

Natürliche Ressourcen – Verfügbarkeiten, Bewertungsansätze, effiziente Nutzung

Reinhard F. Hüttl

Vorstandsvorsitzender des Deutschen GeoForschungsZentrums GFZ
Präsident acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften

Anhörungssitzung der Enquete-Kommission „Wachstum, Wohlstand, Lebensqualität“
Berlin, 06.02.2012

Deutscher Bundestag
Enquete-Kommission
Wachstum, Wohlstand, Lebensqualität
Kommissionsdrucksache
17(26)68
6. Februar 2012
Reinhard F. Hüttl



Quelle: ZukunftsAgentur Brandenburg GmbH

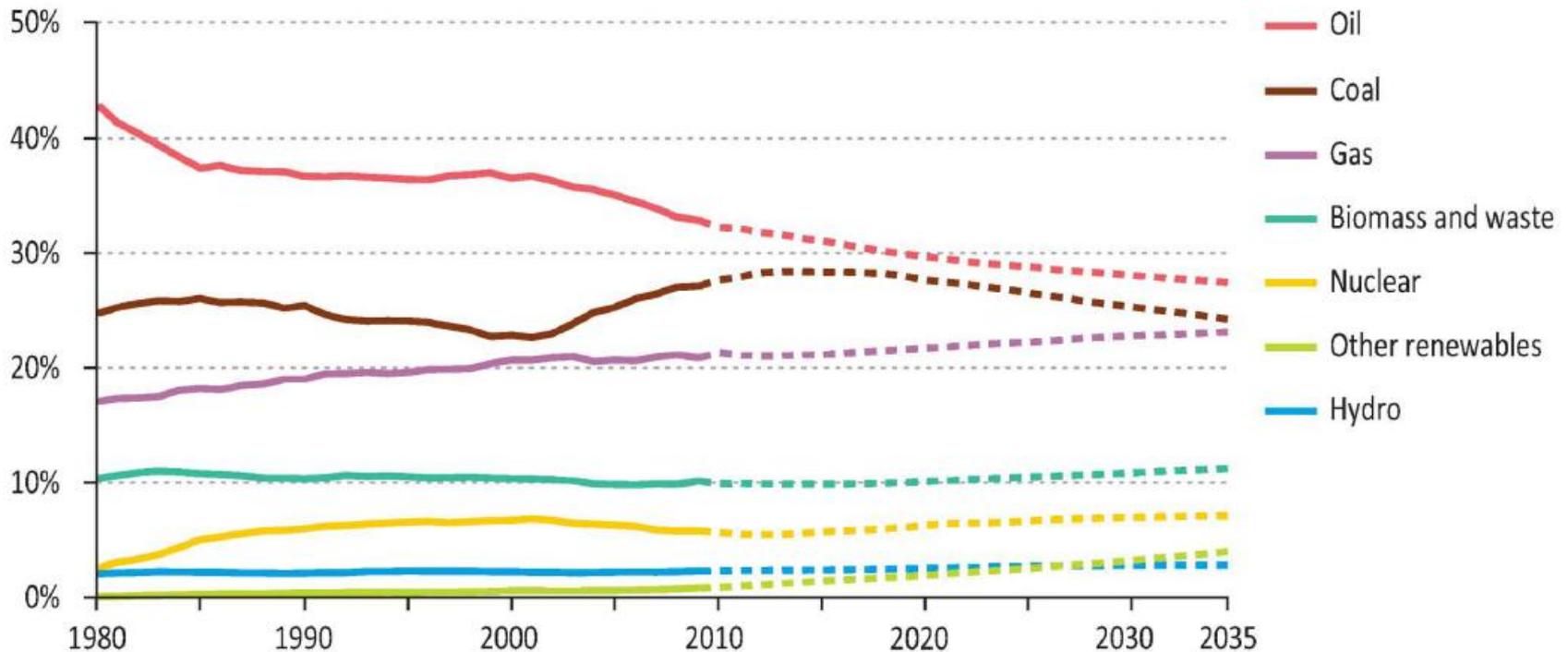


Überblick

- *Die treibenden Faktoren des globalen Wandels:*
Folgen sich ändernder Rahmenbedingungen
- *Natürliche Ressourcen:*
Definition, Verfügbarkeiten, Bewertungsansätze
- *Politische Rahmenbedingungen*
- *Die Rolle von technischer Innovation und gesellschaftlicher Akzeptanz*

Szenario: Globaler Energieverbrauch

Anteile verschiedener Energiequellen am weltweiten Primärenergiebedarf (gemäß dem "New Policies Scenario", World Energy Outlook 2011)

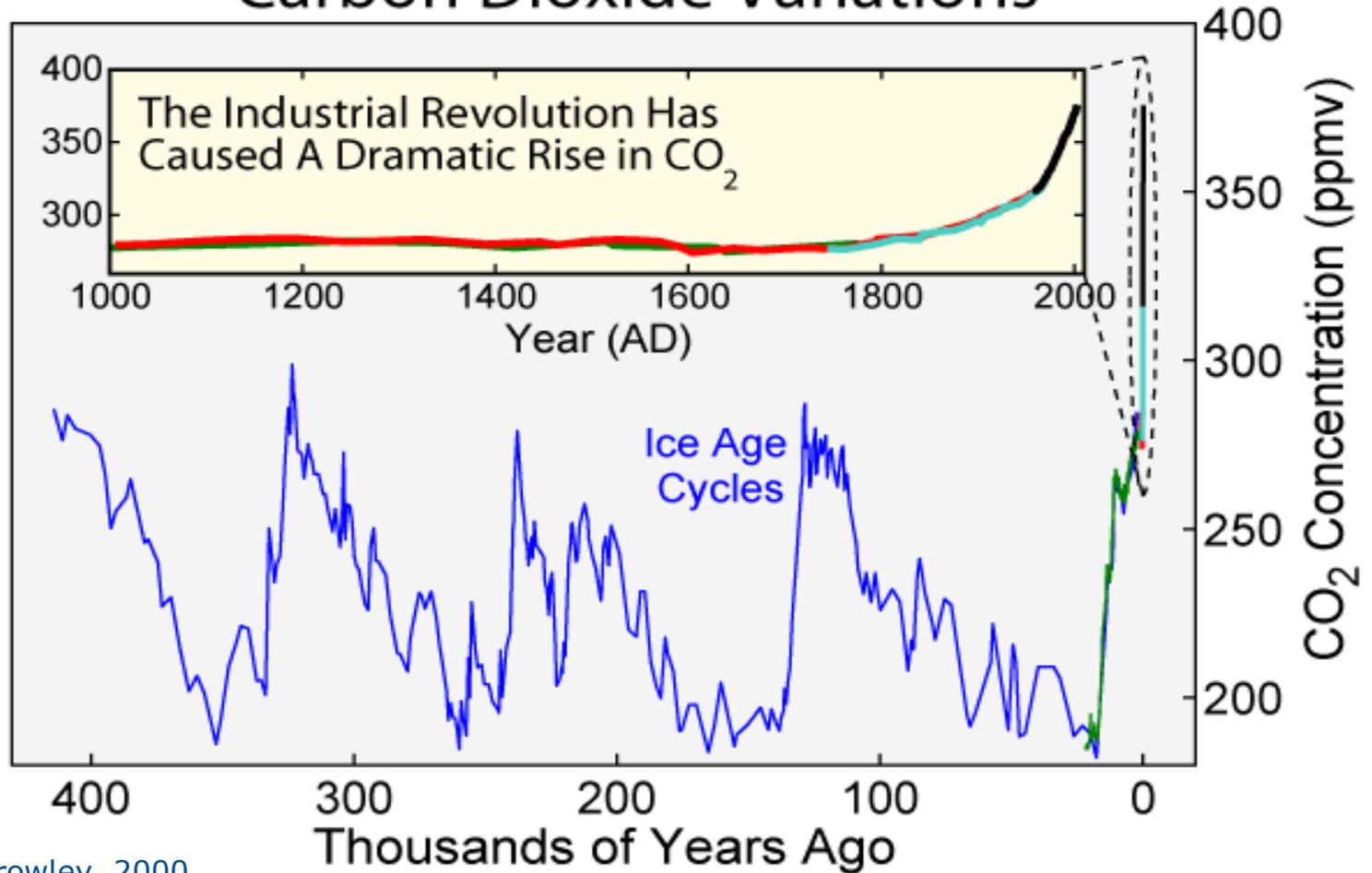


Szenario: Der weltweite Primärenergiebedarf nimmt zwischen 2009 und 2035 um 40% zu, Öl bleibt der wichtigste Brennstoff, wobei die Nachfrage nach Gas absolut gesehen die größten Zuwächse verzeichnet.

Quelle: OECD/IEA 2011

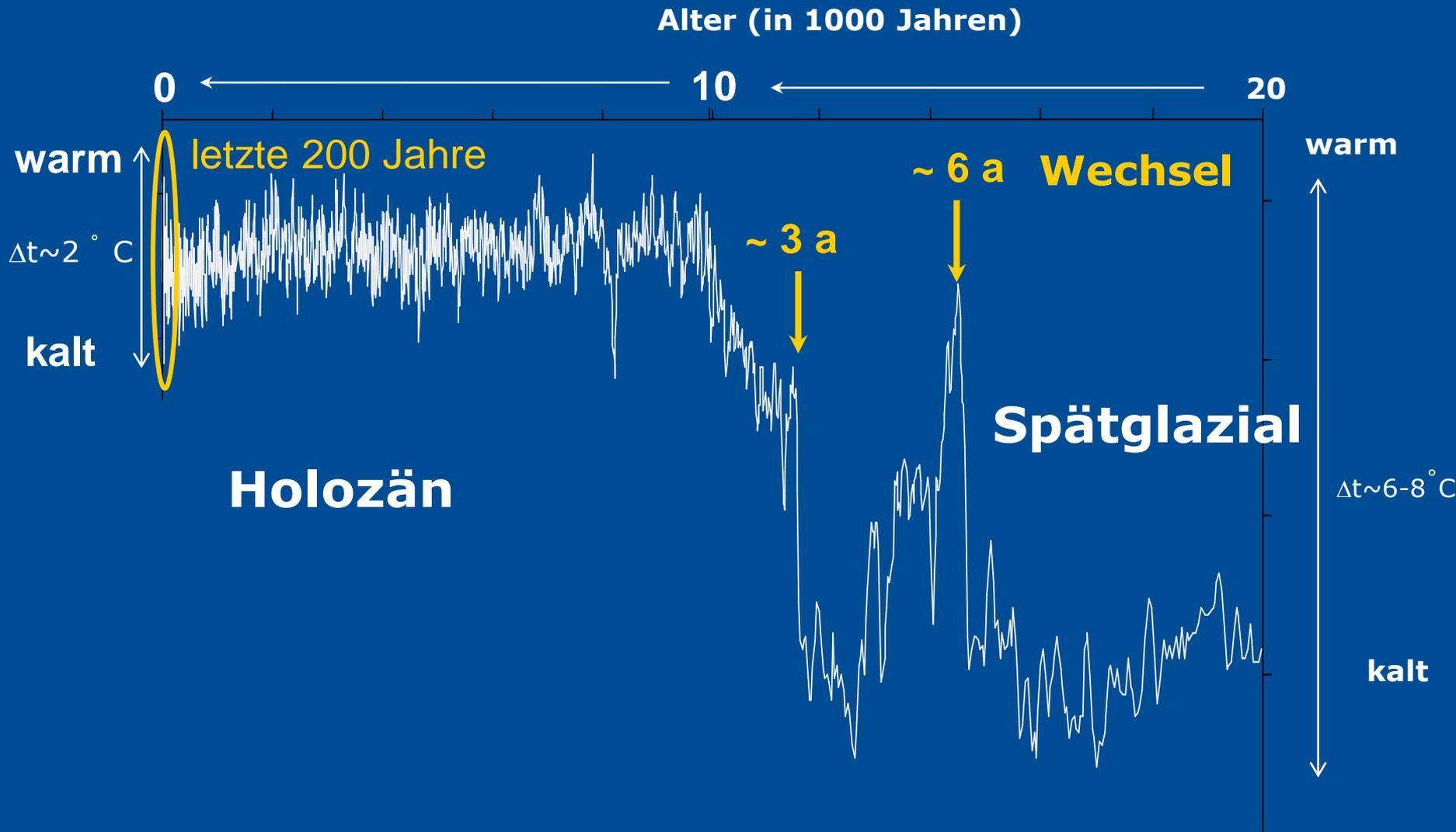
Klimafaktor Mensch

Carbon Dioxide Variations



Quelle: nach Crowley, 2000

Natürliche Klimadynamik

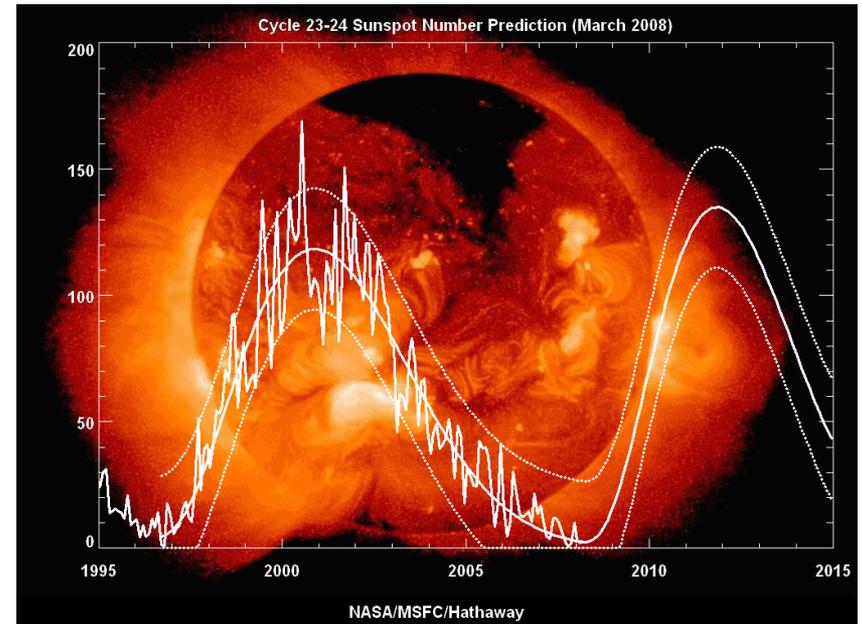


Klimadynamik

Anthropogene Faktoren



Natürliche Faktoren



Menschliche Aktivitäten sind ein wichtiger Faktor im Klimageschehen



**Forschung:
Klima im
System Erde**

Mitigation

+

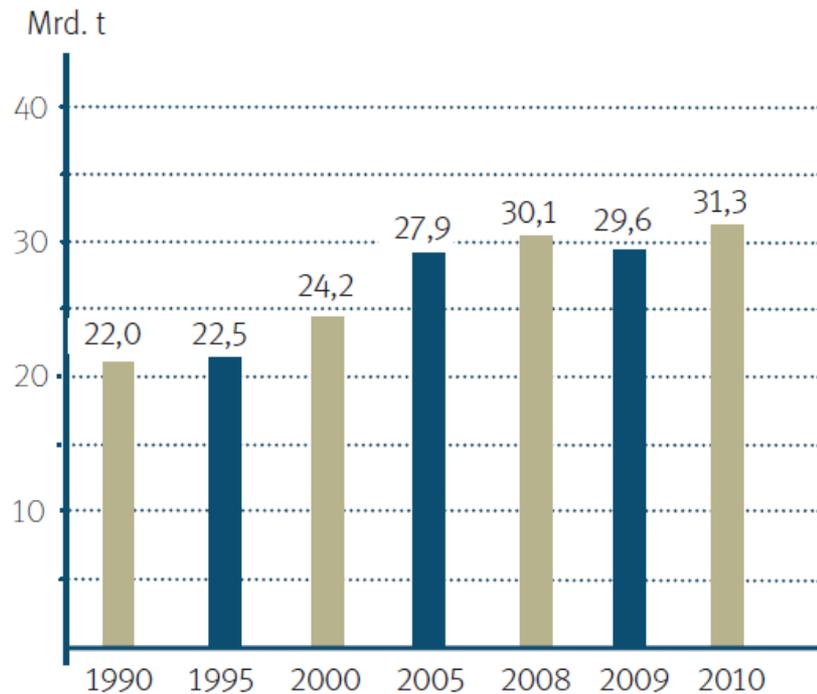
Adaptation

Klimadynamik

CO₂-Emissionen weltweit

- Global betrachtet sind seit 1990 die CO₂-Emissionen deutlich angestiegen.
- Aktuelle Szenarien zeigen für die den kommenden Jahre kaum Hinweise auf eine Umkehr dieses Trends. Grund dafür ist nicht zuletzt die wirtschaftliche Entwicklung in Schwellenländern.

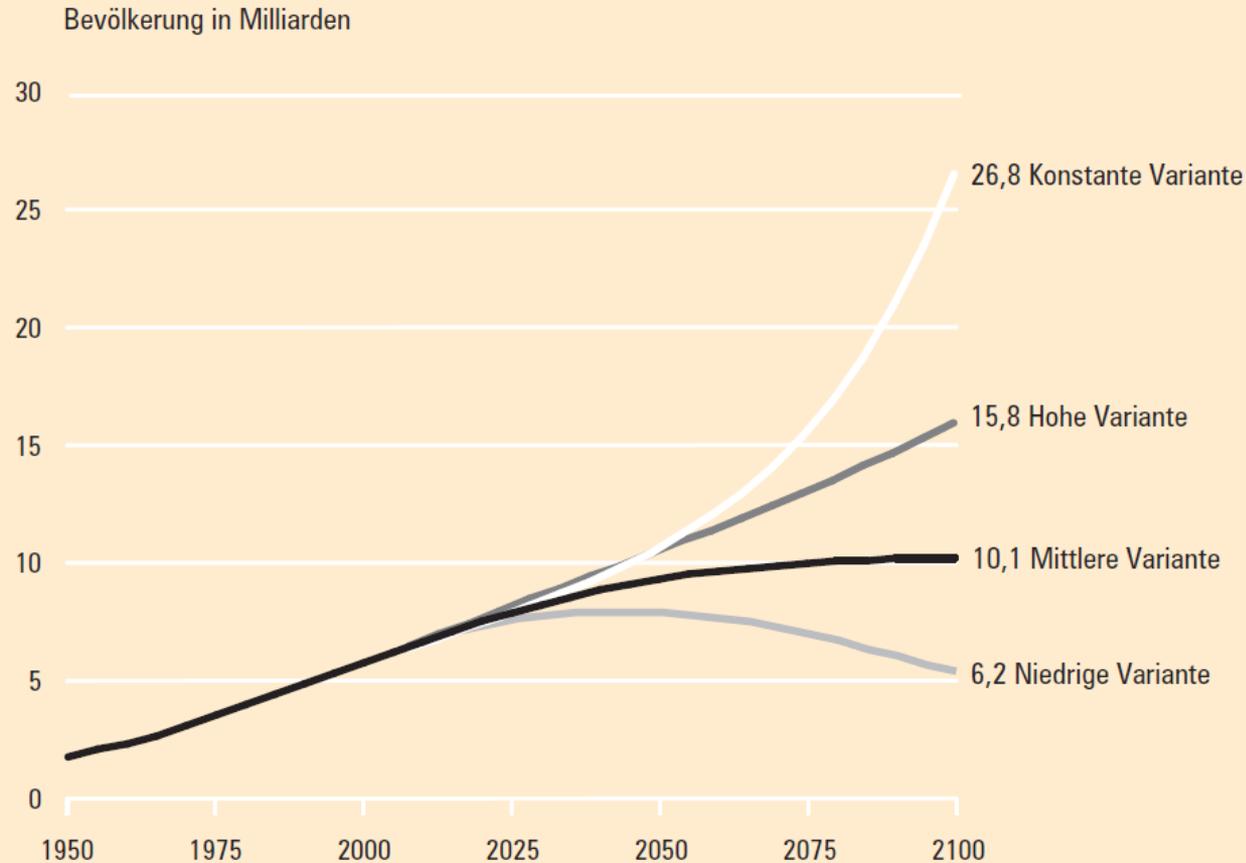
Entwicklung der weltweiten CO₂-Emissionen
1990-2010 - in Milliarden Tonnen



Quelle: Ziesing ET 9/2011
(aus: Informationen und Meinungen (DEBRIV), 4/2011)

Gesellschaftspolitische Herausforderung: Wachstum der Weltbevölkerung

Weltbevölkerungsprojektionen bis 2100



Grafik: Stiftung Weltbevölkerung

Quelle: Vereinte Nationen, *World Population Prospects: The 2010 Revision*, 2011.

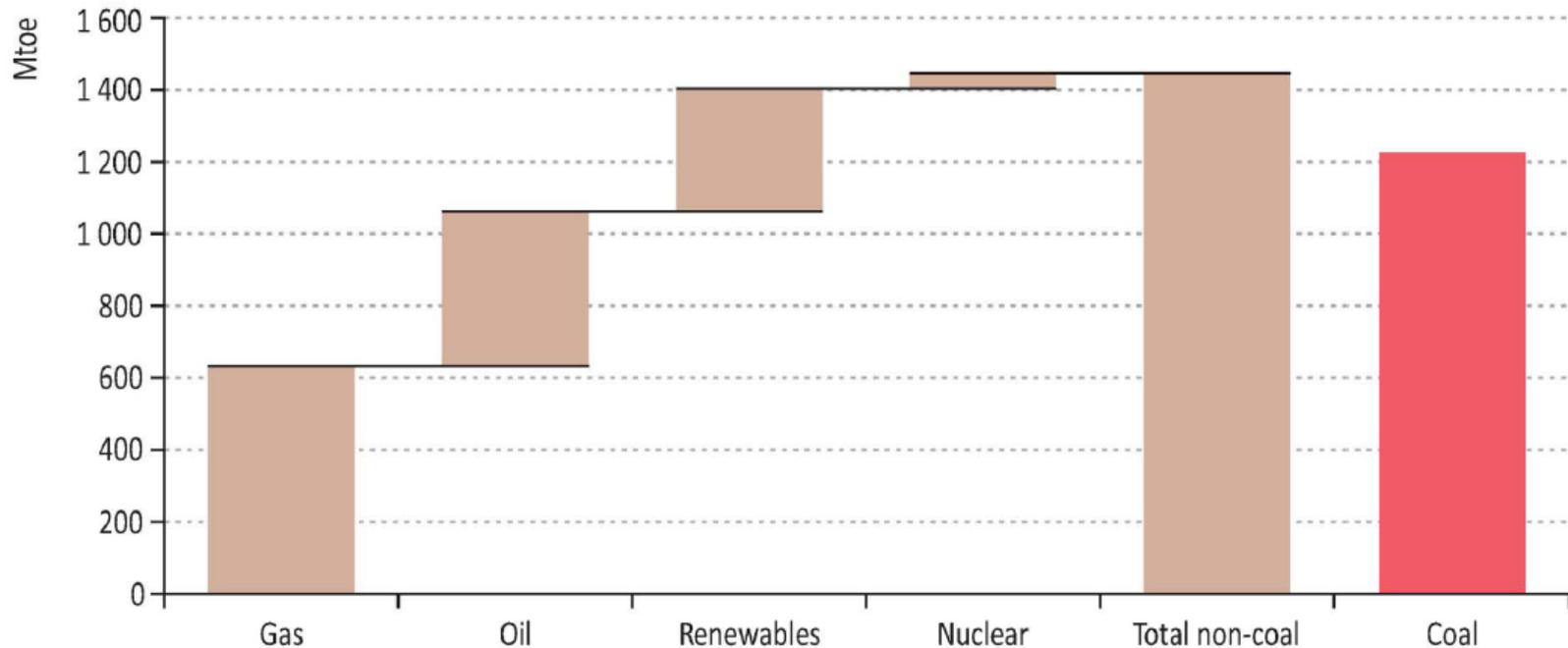
Natürliche Ressourcen

Als natürliche Ressourcen können alle jene Stoffe bezeichnet werden, die von der Natur bereitgestellt werden und grundsätzlich für menschliche Zwecke nutzbar gemacht werden können. Dies umfasst energetische und nicht-energetische, erneuerbare und erschöpfbare Ressourcen.

Ressource	Ressourceneigenschaft	Beispiele
Erschöpfbare, nicht-erneuerbare Ressourcen	<ul style="list-style-type: none">○ Erneuerung in geologischen Zeiträumen, aber nicht innerhalb menschlicher Zeithorizonte○ Ressource wird durch die Nutzung zerstört	Fossile Brennstoffe (Erdöl, Erdgas, Kohle)
Erschöpfbare, nicht-erneuerbare, recyclebare Ressourcen	<ul style="list-style-type: none">○ Erneuerung in geologischen Zeiträumen, aber nicht innerhalb menschlicher Zeithorizonte○ Materialien können wieder verwendbar gemacht werden	Mineralien, Metalle (Zink, Eisen, etc.)
Erneuerbare Ressourcen mit Vorratsminderung	<ul style="list-style-type: none">○ Ressource ist reproduzierbar○ Mit ihrer Nutzung ist eine Minderung des Vorrats verbunden	Böden, Wälder, Grundwasser
Erneuerbare Ressourcen ohne Vorratsminderung	<ul style="list-style-type: none">○ Ressource ist reproduzierbar○ Mit ihrer Nutzung ist keine Minderung des Vorrats verbunden	Sonnenenergie, Gezeiten, Wind, Geothermie

Fossile Rohstoffe – Die globale Bedeutung der Kohle

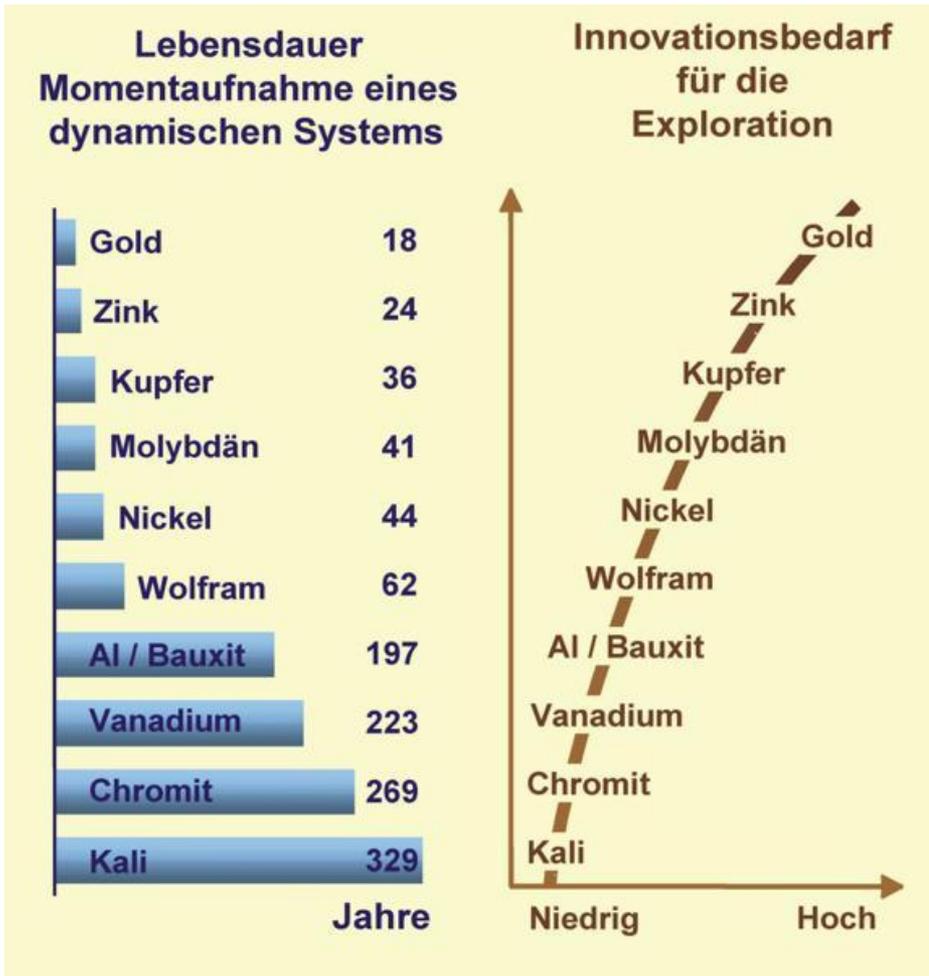
**Inkrementeller Primärenergiebedarf (weltweit) nach Energiequellen, 2000-2010
(World Energy Outlook 2011)**



Kohle machte in der vergangenen Dekade fast die Hälfte des weltweiten Zuwachses am Energieverbrauch aus, wobei der Hauptanteil dem Stromsektor in den Schwellenländern zuzurechnen ist.

Quelle: OECD/IEA 2011

Mineralische Rohstoffe

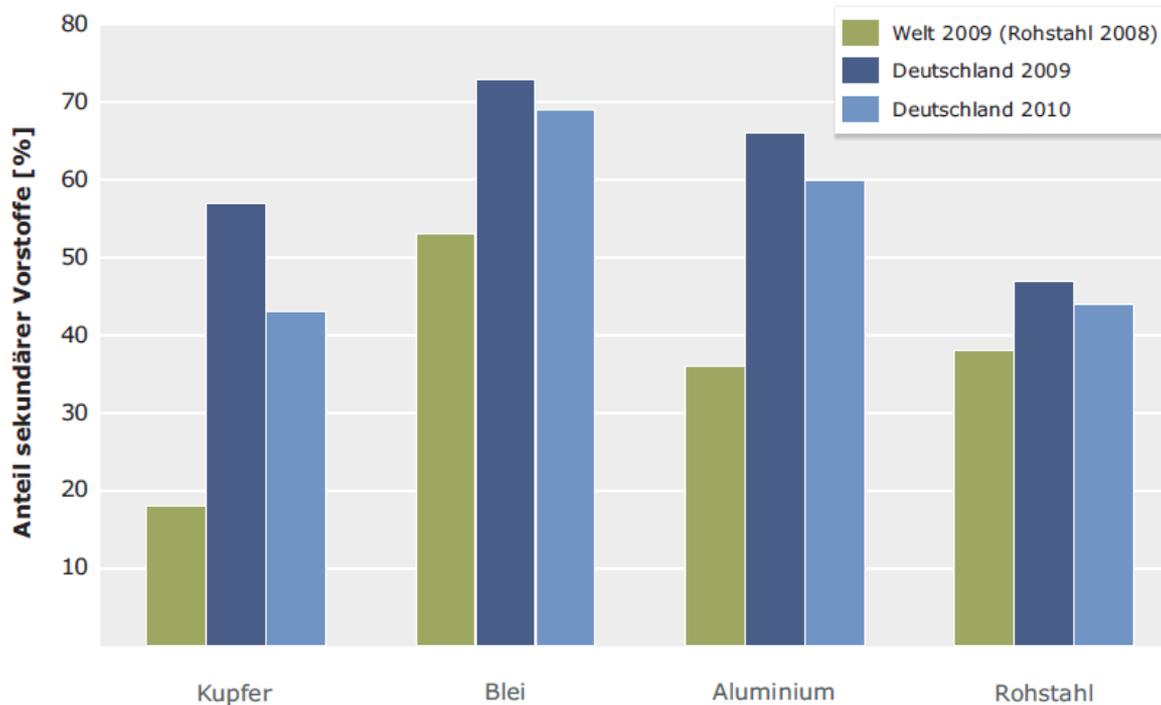


- **Lebensdauer** bzw. **Reichweite** (der Quotient aus der aktuellen Jahresförderung und den derzeit bekannten und wirtschaftlich gewinnbaren Rohstoffvorräten) ist eine häufig verwendete Beurteilungsgröße für die Bewertung der Verfügbarkeit von Rohstoffen.
- In der Realität ändern sich Vorräte und Produktionsmengen jedoch fortlaufend.
- Diese Maßzahl dient daher als ein Indikator für die Notwendigkeit von Explorationsaktivitäten.

Quelle: BGR – Lebensdauer als Indikator für die Notwendigkeit von Explorationsaktivitäten

Mineralische Rohstoffe – Recycling

Recycling ist die Rückführung eines Abfallstoffs in den Produktionsprozess und leistet einen Beitrag zum Umwelt- und Ressourcenschutz, ist in vielen Fällen aber auch wirtschaftlich sinnvoll.



Das Recycling mineralischer Rohstoffe bietet mehrere Vorteile, u.a.:

- **Verringerung des Einsatzes primärer Rohstoffe**
- **Verringerung der Importabhängigkeit**
- **Schonung natürlicher Ressourcen**
- **Verringerung des Energiebedarfs**
- **Senkung von Treibhausgasemissionen**

Anteil sekundärer Rohstoffe an der Raffinade- und Rohstahlproduktion weltweit und in Deutschland / Werte für Rohstahl weltweit von 2008

(Quelle: DERA: Deutschland Rohstoffsituation 2010 (berechnet auf Basis der Daten von BDSV, ICSG, ILZSG, IAI, EAA, WBMS, WV Metalle, WV Stahl))

Produktivität und Effizienz in der Landwirtschaft

In der Landwirtschaft wurden im vergangenen Jahrhundert deutliche Produktivitätssteigerungen erzielt. Bei steigenden Hektarerträgen ging der Arbeitskräftebesatz zurück, ebenso wie der Anteil an der Bruttowertschöpfung.

Landwirtschaftliche Entwicklung im Jahrhundertvergleich – Wirtschaftskennziffern

Kennziffer	1900	1950 ¹⁾	2010	Einheit
Nutzfläche je Einwohner	0,63	0,29	0,21	ha/Einwohner
Erwerbstätigenanteil	38,2	24,3	1,6	Prozent
Anteil an Brutto-Wertschöpfung	29,0	11,3	0,8	Prozent
Arbeitskräftebesatz (AK)	30,6	29,2	3,3	AK/100 ha

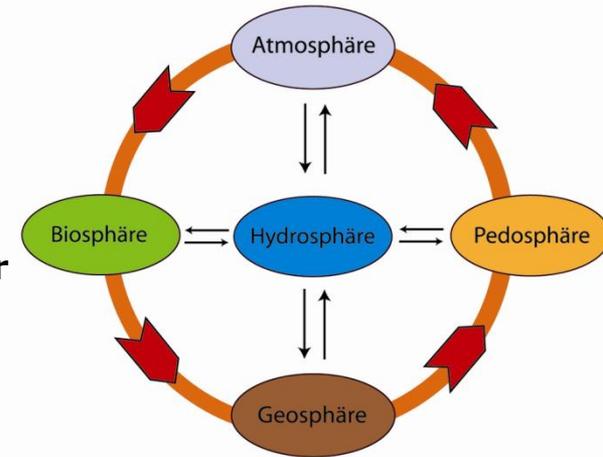
¹⁾ Angaben beziehen sich auf das frühere Bundesgebiet

Quelle: Statistisches Bundesamt

Die Ressource „Boden“

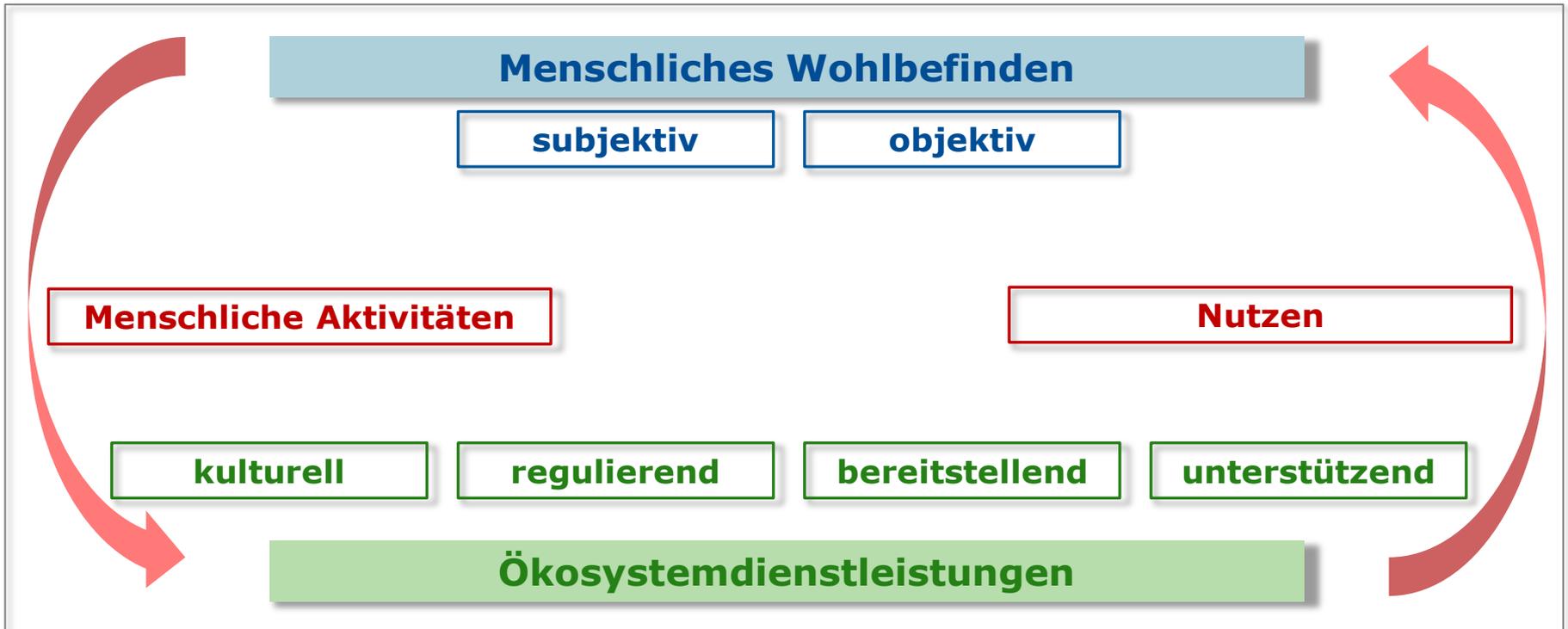
Geo-Ressource Boden – eine knappe und endliche Ressource

- **Bedeutung der organischen Bodensubstanz**
- **Technologien zur Bodenverbesserung und Produktionssteigerung und -sicherung**
- **Prozessverständnis fördern: Interaktion zw. biotischen und abiotischen Bodenkomponenten; Umwandlungsprozesse in der Geo-/Bio-/Atmosphäre**
- **Technologien des Bodenschutzes**
- **Neuartige Ansätze der Landnutzung**
- **Critical Zone-Konzept**



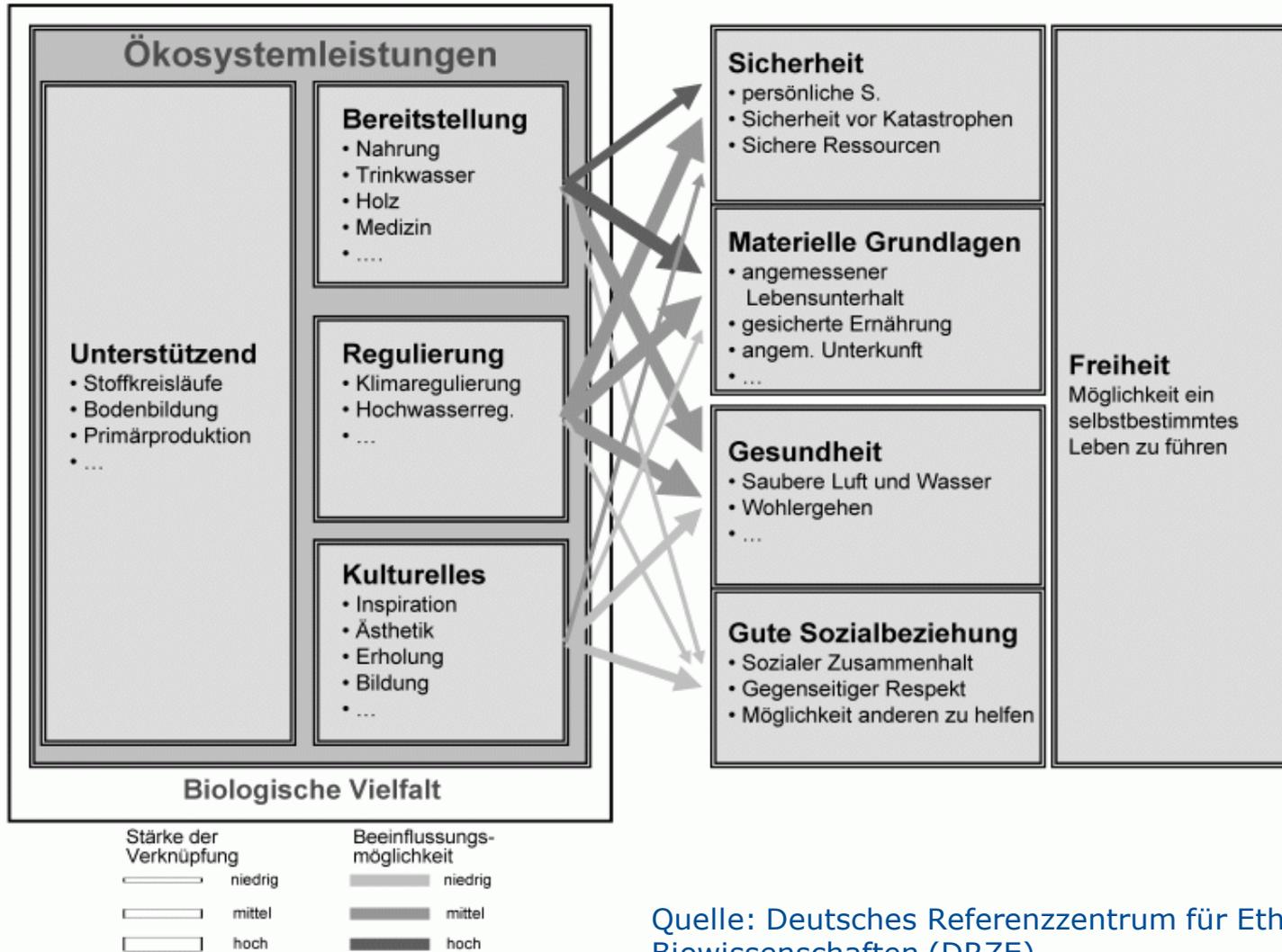
Ecosystem Services

Der Nutzen, den der Mensch aus natürlichen Systemen und Ressourcen bezieht, wird in der Ökologie über das Konzept der „Ökosystemdienstleistungen“ (Ecosystem Services) definiert. Zwischen den menschlichen Nutzern und Ökosystemen besteht dabei ein dynamischer Zusammenhang.



Quelle: nach Sustainable Europe Research Institute (SERI)

Ecosystem Services



Quelle: Deutsches Referenzzentrum für Ethik in den Biowissenschaften (DRZE)

Biodiversität

Sowohl die Erfassung der biologischen Vielfalt als auch die Bemessung ihres „Werts“ sind nicht trivial.

Notwendige Schritte zur Erfassung des Zustandes der biologischen Vielfalt umfassen z. B.:

- **Datenerhebung über den Zustand von Ökosystemen**
- **Langzeitbeobachtungen (Monitoring)**
- **Zusammenfassung von Informationen aus verschiedenen Quellen**
- **Bewertung und Gewichtung von Daten und Informationen**

Anforderungen an Indikatoren zur Messung der Biodiversität (Auswahl):

- **Ausreichende „Empfindlichkeit“ gegenüber Änderungen**
- **Differenzierung zwischen natürlichen Kreisläufen/Trends und anthropogenen Störungen**
- **Geeigneter geographischer Raumbezug**
- **Ermöglichung der Bewertung eines weiten Spektrums von beeinträchtigenden Faktoren**

Eine Vielzahl von Indikatoren kommt auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen bereits zum Einsatz, z. B. DNA-Analysen, die Erfassung von gefährdeten Arten, Lebensraum-Kartierungen.

Biodiversität

Biologische Vielfalt kann auf verschiedenen Ebenen ökonomisch und ideell in Wert gesetzt werden:

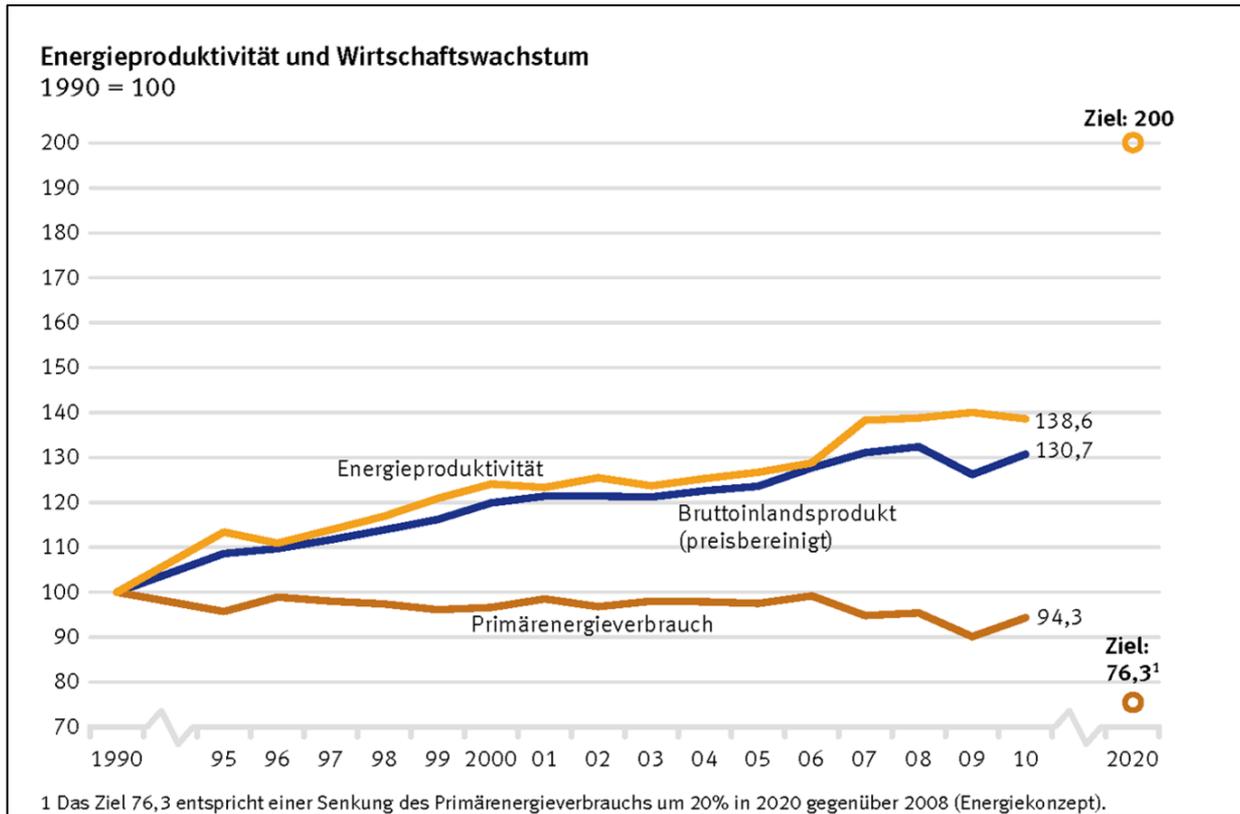
Ebenen der Biodiversität	Ökonomisches Wertkonzept und zeitliche Perspektive	Grundidee	Anwendungsgebiet	Resultierende Größenordnung sozialer Wertschätzung
<i>Genetische Vielfalt</i>	Entdeckungswert (historisch)	Beitrag genetischer Ressourcen zur Entdeckung neuer Kulturpflanzen	Landwirtschaft, Forstwirtschaft	gering
	Entdeckungswert (statisch)	Wert des "Bioprospecting" durch Firmen	Pharmazie	hoch
	Quasi-Optionswert (Dienstleistungswert, dynamisch)	Informationswert von Selektionsprozessen, wenn Resistenz evolviert	Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Pharmazie	hoch
<i>Taxonomische Vielfalt</i>	Existenzwert (Bruttogegenwartswert)	"Diversität" als solche skalar quantifizierbar	generell	unbestimmt, wenn Zielfunktion nicht ermittelt
	Existenzwert	Zahlungsbereitschaft für die Arterhaltung	generell	umstritten
<i>Ökosystematische Vielfalt</i>	Versicherungswert, Dienstleistungswert	Funktioneller Wert der Diversität im Rahmen der Stressresistenz von Ökosystemen (Resilienz)	Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Landschaftsschutz	hoch (vermutet)

Quelle: Biologische Vielfalt - Clearing House Mechanism, <http://www.biologischevielfalt.at/>; nach Göschl 1999, modifiziert)

Politische Instrumente der Rohstoff- und Ressourceneffizienzstrategie

- Die Rohstoffstrategie (2010) sowie der Entwurf der Ressourceneffizienzstrategie (2011) der Bundesregierung sind wesentliche Bausteine hin zu einer nachhaltigen Rohstoffversorgung für den Wirtschaftsstandort Deutschland.
- Hinsichtlich ihres Wirkungsbereiches umfassen Sie jedoch nicht alle Ressourcen und Nutzungen, die zusammenhängend zu betrachten wären; eine Zusammenführung mit weiteren konzeptionellen Ansätzen (z.B. Bioökonomie, biobasierte Wirtschaft) scheint daher angeraten.
- Eine Reihe von Punkten, wie zum Beispiel die Unterlegung der Ziele zur Ressourceneffizienz mit geeigneten quantitativen Indikatoren, bedürfen weiterer Konkretisierung.
- Positiv ist zu werten, dass das Bewusstsein um Böden als bedeutende und in Zukunft nicht vermehrbare Georessource Eingang in die Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung gefunden hat. Die Optimierung des Ressourcen- und Flächenmanagements kann daher einen effizienteren Umgang mit Böden – auch unter Einbeziehung urbaner Räume – gewährleisten.

Energieproduktivität und Wirtschaftswachstum: Das Gebot der Energieeffizienz

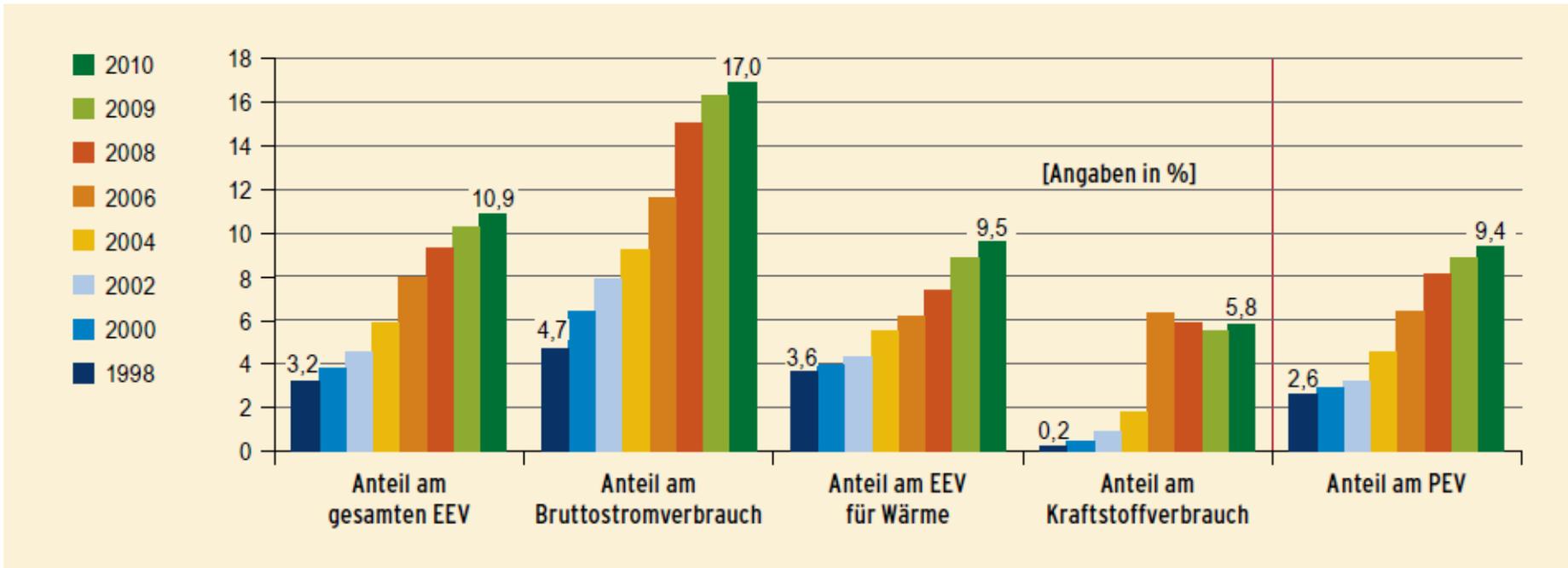


Quelle: Statistisches
Bundesamt,
Arbeitsgemeinschaft
Energiebilanzen e. V.

- Ziel: Anhaltender Trend der Entkopplung von BIP und Energieverbrauch.
- Zur Erreichung des Zielwerts wäre im verbleibenden Zeitraum bis 2020 eine Steigerung der Energieproduktivität von durchschnittlich 3,3 % erforderlich, im Zeitraum 2000 bis 2009 ist die Energieproduktivität allerdings im Jahresdurchschnitt nur um 1,4 % gestiegen.

Ziele der Energiepolitik

Bisherige Anteile erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung in Deutschland (BMU 2011)



Quelle: BMU 2011 (auf Basis AGEE-Stat und weiterer Quellen; Erneuerbare Energie in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung)

Ziele der Energiepolitik

Erneuerbare Energien: Ziele der Bundesregierung (BMU 2011)

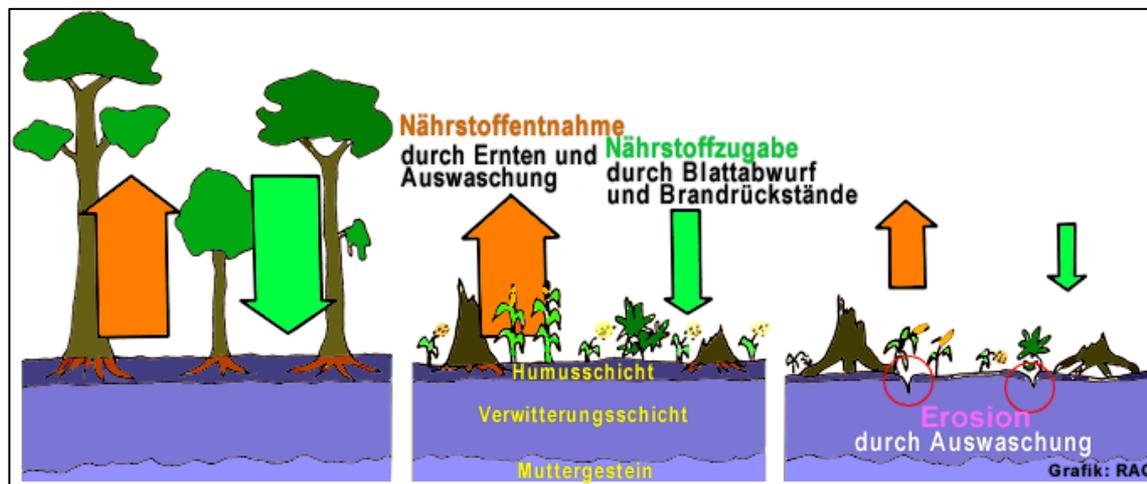
	EE - Anteil am Stromverbrauch
bis spätestens	[%]
2020	mind. 35
2030	mind. 50
2040	mind. 65
2050	mind. 80

	EE - Anteil am Bruttoendenergieverbrauch
	[%]
2020	18
2030	30
2040	45
2050	60

Quelle: BMU 2011 (Erneuerbare Energie in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung)

Verlagerungseffekte („Carbon Leakage“)

- Die Nutzung Erneuerbarer Energiequellen ist auch mit ökologischen und klimabezogenen Risiken verbunden.
- So bietet die Nutzung von Biomasse als Energieträger zwar Chancen (theoretische CO₂-Neutralität, permanente Verfügbarkeit), jedoch besteht durch die Importabhängigkeit die Gefahr von „Carbon Leakage“-Effekten in Drittländern, z.B. durch Eingriffe in CO₂-Senken bei der Konversion von Waldflächen.
- Daher sind bei einer Gesamtbewertung die gesamten Emissionen zu berücksichtigen, die bei der Produktion anfallen. Im Sinne eines „Carbon Footprint“ müssen also stets auch die Emissionen auf vorgelagerten Produktionsstufen miteinbezogen werden.



Zuckerrohrplantagen



Maisanbau

CO₂-Mobilisierung bei der Konversion von Waldflächen, z. B. zum Energiepflanzenanbau in den Tropen (Quelle: RAO)

Der Innovationskreislauf

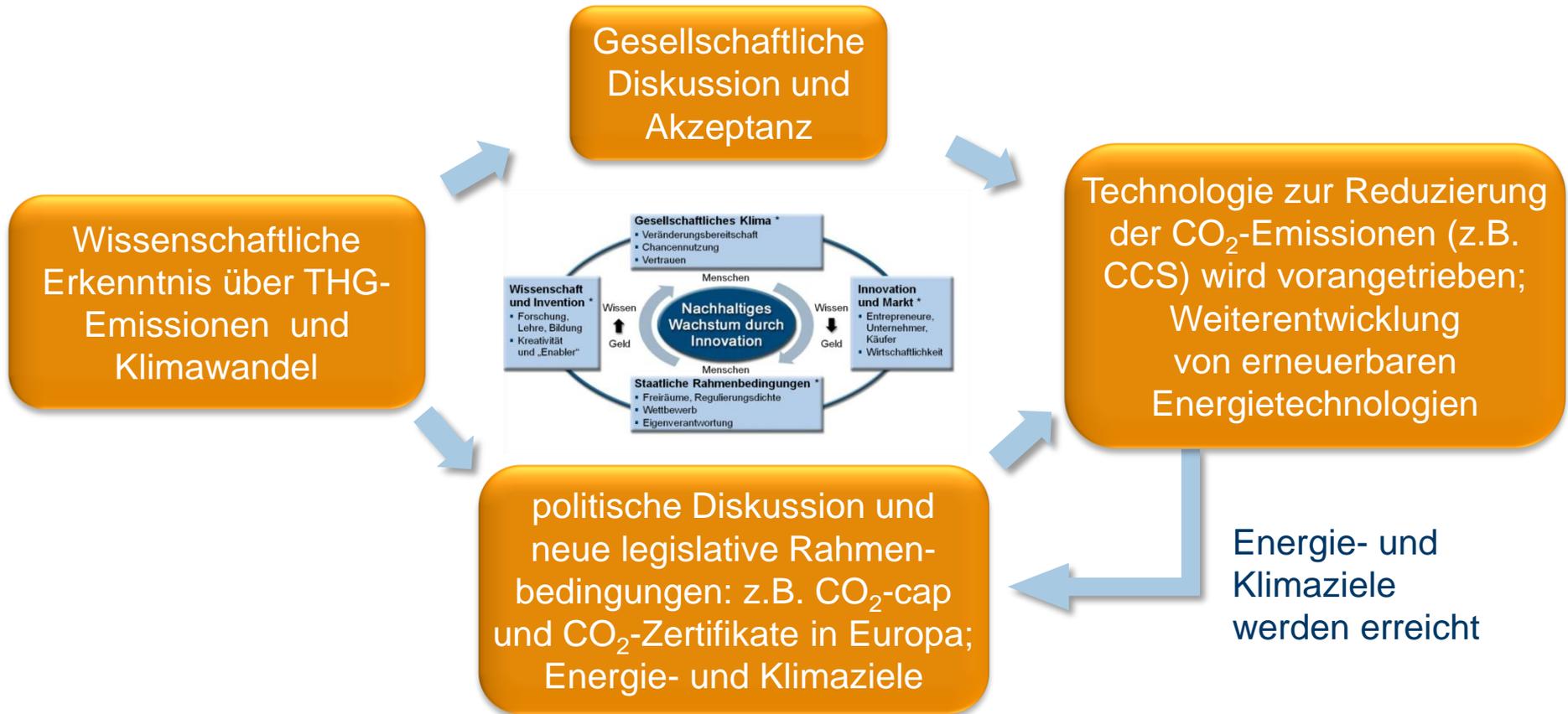
Der potenzielle Beitrag eines positiven Innovationsklimas zu einem nachhaltigeren Umgang mit natürlichen Ressourcen



* Aufzählungen beispielhaft

Der Innovationskreislauf

Beispiel für den möglichen Beitrag eines funktionierenden Innovationskreislaufs zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen (hier: Minderung des CO₂-Ausstoßes)



Akzeptanz als wichtiges Kriterium einer zukünftigen Energie- und Ressourcenpolitik

- Neben technischer Innovation ist jedoch eine breite gesellschaftliche Akzeptanz der zu treffenden Maßnahmen im Ressourcenschutz eine wichtige Voraussetzung.
- In der Energiepolitik wird in diesem Zusammenhang beispielsweise bereits von einem „Zielviereck“ gesprochen:
 - Umwelt- und Klimaverträglichkeit
 - Wirtschaftlichkeit
 - Versorgungssicherheit
 - + *gesellschaftliche Akzeptanz*
- Im Zentrum der Bemühungen um eine Öffnung des Dialogs zwischen den gesellschaftlichen Akteuren muss hier auch die Erforschung der Gründe für eine Annahme bzw. eine Ablehnung einer konkreten Innovation durch die potenziellen Nutzer bzw. Betroffenen stehen.

