wegen der sozialen und wirtschaftlichen Verknüpfungen separat betrachtet.

## **Ressourcen**

### **Energie**

Menschen nutzen verschiedene Energiequellen zur Bereitstellung benötigter Wärme (z.B. Heizung) oder zur Erzeugung von Antriebskraft (z.B. Strom) für alle ihre Aktivitäten. Eine ausreichende Versorgung mit Energie ist heute eine der wichtigsten Voraussetzungen zum Wirtschaften und auch für zukünftige Generationen eine unentbehrliche Lebensgrundlage. Während die heute weltweit überwiegend genutzten fossilen Energiequellen Erdöl, Erdgas und Kohle ebenso wie spaltbares Uran erschöpflich sind, sind Sonne, Wasser, Wind, Erdwärme sowie Biomasse erneuerbar. Im Sinne der Nachhaltigkeit sind nicht erneuerbare Energiequellen möglichst sparsam einzusetzen (Energieeffizienz). Dies um so mehr, da Erdöl als wichtiger nicht erneuerbarer Rohstoff für die stoffliche Produktion dient und die Nutzung fossiler Energieträger bei Freisetzung von Kohlendioxid erheblich zur Klimaveränderung beiträgt. Mit der Nutzung erneuerbarer Energien und dem Einsatz von Sekundär-Energieträgern aus der Kreislaufwirtschaft sind gleichzeitig die Möglichkeiten zu deren Substitution fortzuentwickeln.

### **Wasser**

Nur ein sehr geringer Anteil des Wassers auf der Erde, das Süßwasser, ist als Trinkwasser, Brauchwasser in der Nahrungsmittelproduktion und zur Bewässerung landwirtschaftlich genutzter Flächen geeignet. In Bayern wird dieses fast ausschließlich aus Grund- und Quellwasser gewonnen. Der größte Konsum von Wasser im Haushalt erfolgt als Brauchwasser für Hygienewecke. Wasser wird in Landwirtschaft und Gartenbau für die Bewässerung ebenso benötigt wie für die anschließende Verarbeitung der Erzeugnisse. Auch bei der Produktion von sonstigen Gütern setzen Industrie und Gewerbe große Mengen an Wasser ein. Es wird dabei als Lösungsmittel ebenso verwendet wie als Brauch- und Kühlwasser. Die Verfügbarkeit von Wasser ist deshalb ein wichtiger Standortfaktor. Obwohl Bayern ein wasserreiches Land ist, gibt es auch hier Regionen in denen zeitweise Mangel herrscht, Wasser wird deshalb gespeichert, z.T. wird Wasser aus der Alpen- und Donauregion in den wasserärmeren Norden umgeleitet. Durch den Eintrag von Stoffen bei der Verwendung von Wasser wird seine Nutzbarkeit beeinflusst. Als regenerative Energiequelle

liefert Wasserkraft einen Beitrag zur Energieversorgung (vgl. Energie). Im Meer, den Binnenseen und Flüssen werden wertvolle Nahrungsmittel gewonnen.

### Boden / Fläche

Der Boden stellt mit seinen Nutzungsfunktionen eine wichtige Ressource dar. Der Verlust bzw. die Zerstörung von Bodenfunktionen wird durch die räumliche und zeitliche Konkurrenz in der Bodennutzung verursacht (vgl. Strukturveränderungen /Flächennutzung). Beispielsweise ergeben sich Konkurrenzsituationen mit der landwirtschaftlichen Nutzung oder dem Erhalt von Ökosystemen durch die Entwicklung von gewerblichen Einrichtungen, Siedlungen und Verkehrswegen oder durch die Nutzung von Bodenmaterial als Rohstoff (Erze, Baustoffe etc.). Von infrastrukturellen Einrichtungen wie Siedlungen, Industrieanlagen oder Verkehrswegen gehen Stoffbelastungen auf Böden aus. Als Folge übermäßiger Stoffbelastungen können Böden ihre natürliche Funktion (z.B. Filtereigenschaft) oder ihre Nutzungsfunktion (z.B. Nahrungsmittelerzeugung) verlieren und damit als Ressource verloren gehen. Funktionsverluste können auch verursacht werden durch übermäßige land- und forstwirtschaftliche Nutzung mit der Folge von Strukturveränderungen des Bodens wie Bodenverdichtung, Bodenvernässung oder Bodenerosion.

### Rohstoffe

Man kann zwischen mineralischen und nachwachsenden Rohstoffen unterscheiden. Mineralische Rohstoffe werden je nach Lagerstättenverhältnissen untertage oder übertage gewonnen. Eine grobe Einteilung unterscheidet Energierohstoffe (vgl. Energie), metallische Rohstoffe, Steine und Erden sowie sonstige Industriemineralien. Zu den wirtschaftlich wichtigsten Rohstoffen gehören u.a. Erdöl, Steinkohle, Erdgas, Sand und Kies, Eisenerz, Kalkstein, Bauxit, Braunkohle, Schwefel und Phosphat. Nachwachsende Rohstoffe sind pflanzliche und tierische Produkte der Land- und Forstwirtschaft zur gewerblichen und industriellen Nutzung im Nichtnahrungsbereich. Verwendungszwecke können z.B. für Fasern, Heilpflanzen, Holz, Lignocellulose, Öle, Fette, Stärke etc. die industrielle Weiterverarbeitung z.B. zu Baumaterialien, Papier, technischer Stärke etc. und die Erzeugung von Wärme und Strom sein (vgl. Energie). Im Sinne der Nachhaltigkeit sind nicht erneuerbare Rohstoffe möglichst sparsam einzusetzen (Rohstoffeffizienz) und gleichzeitig mit der Nutzung nachwachsender Rohstoffe und dem Einsatz von Sekundärrohstoffen aus der Kreislaufwirtschaft die Möglichkeiten zu deren Substitution fortzuentwickeln.

## Folgen (Impact)

*Qualitative und quantitative Veränderungen des Umweltzustandes, d.h. der Umweltmedien und Ressourcen können **Wirkungen** auf die natürlichen Lebensgrundlagen und die menschliche Gesundheit haben. Diese Folgen können so weitgehend sein, dass zukünftige Generationen nicht mehr ihren Bedürfnissen entsprechend leben können. Eine Unterscheidung der Kapitel Ökosysteme, Klima, Landschaft, Ressourcen und Gesundheit wird vorgeschlagen. So werden auch solche Handlungsfelder einbezogen, in denen auch und z.T. überwiegend gesellschaftliche und / oder wirtschaftliche Folgen zu beachten sind. Hier sind wiederum die für die Entwicklung von Nachhaltigkeitindikatoren erforderlichen Verbindungen zur ökonomischen und sozialen Säule der Nachhaltigkeit herstellbar.*

### Ökosysteme

Ökosysteme bestehen aus Biota und den Medien Wasser, Boden und Atmosphäre. Sie sind geprägt durch die Beziehungen der Lebewesen untereinander und mit ihrem Lebensraum. Jedes Ökosystem besitzt besondere Strukturen und Funktionen. Strukturen sind bedingt: physikalisch - durch die Gliederung des Raumes, chemisch - durch Menge und Verteilung der anorganischen und organischen Stoffe, biologisch - durch die Ernährungsstufen der Produzenten, Konsumenten und Destruenten, durch das Spektrum der Lebensformen

und die Mannigfaltigkeit der Arten. Die Funktionen eines Ökosystems sind bestimmt durch den Kreislauf der Stoffe, dem damit verbundenen Energiefluss und ferner durch die Beziehungen und Interaktionen zwischen den Biota. Ökosysteme sind stets offen und haben bis zu einem gewissen Grade die Fähigkeit zur Selbstregulation. Das ist die Eigenschaft, durch interne Regulationsmechanismen, wie z.B. Räuber-Beute-Beziehungen, Konkurrenz oder Symbiose, Störungen zu puffern und dadurch eine gewisse Stabilität aufrecht zu erhalten. Darüber hinausgehende anthropogene Veränderungen

der Umweltmedien können zu unabsehbaren Veränderungen der Ökosysteme und damit zur Gefährdung der natürlichen Lebensgrundlagen führen.

### **Klima**

Das Klima der Erde wird durch meteorologische Parameter, wie Lufttemperatur, -feuchtigkeit und -druck, Niederschläge, Winde und die Sonneneinstrahlung charakterisiert und hat eine räumliche und zeitliche Ausprägung. Der Strahlungshaushalt der Erde ist für das Klima eine maßgebliche Größe, der durch den Gehalt von bestimmten natürlichen und anthropogenen Treibhausgasen wie z.B. Kohlendioxid und Wasserdampf in der Erdatmosphäre beeinflusst wird. Diese halten einerseits die Erde „warm“, sind daher unverzichtbar für unsere Lebensformen, andererseits steigt deren Gehalt u.a. durch die Nutzung fossiler Energierohstoffe stetig an. Klimaveränderungen, wie der Anstieg der globalen Temperaturen sind bereits feststellbar und werden mittels Klimamodellen für die Zukunft prognostiziert. Nach dem Stand des Wissens ist ein Beitrag des Menschen zu diesen Klimaänderungen anzunehmen. Insbesondere zu schnelle Klimaschwankungen können weitreichende Folgen für Biota und Ökosysteme haben. Hinzu kommen soziale und wirtschaftliche Folgen, wie für die regionale Erzeugung von Nahrungsmitteln und nachwachsenden Rohstoffen und wie die Bedrohung von Menschen und Sachwerten durch Naturkatastrophen.

### **Landschaft**

Landschaft ist ein durch seine Struktur (Landschaftsaufbau) und funktionale Vernetzung (Landschaftshaushalt) geprägter, als Einheit aufzufassender Ausschnitt der Erdoberfläche, der aus einem Gefüge von verschiedenen Ökosystemen besteht und mehr oder weniger vom Menschen überformt sein kann. Eine Naturlandschaft wird überwiegend durch natürliche oder naturnahe, eine Kulturlandschaft vor allem durch kultur- und siedlungsbedingte Ökosysteme geprägt. Landschaften sind demnach unter unseren sozioökonomischen Bedingungen meist Systeme, in denen sich natürliche Merkmale, wie z.B. Geologie, Biota, Wasserläufe, Klima, und vom Menschen geschaffene Strukturen, wie z.B. Verkehrswege, Siedlungsmuster und andere Flächennutzungen, überlagern und gegenseitig beeinflussen. Landschaftliche Veränderungen

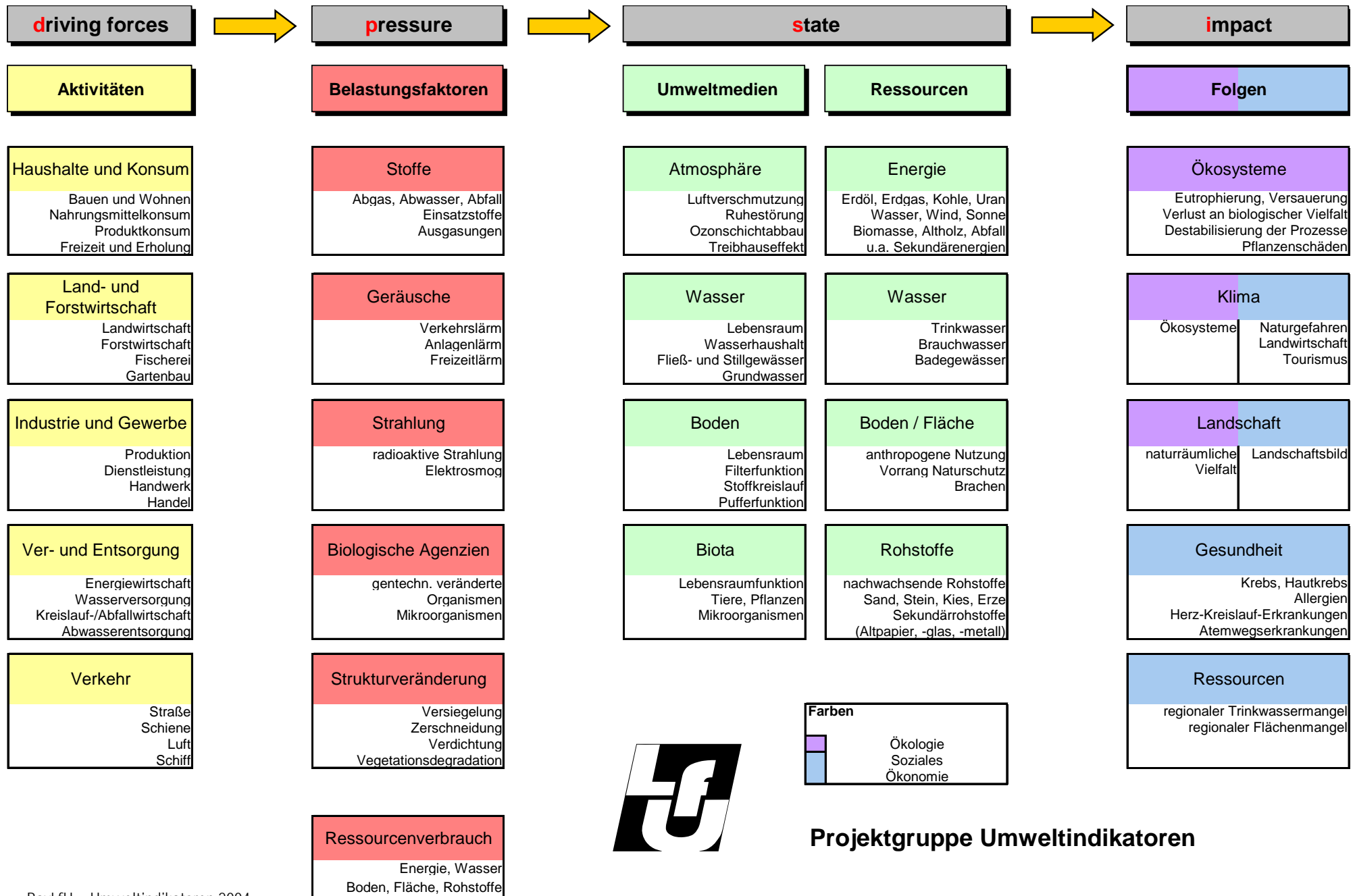
haben Auswirkungen auf Ökosysteme, die Lebensqualität des Menschen und wirtschaftliche Aspekte (z.B. Landwirtschaft, ländlicher Fremdenverkehr).

### **Gesundheit**

Gesundheit ist ein menschliches Grundbedürfnis, sie ist definiert als Zustand vollständigen physischen, mentalen und sozialen Wohlbefindens (Weltgesundheitsorganisation - WHO). Neben genetischen Faktoren und dem individuellen Lebensstil tragen auch Umweltfaktoren wie Lärm, Strahlung und Chemikalien zum Krankheitsgeschehen bei. Krankheiten, die mit solchen Umweltfaktoren in Verbindung gebracht werden, sind Krebs (Haut, Lunge), Allergien und Atemwegserkrankungen. Die menschliche Gesundheit und eine hohe Umweltqualität stehen daher in engem Zusammenhang. Gesundheitsschäden haben erhebliche soziale und ökonomische Auswirkungen.

### **Ressourcen**

Ein dem Nachhaltigkeitsprinzip verpflichtetes Wirtschaften erfordert einen möglichst schonenden und im Hinblick auf konkurrierende Nutzungsmöglichkeiten zudem optimierten Umgang mit den verfügbaren Ressourcen. Energievorräte wie Erdöl, Erdgas und andere Rohstoffvorräte sind auf der Erde ungleichmäßig verteilt und werden weltweit gehandelt. Andere Ressourcen, wie Trinkwasser, nachwachsende Rohstoffe oder erneuerbare Energien, wie Biomasse, Wasserkraft und Wind haben dagegen überwiegend regionale Märkte. Die Boden- und Flächennutzung wird fast ausschließlich durch lokale und regionale Entscheidungen bestimmt. Als Folge eines zu hohen Ressourcenverbrauchs kann ein Mangel an Rohstoffen entstehen, wenn es durch technische Entwicklungen, Managementsysteme und Verhaltensänderungen nicht gelingt, Ressourcen effizient zu sparen und die Funktionen wichtiger Rohstoffe zu ersetzen. Der Mangel an Ressourcen kann zu bedeutenden wirtschaftlichen (z.B. Preise, Kosten) und sozialen Folgen (Versorgungsprobleme, Verteilungsgerechtigkeit) und damit zu Einschränkungen bei der Befriedigung elementarer Grundbedürfnisse führen. Er muss daher mit einer nachhaltigen Entwicklung vermieden werden.



Projektgruppe Umweltindikatoren





## Umweltindikatoren - Anhang 2 -

### Indikatoren - Übersicht

#### Natur und Landschaft

Nr.	Indikator	UMK <sup>1</sup>
1	<b>Flächen für Naturschutzziele<sup>2</sup></b> Anteil der Flächen für Naturschutzziele an der Landesfläche [%]	<b>Naturschutzflächen</b> (1)
2	<b>Naturschonende Landwirtschaft<sup>2</sup></b> Anteil der Flächen mit naturschonender Nutzung an der landwirtschaftlich genutzten Fläche - [%]	<b>Ökologische Landwirtschaft</b> (1)
3	<b>Artengefährdung</b> Rote-Liste-Arten und Bestandsentwicklung besonderer Tier- und Pflanzenarten - [Index]	-
4	<b>Repräsentative Arten</b> Artenvielfalt der Normallandschaft - Bestandsentwicklung repräsentativer Vogelarten - [Index]	<b>Repräsentative Arten</b> (2)
<i>Indikator wird im Rahmen der Weiterentwicklung des Indikatorensystems u.a. in den Fachgremien auf Bund-Länder-Ebene derzeit erstellt</i>		<b>Landschaftszerschneidung</b> (3)
<i>Indikator ist v.a. auf lokaler Ebene und im Kontext mit nachhaltiger Entwicklung relevant, für ein Umweltindikatorensystem auf Landesebene von untergeordneter Bedeutung.</i>		<b>Erholungsflächen in Agglomerations- und verstäderten Räumen</b> (1)

#### Ökosysteme

Nr.	Indikator	UMK <sup>1</sup>
5	<b>Abwasserbeschaffenheit</b> Abwassereinleitungen in Oberflächengewässer – Erfüllung des Standes der Technik gemäß §7a WhG bzw. der AbVV - [%]	-
6	<b>Düngemiteleintrag<sup>3</sup></b> Einsatz von mineralischem Stickstoffdünger in der Landwirtschaft - [kg/(ha a)]	<b>Stickstoff- Überschuss</b> (3)
7	<b>Säure- und Stickstoffeintrag<sup>4</sup></b> Säure - und Stickstoffeintrag in naturnahe waldfreie Ökosysteme aus der Atmosphäre - [keq/(ha a)] und [kgN/(ha a)]	<b>Säure- und Stickstoffeintrag</b> (3)
8	<b>Schwermetalleintrag<sup>4</sup></b> Schwermetalleintrag in naturnahe waldfreie Ökosysteme aus der Atmosphäre - [Index]	<b>Schwermetalleintrag</b> (3)

9	<b>Gewässergüte</b> Biologische Gewässergüte (Teil Saprobie) – Anteil der Fließgewässer mit den Güteklassen „unbelastet“ bis „mäßig belastet“ - [%]	<b>Gewässergüte</b> (1)
10	<b>Nitrat im Grundwasser</b> Anteil der Messstellen im EUA-Messnetz mit $\text{NO}_3 < 25 \text{ mg/l}$ - [%]	<b>Nitratgehalt des Grundwassers</b> (1)
<i>Indikator wird im Rahmen einer künftigen ressortübergreifenden Weiterentwicklung erstellt</i>		<b>Waldzustand</b> (1)

## Klima und Gesundheit

Nr.	Indikator	UMK <sup>1</sup>
11	<b>Kohlendioxidemissionen</b> Energiebedingte Kohlendioxidemissionen - [Mio. t/a]	<b>Kohlendioxidemissionen</b> (1)
<i>Dieser ergänzende Indikator ist im Kontext nachhaltiger Entwicklung wegen des dortigen Schwerpunktthemas „Umweltverträgliche Mobilität“ relevant, für ein Umweltindikatorensystem auf Landesebene sind die „Kohlendioxidemissionen“ (vgl. Nr. 12) hinreichend.</i>		<b>Kohlendioxidemissionen d. Verkehrs</b> (1)
12	<b>Luftqualitätsindex<sup>5</sup></b> Kurzzeit-Luftqualitätsindex der Luftschadstoffe $\text{NO}_x$ , $\text{SO}_x$ , $\text{CO}$ , $\text{O}_3$ und $\text{PM}_{10}$ - [Index-Klasse]	<b>Luftqualität</b> (1)
13	<b>Straßenverkehrslärm</b> Entwicklung der Geräuschbelastung durch Straßenverkehr - [%]	-
14	<b>Gesamtlärmbelastung im Wohnbereich<sup>6</sup></b> Anteil der Bevölkerung in deren Wohnbereich im Freien Gesamtlärmpegel von 55 / 65 dB(A) tags überschritten sind - [%]	<b>Lärmbelastung</b> (3)
<i>Indikator ist im Kontext nachhaltiger Entwicklung wegen des dortigen Schwerpunktthemas „Umweltverträgliche Mobilität“ relevant.</i>		<b>Güterverkehrsleistung</b> (2)
<i>Indikator wird im Rahmen der Weiterentwicklung des Indikatorensystems in den Fachgremien auf Bund-Länder-Ebene derzeit erstellt.</i>		<b>Belastung der Muttermilch</b> (3)

## Ressourcen

Nr.	Indikator	UMK <sup>1</sup>
15	<b>Flächenverbrauch</b> Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke - [ha/d]	<b>Flächenverbrauch</b> (1)
16	<b>Energieverbrauch</b> Primärenergieverbrauch (PEV) - [PJ/a] und Anteil erneuerbarer Energieträger - [%]	<b>Energieverbrauch</b> (1)
<i>Indikator ist im Kontext nachhaltiger Entwicklung wegen des dortigen Schwerpunktthemas „Klimaschutz und Energiepolitik“ und wegen seiner Verknüpfung mit der ökonomischen Kennziffer „Bruttoinlandsprodukt“ relevant, in einem Umweltindikatorensystem auf Landesebene ist der „Energieverbrauch“ (vgl. Nr. 19) hinreichend.</i>		<b>Energieproduktivität</b> (1)
<i>Indikator ist im Kontext nachhaltiger Entwicklung wegen des dortigen Schwerpunktthemas „Ressourcennutzung“ relevant, in einem Umweltindikatorensystem auf Landesebene ist der „Energieverbrauch“ (vgl. Nr. 19) hinreichend.</i>		<b>Endenergieverbrauch privater Haushalte und Kleinverbraucher</b> (1)
17	<b>Abfall und Verwertung</b> Aufkommen an Abfällen aus Haushalten und hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen - [kg / (Ea)] sowie Verwertungsquote - [%]	<b>Abfall und Verwertung</b> (1)

<i>Indikator ist im Kontext nachhaltiger Entwicklung wegen des dortigen Schwerpunktthemas „Ressourcennutzung“ und wegen seiner Verknüpfung mit der ökonomischen Kennziffer „Bruttoinlandsprodukt“ relevant, für ein Umweltindikatorensystem auf Landesebene aber von untergeordneter Bedeutung.</i>		<b>Rohstoffproduktivität</b> (1)
18	<b>Sonderabfall</b> Sonderabfallaufkommen und Ablagerungsmenge auf Sonderabfalldeponien - [1.000 t/a]	-
19	<b>Altlasten</b> Anteil der Flächen mit geklärtem Altlastverdacht an der Gesamtzahl der Altlastverdachtsflächen, bezogen auf das Jahr 2000 – Verdachtsklärungsquote [%]	-
20	<b>Umweltmanagement</b> <sup>7</sup> Anteil der Beschäftigten in EMAS-validierten Betrieben an der Gesamtzahl der in Bayern Beschäftigten - [%]	<b>Umweltmanagement</b> (EMAS: 1 / ISO 14.000: 3)

Die für die „umweltbezogenen Nachhaltigkeitsindikatoren“ der UMK in Klammern genannten Ziffern bewerten die länder- und bundübergreifende Machbarkeitsstufe der Indikatoren in Anlehnung an eine Einstufung durch den „Bund-Länder-Arbeitskreis Nachhaltige Entwicklung“ (BLAK NE) wie folgt:

Stufe 1: Indikator ist bereits machbar

Stufe 2: Indikator ist machbar; einzelne fachliche, methodische oder datenbezogene Aspekte sind noch zu klären

Stufe 3: Indikator ist fachlich bedeutsam, aber nicht anwendungsreif; erhebliche Anstrengungen sind erforderlich

#### Erläuterungen:

<sup>1)</sup> Kernindikator gemäß 62. Umweltministerkonferenz (UMK) am 6. und 7. Mai 2004 in Bad Wildungen / vgl. [www.blak-ne.de](http://www.blak-ne.de)

<sup>2)</sup> wie Kernindikator, jedoch um bayernspezifische Teile erweitert

<sup>3)</sup> machbare Alternative; wird ersetzt sobald Kernindikator „Stickstoff-Überschuss“ verfügbar

<sup>4)</sup> Indikator ist Grundlage für laufende bundesweite Entwicklungsarbeiten am Kernindikator; wird ersetzt sofern dann erforderlich

<sup>5)</sup> Alternative zum Kernindikator mit einzelnen Luftschadstoffen; wird ersetzt sobald aggregierter Luftqualitätsindex als Kernindikator verfügbar

<sup>6)</sup> machbare Alternative zum Kernindikator; wird ersetzt sobald Lärm-Kernindikator verfügbar

<sup>7)</sup> derzeit auf EMAS-Betriebe beschränkt; wird ergänzt sobald ISO 14.000 – Daten gemäß Kernindikator verfügbar