

Umwelt und Verkehr

B 1. Fläche, Boden, Wasser

Prof. Dr.-Ing. Udo Becker, 27.04.2011

Verkehrsplanerisches und Verkehrsökologisches Kolloquium

Mittwoch

14:50–16:20 Uhr

Potthoff-Bau Raum 112

Achtung: geänderte Anfangszeit!

04.05.2011

17:00 Uhr Dr. Christian Schlosser (UN-Habitat, Leiter Urban Transport Section, Nairobi, Kenia):
Nachhaltige Mobilität in Großstädten von Entwicklungs- und Schwellenländern am Beispiel von Ostafrika



Ökosysteme



Ökologie ist die Wissenschaft von den Wechselwirkungen

- der Organismen untereinander und
- zwischen den Organismen und ihrer Umwelt.

Ergo: **Systeme**

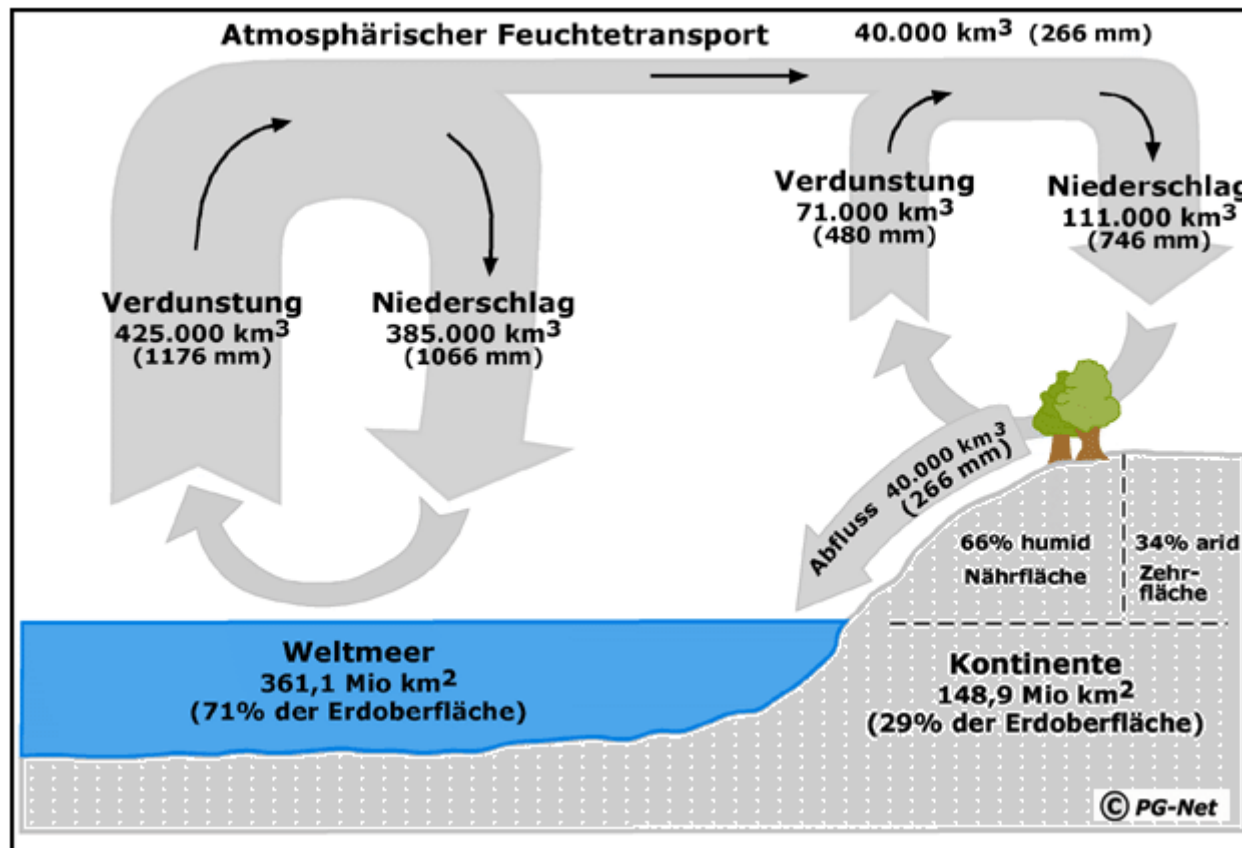
In jedem Ökosystem spielen viele Sub-Systeme eine Rolle: Flächen, Wasser, Sauerstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor, Schwefel u.a.

Alle ökologischen (Sub-) Systeme sind von Fließgleichgewichten geprägt.

Da die Erde ein i.a. abgeschlossenes System darstellt (Ausnahme: Energie), geht (fast) nichts verloren und kommt (fast) nichts hinzu: Recycling total.

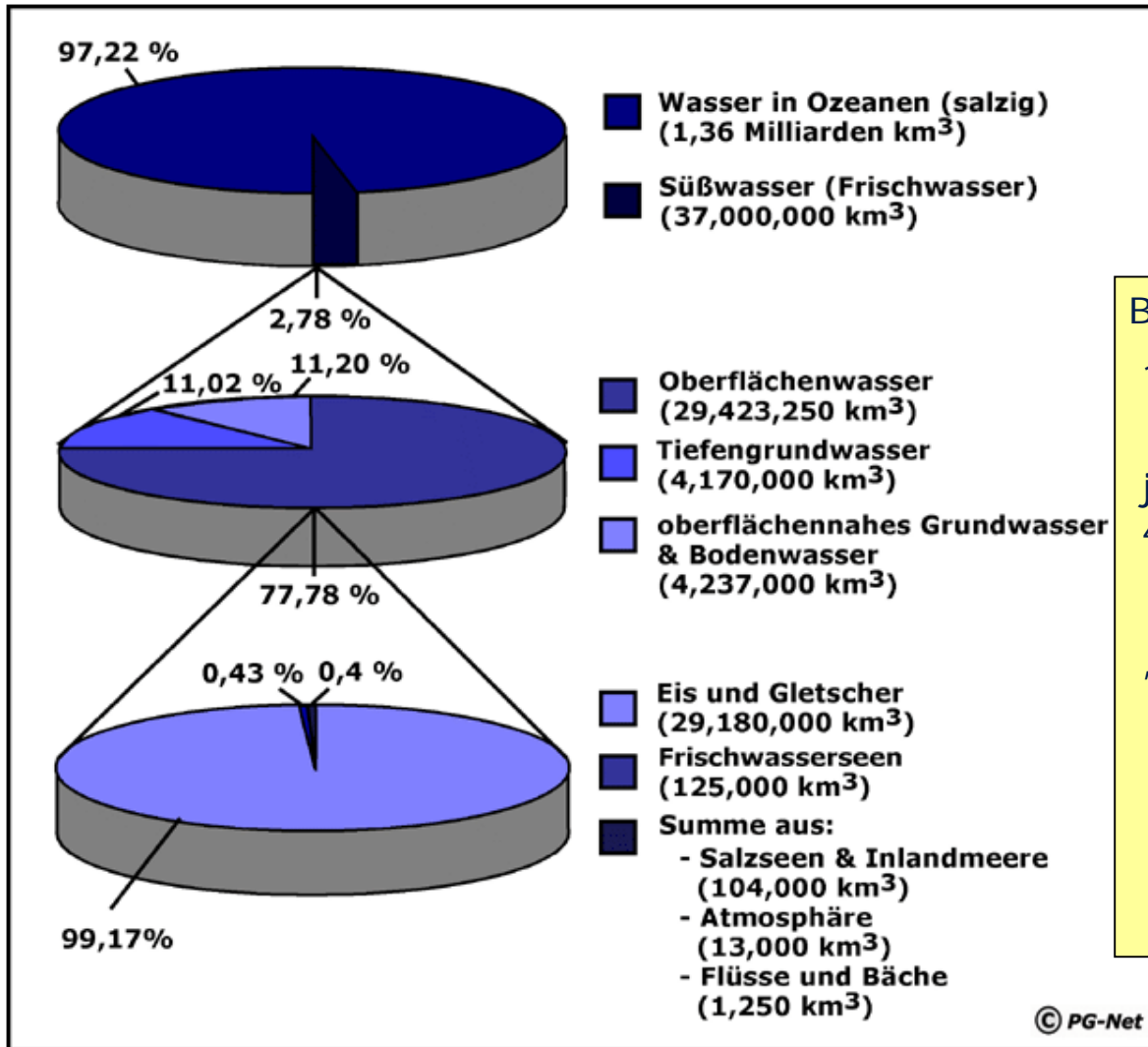


1. Globaler Wasserkreislauf



Quelle: <http://www.geo.fu-berlin.de/fb/e-learning/pg-net/index.html>

Globale Wasserbilanz



Beispiel Frischwasserseen:

$$125\,000 / 1\,360\,000\,000 = 0,009\%$$

jährlich erneuerbar:

$$40\,000\text{ km}^3 = 0,003\%$$

„Kriegerische Auseinandersetzungen um Wasser sind wahrscheinlich (UN).“

World Water Day war am 22.03.2011 !

Quelle: <http://www.geo.fu-berlin.de/fb/e-learning/pg-net/index.html>

EG-Wasserrahmenrichtlinie



Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie der EG

Wasserrahmenrichtlinie: Vorgaben für den Schutz der Binnen- und Oberflächengewässer, der Übergangs- und Küstengewässer sowie des Grundwassers für die Länder der EU. Zentrale Forderung der Wasserrahmenrichtlinie ist die Erreichung eines ... »**guten Zustandes**« für alle Gewässer ... innerhalb von 15 Jahren.

Weitere Veröffentlichungen, Karten usw. auf den SMUL-Internetseiten:

<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/index.html> -> Wasser

- Europäische Wasserrahmenrichtlinie (2000)
- Wasserhaushaltsgesetz (Bund) gilt ab 01.03.2010
- Sächsisches Landesrecht:
Wassergesetz (2004), Hochwasser (2008), Badegewässer (2008)

2. Kohlenstoffkreislauf

HC (also Zucker/Stärke) + O₂ < --- > Energie + H₂O + CO₂

Die Menge des Kohlenstoffs in organischer Substanz entspricht etwa der Kohlenstoffmenge in der Atmosphäre. (ca. 700 Milliarden Tonnen C)

Jährliche Emissionen (2008): etwa 9 Milliarden Tonnen Kohlenstoff das sind ca. 33 Milliarden Tonnen CO₂ (keine CO₂-Äquivalente)

Ca. 1400 Milliarden Tonnen Kohlenstoff wurden über Jahrmillionen als Kohle/Erdgas/Erdöl im Erdinnern gebunden. Das bedeutet:
Wir bauen etwa im Prozentbereich p.a. ab.

Fossile Energieverbräuche „befreien“ diesen Kohlenstoff - leider sehr schnell.

(Wir kommen noch darauf zurück.)



3. Sauerstoffkreislauf



(molekularer) Sauerstoff wird von Pflanzen produziert ...

... und von Tieren konsumiert

(CO₂ wird von Tieren produziert, und von Pflanzen konsumiert)

a.) Das ist ja genial: ideale, sich stabilisierende Systeme

b.) Das ist ja in den Kohlenstoffkreislauf eingebettet

c.) Das ist ja in den Wasserkreislauf eingebettet

Systeme von Systemen in Systemen und Subsysteme überall ...



Eine erste Folgerung:

Tieratmung vs. Pflanzen"atmung",
Sauerstoff vs. Kohlenstoffkreislauf:
Wie immer: Verbundene Systeme

Wie groß ist eigentlich der Anteil
von Komponente A im System?
Na: Wie groß wäre das System
ohne Komponente A?

Bitte NIE versuchen, verbundene Systeme zu trennen
oder Einzeleffekte zu isolieren.



4. Stickstoffkreislauf

Stickstoff: das häufigste Element der Atmosphäre (ca. 79 %)

Ohne Stickstoff z.B. keine Aminosäuren/Eiweiß: Hauptnährstoff von Pflanzen (Dünger)

Sehr komplexer Kreislauf:

- Stickstoff in der Erde und Luft für Pflanzen so nicht aufnehmbar
- Ammoniak NH_3 (basisch) und Ammonium NH_4^+
- Mikroorganismen und Stickstofffixierer notwendig
- Pflanzen verwerten fast nur Ammonium- und Nitrat-Ionen
- Luftstickstoff wird in heißen „Geräten“ mit Luftsauerstoff oxidiert
- NO wandelt sich fast sofort zu NO_2 um (giftig, ätzend)
- in der Luft (Wasser) bildet sich Salpetersäure HNO_3 (Salze: Nitrat) und salpetrige Säure HNO_2 (Salze: Nitrit)
- diese führen über sauren Regen zu Nährstoffauswaschungen, zu Überdüngung (See, Meer), dort zu Wachstum, O_2 -Reduktion usw.
- und dann? (bitte selbst Folgen ableiten)
- P.S.: Partikelminderung bei Diesel-PKW erhöht oft NO_2 -Emissionen



Der natürliche Stickstoffkreislauf (nach Müller)

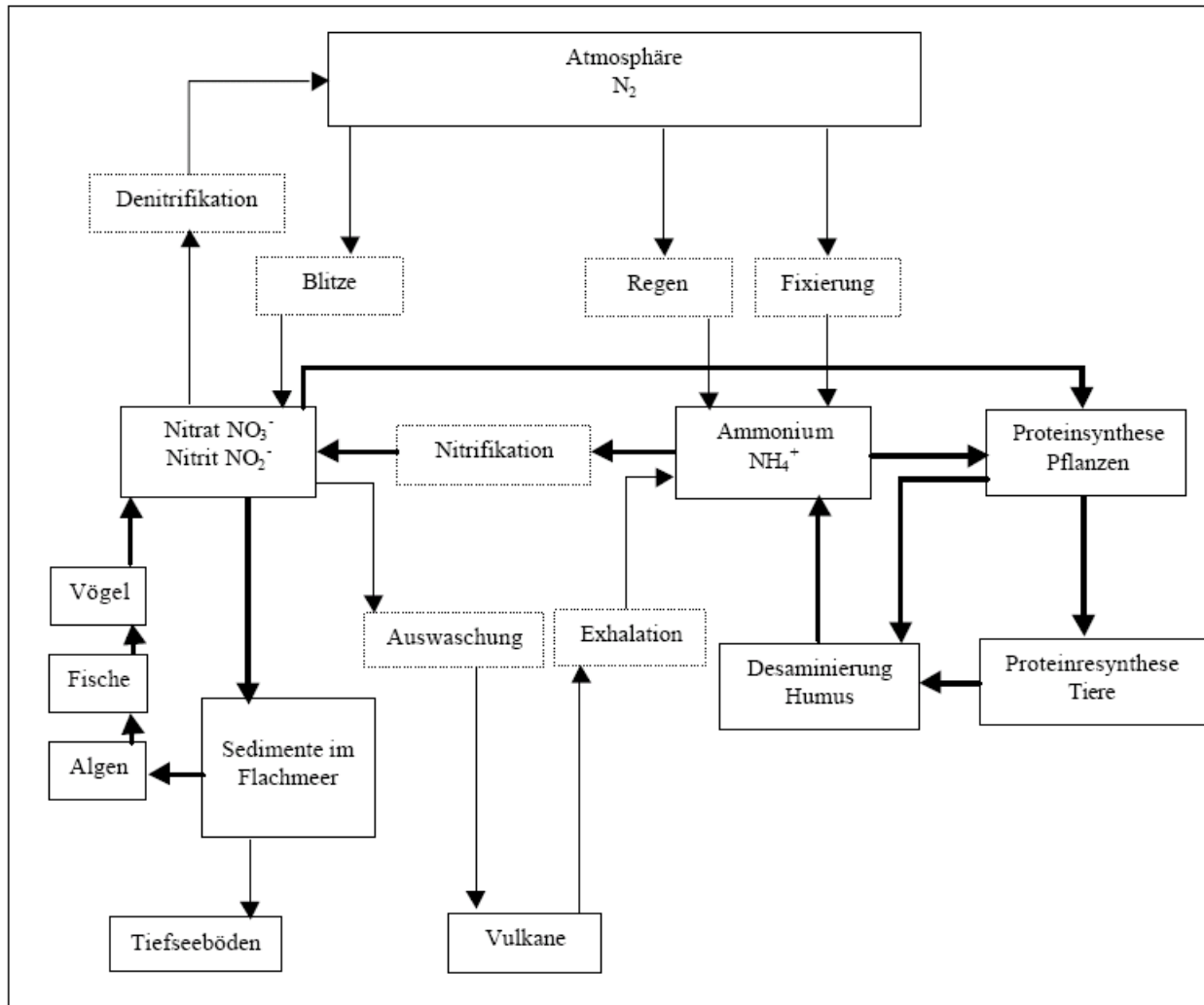


Abbildung 1: Der natürliche Stickstoffkreislauf (nach Müller)

Quelle:
Müller, H.J.:
Ökologie.
Gustav Fischer
Verlag Jena,
1991

Stickstoffkreislauf und Boden

Boden hat viele Funktionen (s. **Bundes-Bodenschutzgesetz** BBodSchG): Lebensraumfunktionen, Nutzungsfunktionen, Geschichtsarchiv-Funktion, Regelungsfunktion

Das BodSchG umfasst u.a. folgende natürliche Bodenfunktionen:

Lebensraum für die natürliche Vegetation

- Lebensraum für Bodenorganismen
- Boden als Ausgleichskörper im Wasserkreislauf
- Rückhaltevermögen des Bodens für nicht sorbierbare Pflanzennährstoffe
- Filter- und Pufferfunktion des Bodens für sorbierbare Schadstoffe
- Puffervermögen des Bodens für saure Einträge
- Funktion des Bodens als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte
- Natürliche Ertragsfähigkeit des Bodens

Immer müssen Nutzungen von Boden und Fläche abgewogen werden.

Siehe: <http://www.geo.fu-berlin.de/fb/e-learning/pg-net/index.html>



Critical-Load-Konzept

Boden kann saure Einträge (Schwefel-, Stickstoff-) abpuffern ... lange ...
sehr lange ... sehr sehr lange ... bis zu einer Grenze:

Critical-Load-Konzept :

1. Bestimme den Grenzeintrag als Funktion der Einträge, des Bodentyps, der Vorbelastung, der Pufferkapazität, der Austragungen, der Bindungen usw.
- dies ist die kritische Belastung.
2. Untersuche, wo Überschreitungen der kritischen Belastung vorliegen.

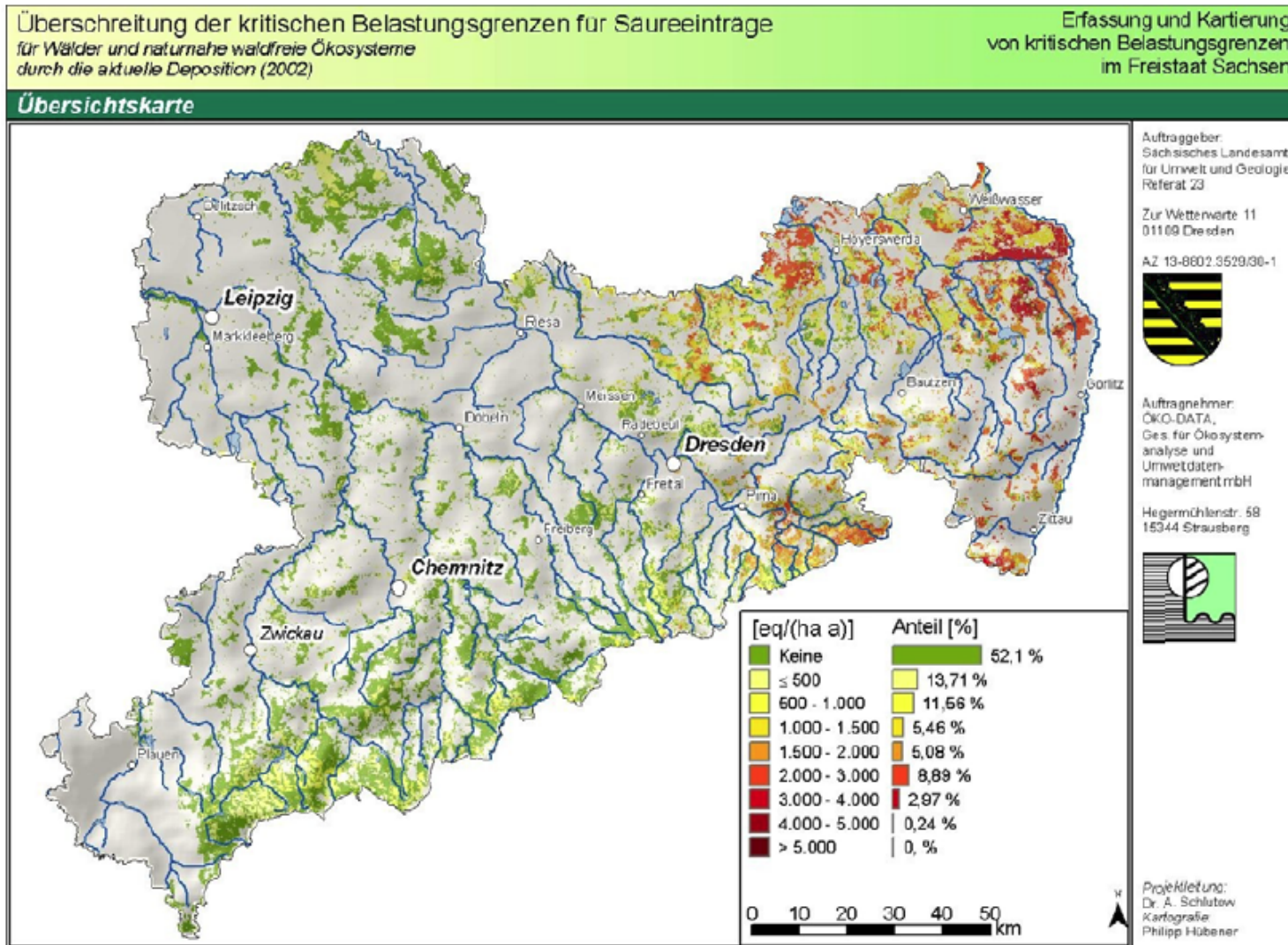
Stickstoff: Überschreitungen in **kg je Hektar und Jahr**

Säuren: Überschreitungen der Kat-Ionen-Einträge
in **Säureäquivalenten eq je Hektar und Jahr**

1 Säureäquivalent = 16 g Sulfatschwefel / 14 g Nitrat- oder Ammoniumstickstoff

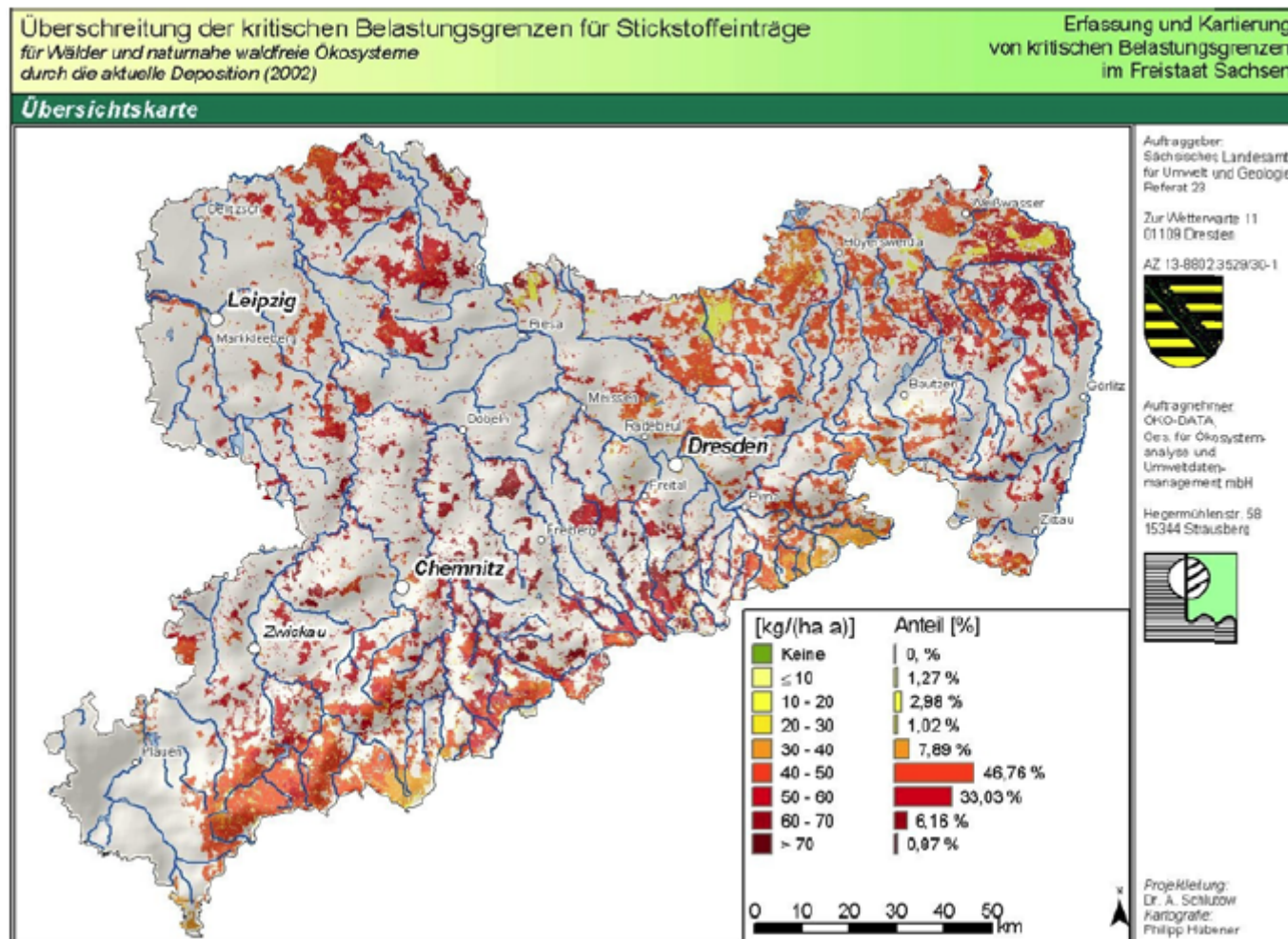


Überschreitung der Critical Loads Säuren 2002



Quelle: <http://www.smul.sachsen.de/umwelt/8648.htm>

Überschreitung der Critical Loads Stickstoff 2002



Quelle: <http://www.smul.sachsen.de/umwelt/8648.htm>

Umweltindikator

Säure- und Stickstoffeinträge (Critical Loads)

Beschreibung des Indikators

Dargestellt sind die mittlere Überschreitung der Critical Loads (kritische Belastungsgrenzen) für Säuren und eutrophierenden Stickstoff durch nasse und trockene Deposition. Betrachtet werden naturnahe und halbnatürliche Ökosystemen (Wälder, Moore, Sümpfe, Heiden, Dauergrünland), die 28,3 % der Landesfläche (= 100 % der Rezeptorfläche) entsprechen. Den größten Anteil an der Rezeptorfläche hat Wald (ca. 59 % Nadel-, ca. 21 % Laub-, ca. 13 % Mischwald).

Masseinheit

[eq/(ha*a)]

Aussage des Indikators

Die Indikatoren spiegeln den Erfolg von Luftreinhaltemaßnahmen und deren Auswirkungen auf die nachhaltige Erholung von naturnahen und natürlichen Ökosystemen wider.

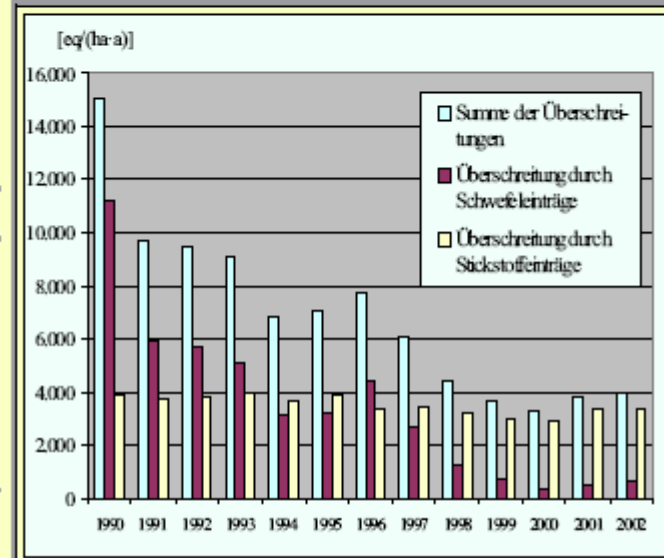
Bewertung für Sachsen

1990-2002 verminderten sich die Schwefeleinträge auf 1/10 der Ausgangsbelastung. Dies entspricht dem Anstieg des Anteils nicht mehr mit Säureeinträgen überbelasteter Ökosysteme an der Rezeptorfläche von 3 % (1990) auf 50 % (2002) (15 % der Landesfläche). Stickstoffeinträge nahmen im gleichen Zeitraum nur geringfügig ab, so dass auf keiner Rezeptorfläche 2002 Belastungsgrenzen eingehalten wurden. Ab 1994 änderte sich der Belastungstyp vom schwefel- zum stickstoffdominierten Typ. Insbesondere Anstrengungen zur Reduzierung von Stickstoffeinträgen sind nötig.

P-S-R | S = State (Zustandsindikator)

Tendenz

Säure: stark fallend; Stickstoff: leicht fallend



Datenquelle

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Referat 21 Integrativer Umweltschutz, Klimawandel

Erhebungsintervall

2-jährlich

Der Indikator

- findet (in ähnlicher Form) Verwendung als Umweltindikator in anderen Bundesländern (Kernindikator)
- findet (in ähnlicher Form) Verwendung als Kontextindikator für das sächsische Umweltmonitoring der EU-Strukturfonds
- wird verwendet als Indikator in der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie
- wird verwendet als Indikator im Umweltstatus Sachsen



Umweltindikator

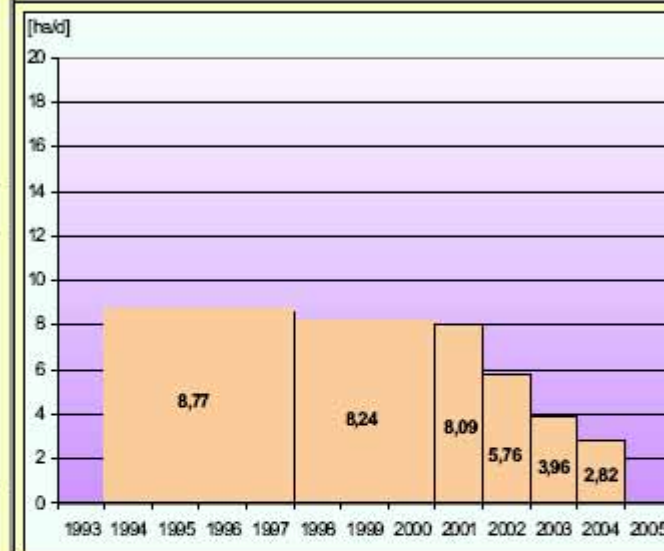
Flächenverbrauch (Siedlungs- und Verkehrsfläche)

Beschreibung des Indikators
Die tägliche zusätzliche Inanspruchnahme von Bodenflächen für Siedlungs- und Verkehrsflächen wird errechnet, indem der jährliche Zuwachs an Siedlungs- und Verkehrsflächen durch 365 geteilt wird.

Tendenz fallend

Masseinheit [ha/d]

Aussage des Indikators
Dieser hochaggregierte Schlüsselindikator zeigt den zum Teil unwiederbringlichen Verlust an Böden und Freiflächen. Der Flächenverbrauch ist meist verbunden mit einer Versiegelung der Oberfläche, bewirkt eine Abnahme der Siedlungsdichte, steigenden Verkehr und zieht den kostenträchtigen Ausbau von Infrastruktur nach sich. Er induziert daher auch Belastungspotentiale, die über den reinen Flächenverbrauch hinausgehen.



Bewertung für Sachsen
Der tägliche Zuwachs an verbauter Siedlungs- und Verkehrsfläche im Zeitraum 1993 bis 2001 war mit über 8 Hektar pro Tag überdurchschnittlich hoch. Seit 2002 ist die Tendenz des Flächenverbrauchs fallend. Im Jahr 2004 beträgt der tägliche Zuwachs ca. 2,8 Hektar. Die Ursachen des Rückgangs müssen noch analysiert werden.

Datenquelle
Statistisches Landesamt Sachsen, (Statistische Jahrbücher)
Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Referat 44 Bodenschutz

P-S-R P = Pressure (Belastungsindikator)

Erhebungsintervall 4-jährig, ab 2002 jährlich

- Der Indikator**
- findet (in ähnlicher Form) Verwendung als Umweltindikator in anderen Bundesländern (Kernindikator)
 - findet (in ähnlicher Form) Verwendung als Kontextindikator für das sächsische Umweltmonitoring der EU-Strukturfonds
 - wird verwendet als Indikator in der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie
 - wird verwendet als Indikator im Umweltstatus Sachsen



5. Flächeninanspruchnahme (Top-down-Ansatz)

Erde:

ca. 148 Mio. km² Bodenfläche und ca. 6,2 Mrd. Bewohner

ca. 0,024 km² Bodenfläche pro Kopf (ca. 24.000 m²)

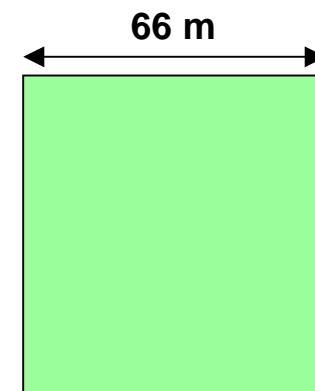
ca. 155 m * 155 m Bodenfläche pro Kopf (Tendenz fallend)

Deutschland:

ca. 357 000 km² Bodenfläche und ca. 82 Mio. Einwohner

ca. 0,00435 km² Bodenfläche pro Kopf (ca. 4.350 m²)

ca. 66 m * 66 m Bodenfläche pro Kopf



Verkehrsfläche Deutschland (Top-down-Ansatz)

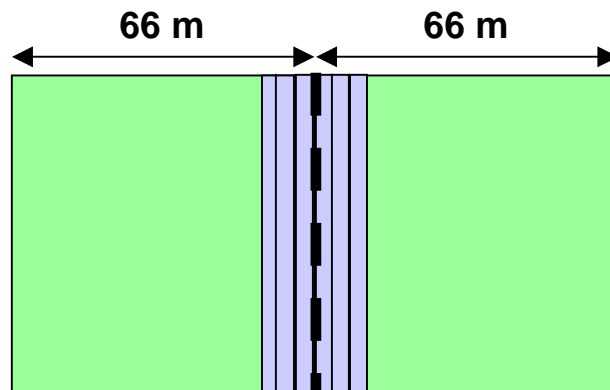
Deutschland:

ca. 17 856 km² Verkehrsfläche und ca. 82 Mio. Einwohner

D.: ca. 218 m² Verkehrsfläche pro Kopf

Sachsen: 184 m² Verkehrsfläche pro Kopf

bezogen auf die Fläche von 66m * 66 m wären das ca. 3m * 66m



Flächenerhebung in Deutschland 2006-2009

Statistisches Bundesamt:



Pressemitteilung Nr. 358 vom 06.10.2010

Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes (Destatis) hat die **Siedlungs- und Verkehrsfläche in Deutschland in den Jahren 2006 bis 2009** insgesamt um 3,0% oder 1 371 Quadratkilometer zugenommen. Das entspricht rechnerisch einem **täglichen Anstieg von 94 Hektar** oder etwa 134 Fußballfeldern.

Die Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke hat sich damit gegenüber dem letzten Berechnungszeitraum (2005 bis 2008) verlangsamt, in dem die Zunahme noch 104 Hektar pro Tag betrug. Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung ist es, die tägliche Inanspruchnahme neuer Siedlungs- und Verkehrsflächen bis zum Jahr 2020 auf 30 Hektar pro Tag zu reduzieren.

Quelle: http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2010/10/PD10__358__331,templateId=renderPrint.psml



iör-monitor: <http://www.ioer-monitor.de>



Der Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor) des **Leibniz-Instituts für ökologische Raumentwicklung (IÖR)** stellt Informationen zur Flächennutzungsstruktur und deren Entwicklung für die Bundesrepublik Deutschland bereit. Neu und weiterführend dabei sind

- ▶ die Nutzung der genauesten topographischen Geodaten als Berechnungsgrundlage,
- ▶ die hohe räumliche Auflösung (viele Indikatoren bis 1*1km, später bis 100m*100m Rasterauflösung),
- ▶ der direkte Vergleich administrativer Gebietseinheiten auch mit ihren übergeordneten Hierarchieebenen und im Zeitverlauf,
- ▶ die Darstellung der Entwicklung in Form von Karten und Tabellen.
- ▶ die Möglichkeit der Berechnung von Indikatorwerten auch für Überschwemmungs-, Flusseinzugsgebiete, Gemarkungen oder statistische Bezirke (spätere Umsetzung)

Aktuelles Thema:
Anteil bebauter Fläche an Gebietsfläche (2008) nach Raumordnungsregionen



TU Dresden, Verkehrsökologie

Der IÖR-Monitor wird laufend ergänzt um weitere Indikatoren, 2011 auch mit gebäudebasierten, siedlungsstrukturellen Indikatoren und einem interaktiven Detail-Viewer auf WebGIS-Basis.

Als ein Fachinformationssystem zu Fragen der Flächennutzung richtet es sich an Wissenschaft



Flächennutzungsschema

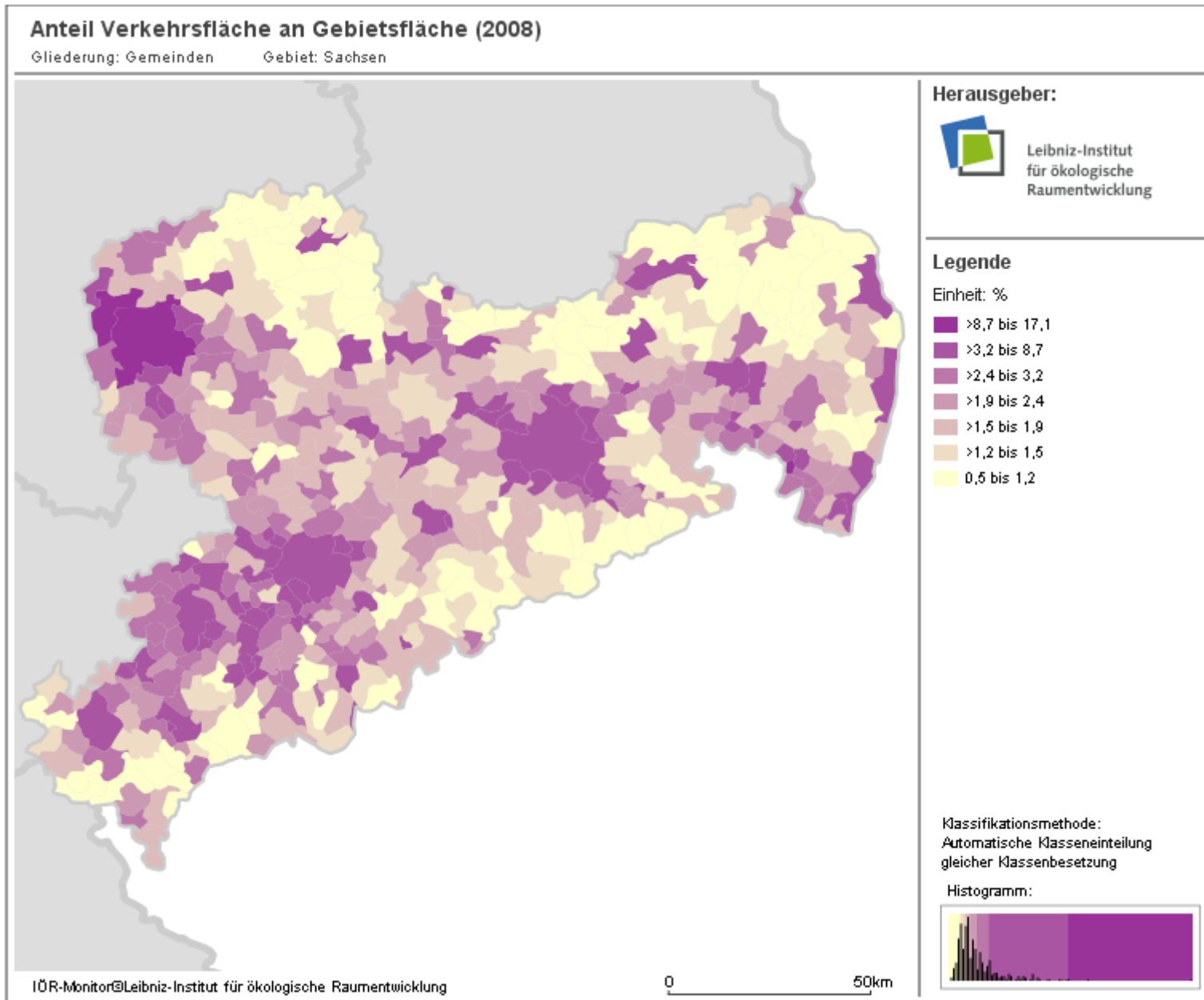
Aktuelles

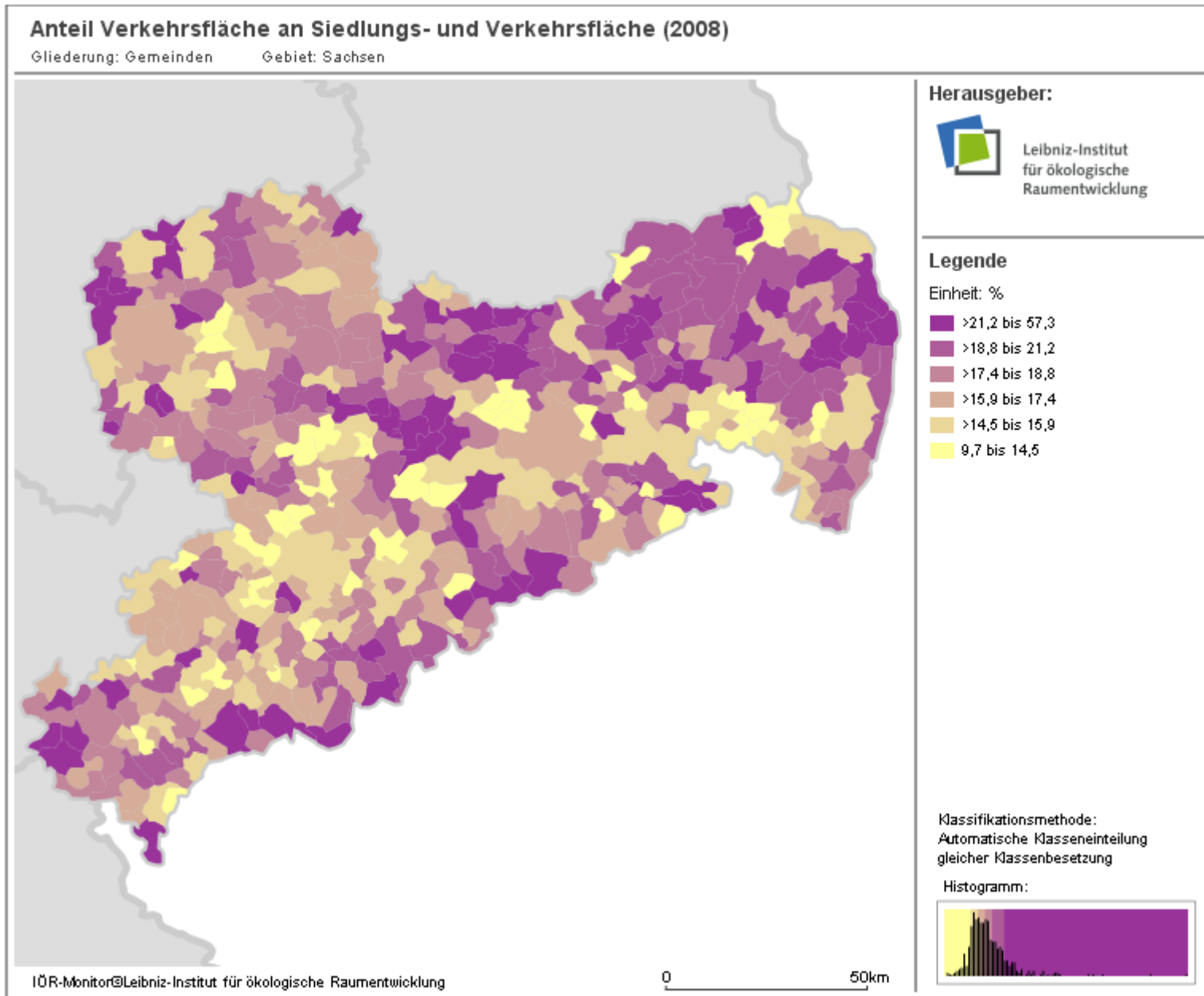
15.3.2011
Indikatoren jetzt auch für **Raumordnungsregionen** verfügbar

26.–27.05.2011
3. Dresdner Flächennutzungssymposium

11.01.2011
Tagungsband zum 2. Dresdner Flächennutzungssymposium verfügbar: **IÖR Schriften, Bd. 52/2010**

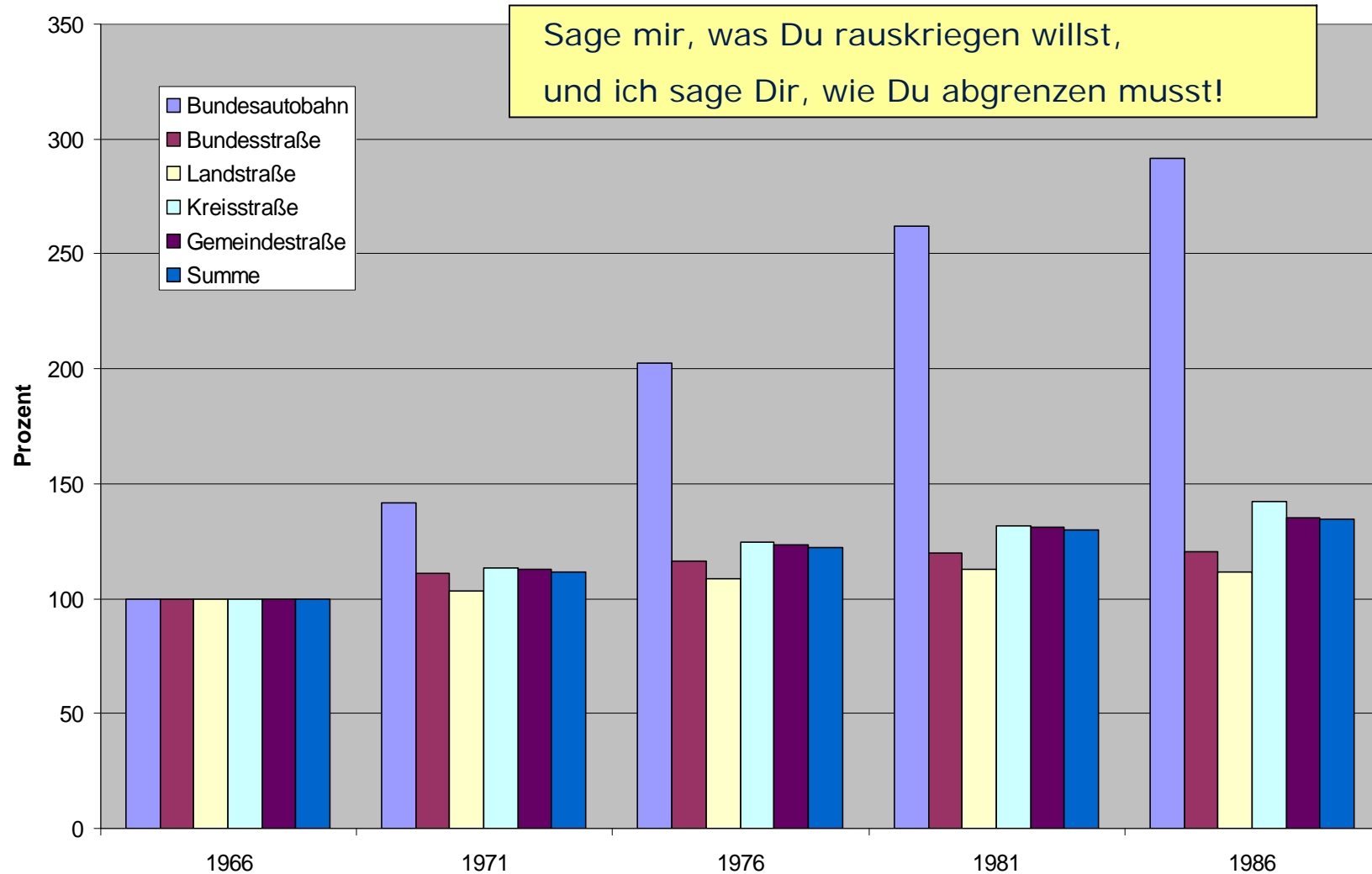
3.01.2011
Kartenexport in verschiedenen Formaten zur Weiterverwendung in Druckerzeugnissen möglich





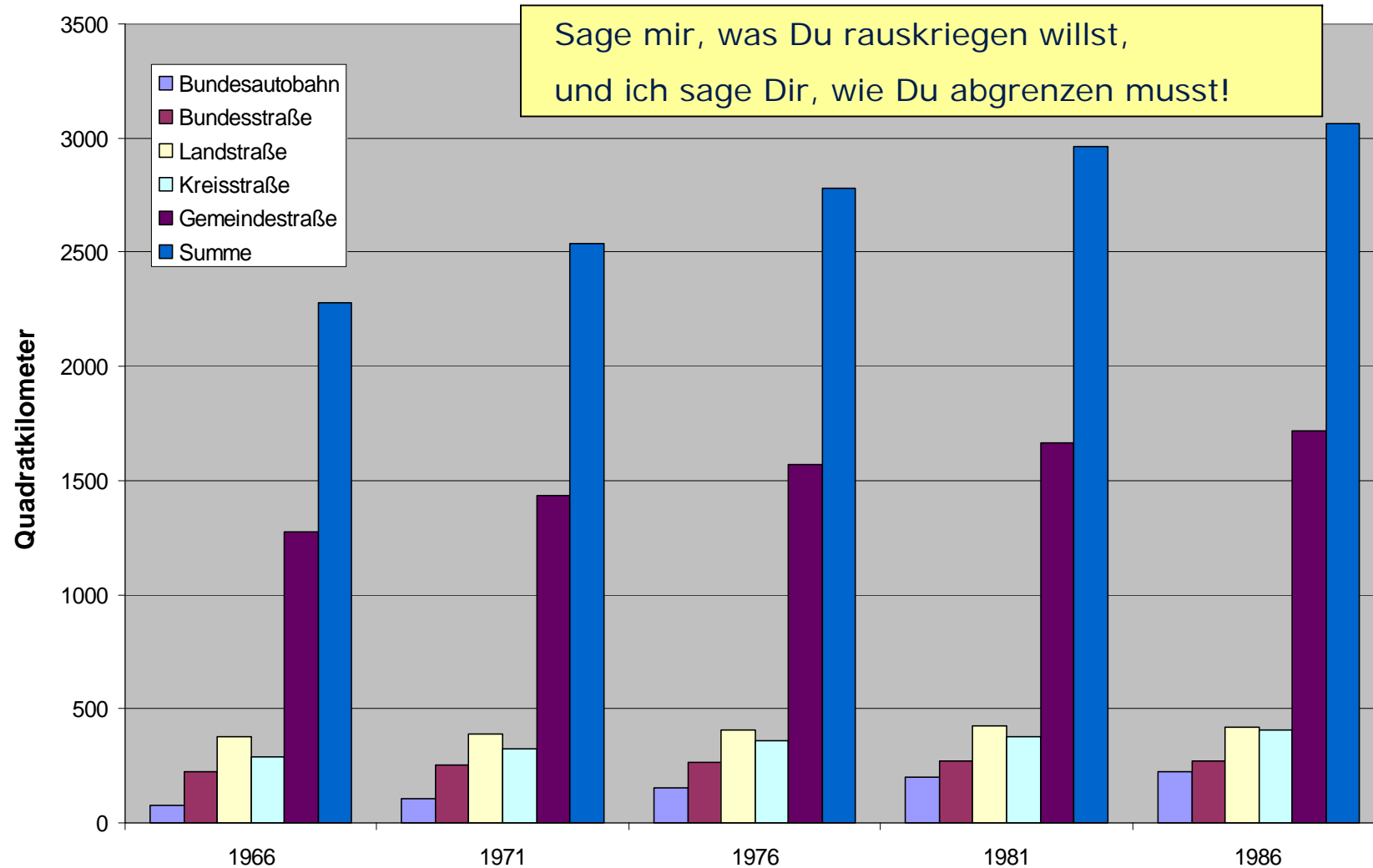
Flächenentwicklung öffentliche Straßen (BRD)

Flächenentwicklung der öffentlichen Straßen (Quelle: VIZ 91)

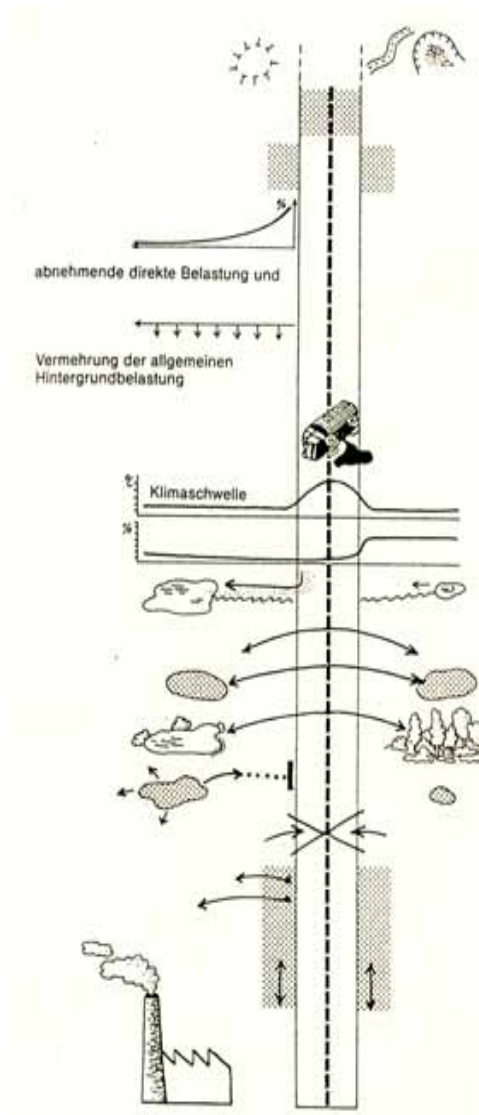


Befestigte Flächen öffentliche Straßen (BRD)

Befestigte Flächen der öffentlichen Straßen (Quelle: Verkehr in Zahlen 1991)



Wirkung von Verkehrsinfrastruktur



Wirkungen der Baustelle/Baufeld/Erdbentnahme/Deponie

direkter, totaler Flächenverlust

direkte, totale Flächenveränderung

Emission/Immission : Schadstoffe, düngende Stoffe, Staub, Licht, Lärm, optische Reize

Quelle: Reck, Kaule: Straßen und Lebensräume – die Beurteilung straßenbedingter Auswirkungen auf Pflanzen, Tiere und ihre Lebensräume. Bundesministerium für Verkehr, Bonn, 1993.

Verkehrsunfälle

Klimaänderungen

Änderung des Wasserhaushaltes

Veränderung von Oberflächengewässern

Flächenzerschneidung, direkt

Flächenzerschneidung, indirekt

Trennung von Teillebensräumen

Ausbreitungsbarrieren

Tierverluste (auch durch Lockwirkung)

interspezifische Konkurrenz

Strukturierung, Neuschaffung von Lebensräumen

Ausbreitungsbänder

(Erschließungsfunktion und weitere Folgewirkungen wie Flurbereinigung, Gewässerausbau etc.)



Fazit: Immer wieder Systeme und Modelle

Letzte Woche:

Ökologie ist System, Beziehungen, Wechselwirkungen, Rückkopplungen.
Systeme „kennt doch jeder“ - „sind doch einfach!“ - „haben wir im Griff!“

Beispiel 1: **Pendel** - eindeutig physikalisch/mathematisch fixiert.
Und drei Pendel?

Beispiel 2: **Hasenpopulation**

In einem Biotop leben 100 Hasen.

Die max. Hasenkapazität beträgt 400 Tiere.

Im Normalfall wächst die Hasenpopulation (netto) um 0 - 10% pro Jahr.

Im Winter verhungern viele Hasen:

- wenn es viele Hasen gibt und
- wenn die Nahrungsgrenze erreicht wird.

Winterformel: $\text{Todesfälle} = \text{Bestand} / (\text{Kapazität} - \text{Bestand})$

Wie viele Hasen werden im Biotop leben? Gibt es ein Gleichgewicht?

Wie stabil ist das Gleichgewicht gegenüber äußeren Einflüssen?



dynamische Simulation (Stella, PowerSim, ...)

Bitte beschaffen Sie sich selbst eine dynamische Simulations-Software
- und probieren Sie das selbständig aus.

Die Nutzung ist leicht und vielfältig anwendbar.

Die Programme kann man teuer kaufen, es gibt aber auch gute Freeware
z.B. Powersim Constructor Light, Dynasys, VenSim, Stella, u. a.

Gute Übersichten bieten:

<http://www.softpedia.com/progDownload/Stella-Download-100850.html>

http://www.powersim.com/main/products___services/powersim_products/

Siehe auch: Meadows, Dennis, et al.: Grenzen des Denkens,
(Hinweise hinten im Buch zu Simulationsprogrammen)



Hausaufgabe: Rangliste des Energieverbrauchs?

1. LKW, 20 t Fracht, 30 Liter (=25 kg) Diesel je 100 km, fährt 1000 km.
 - 1a. Zug, 20 t Fracht, 7,5 kg Diesel je 100 km, fährt 1000 km.
2. PC, 300 Watt, läuft 8 Stunden an einem Tag.
3. Radfahrer, Tour de France, Tagesetappe (10 000 kcal).
4. Kaffeemaschine, 1000 Watt, 5 mal täglich Kaffee, je 6 Minuten.
5. Glühbirne, 100 Watt, 8 Stunden täglich in einem Hörsaal.
 - 5a. Energiesparlampe (11 Watt), leuchtet 16 Stunden täglich im Hörsaal.
6. Pendler, 200 km je Tag (10 Liter Benzin Super = 7,5 kg je 100 km).
7. 1 Tafel Schokolade (Annahme: 100g reiner Zucker mit 4,2 kcal/g).
Tipp: Rechnen Sie geeignet um.



Fazit: Fläche, Boden, Wasser – Systeme

Was haben Sie heute gelernt?

Vernetzte Systeme: Effekte, Rückkopplung, Wechselwirkungen, Dynamik
Nahrungsketten („Energie“) und Stoffkreisläufe („Material“)

Hauptsysteme: Wasser. Boden. Luft. Kohlenstoff. Sauerstoff. Stickstoff.
Klima ...

Boden hat viele Funktionen (Flächennutzungsarten).

Verkehr beansprucht Boden und Wasser bei Bau, Betrieb und Rückbau.

Einige Grundregeln für stabile Systeme:

Es gibt kein pures Wachstum (nie „positive“ Rückkopplungen).

Nie die Wirkung eines Systemteiles isolieren: Das ist unmöglich.

In jedem Sub-System gibt es bremsende, „negative“ Stellglieder.

Stabilität beachten. Im Zweifel lieber vorsichtig sein.

Wichtig sind Sicherheitsfaktoren, Risikominimierung, Flexibilität und Alternativen.

