

Kann die Recycling-Wirtschaft zukünftige Rohstoff-Engpässe verhindern?



Dr. Hanshelmut Itzel

Vorstandsmitglied DGAW e.V.

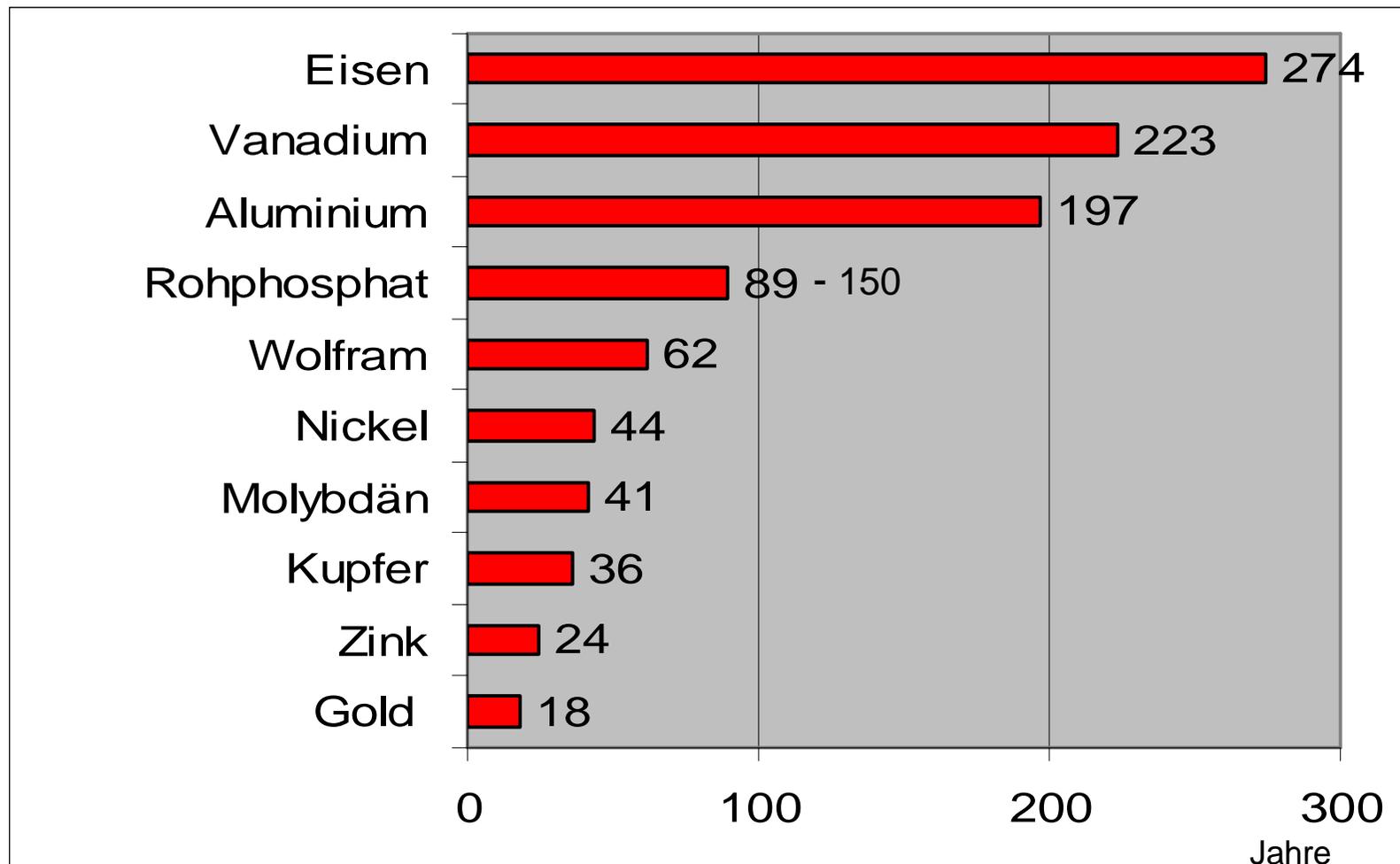
Geschäftsführer

Dr. HH. Itzel Management + Consulting GmbH

Umweltschutz, Klimaschutz, Prozessmanagement

Reichweiten von anorganischen Rohstoffen

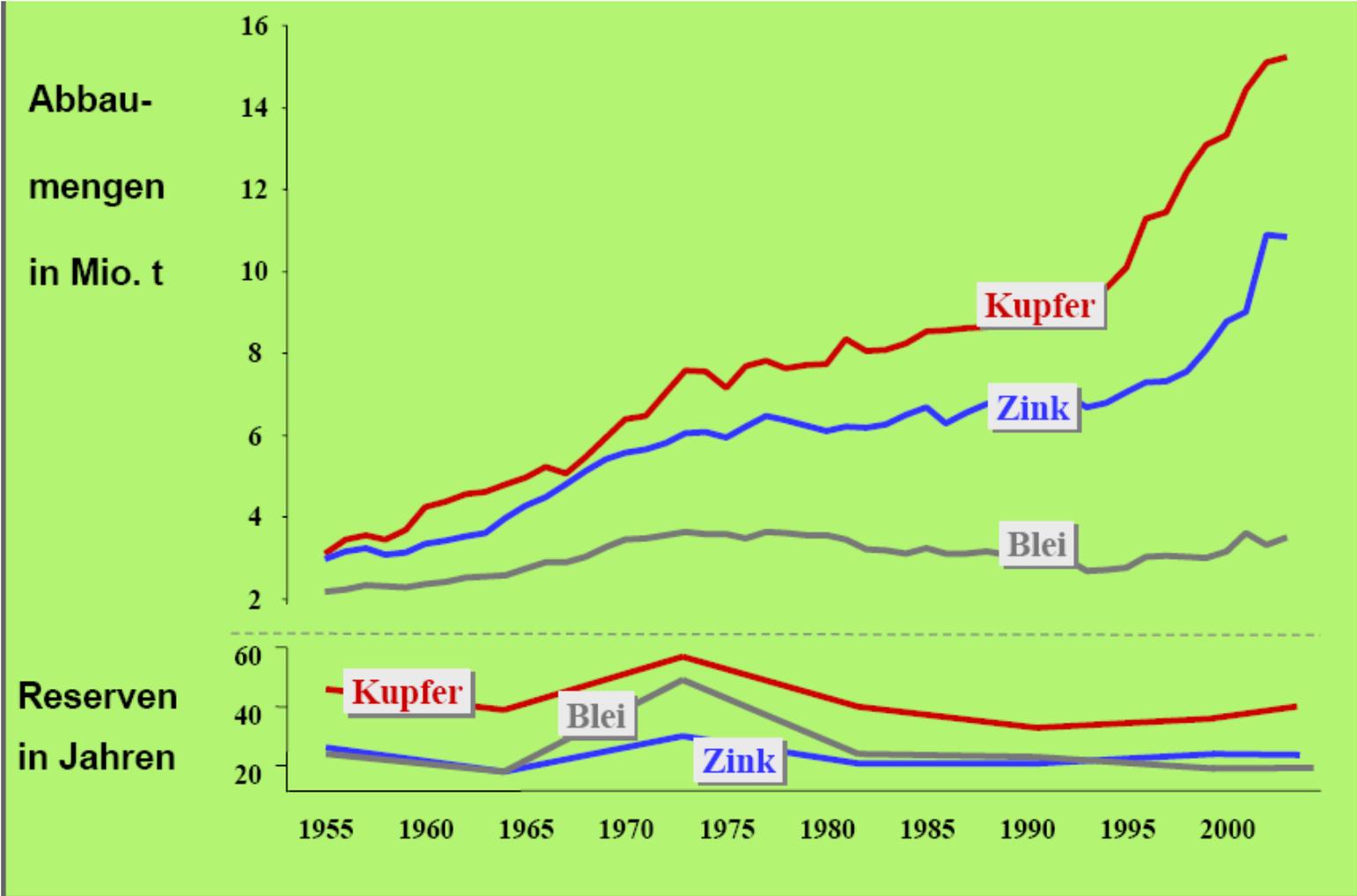
(derzeitig bekannte Reserven/Jahresförderung)



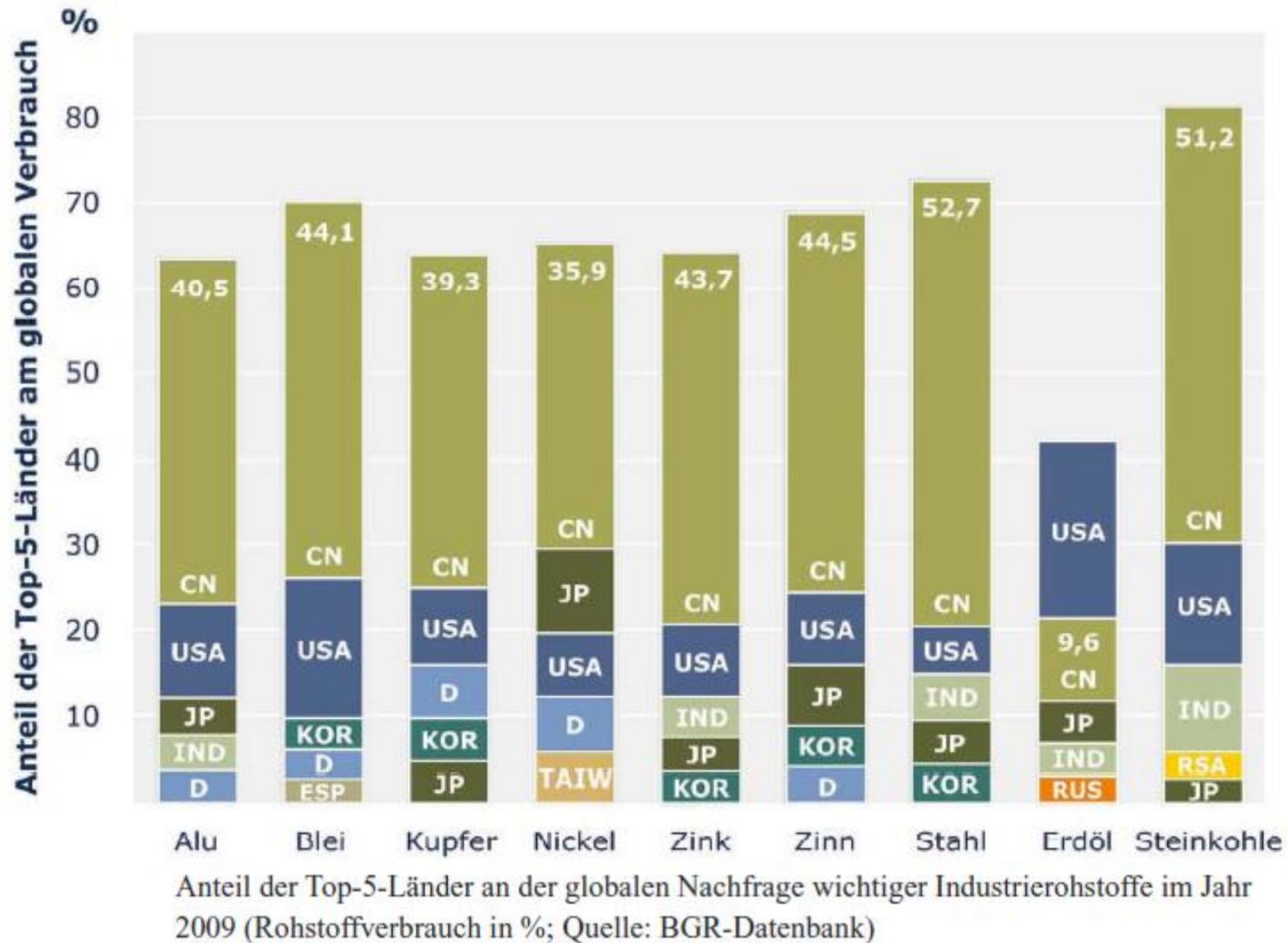
Ressourcenmenge unsicher



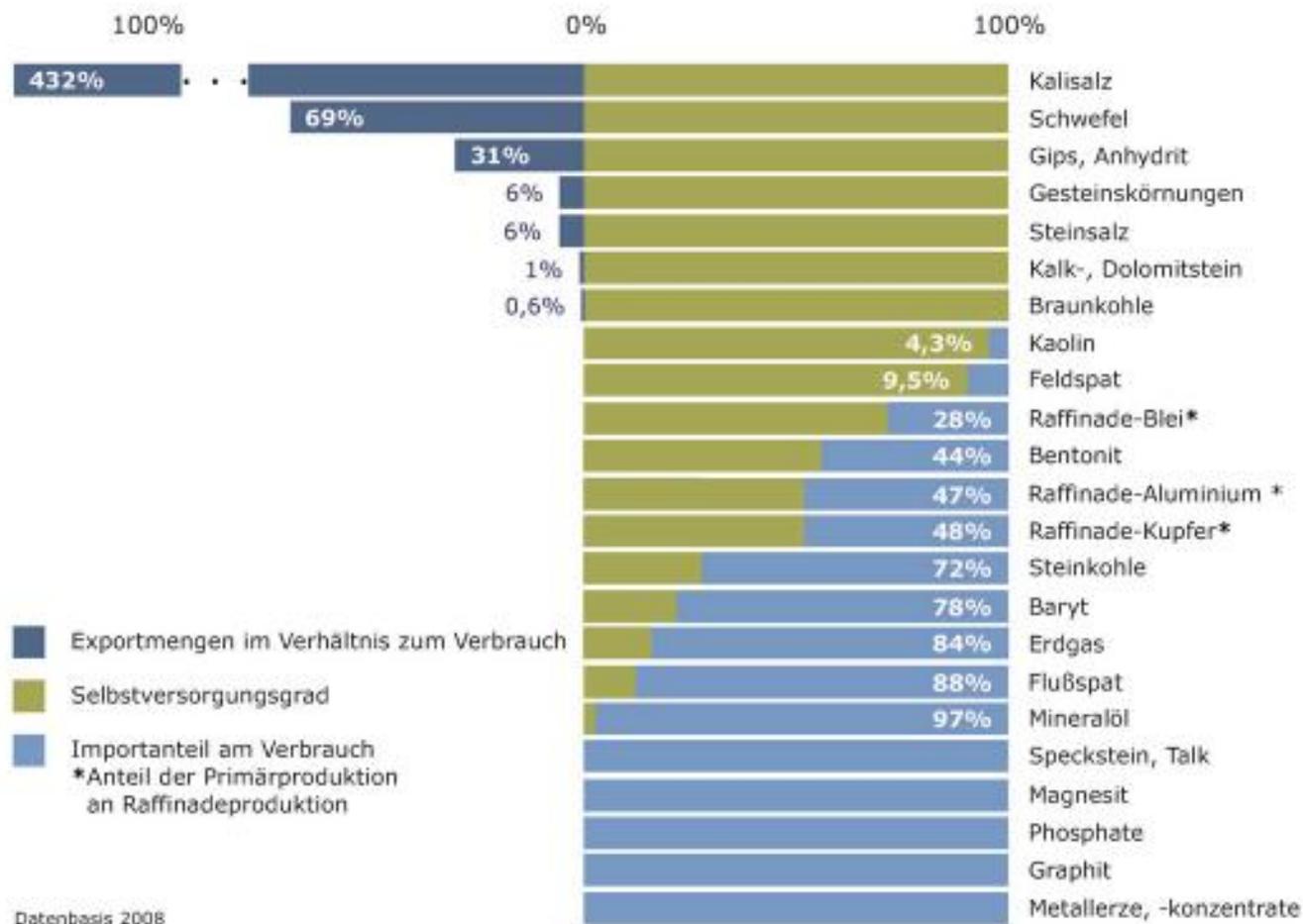
Prognosen über Reserven schwierig



Wichtige Industrierohstoffe



Importabhängigkeit und Selbstversorgungsgrad



Recyclingquoten

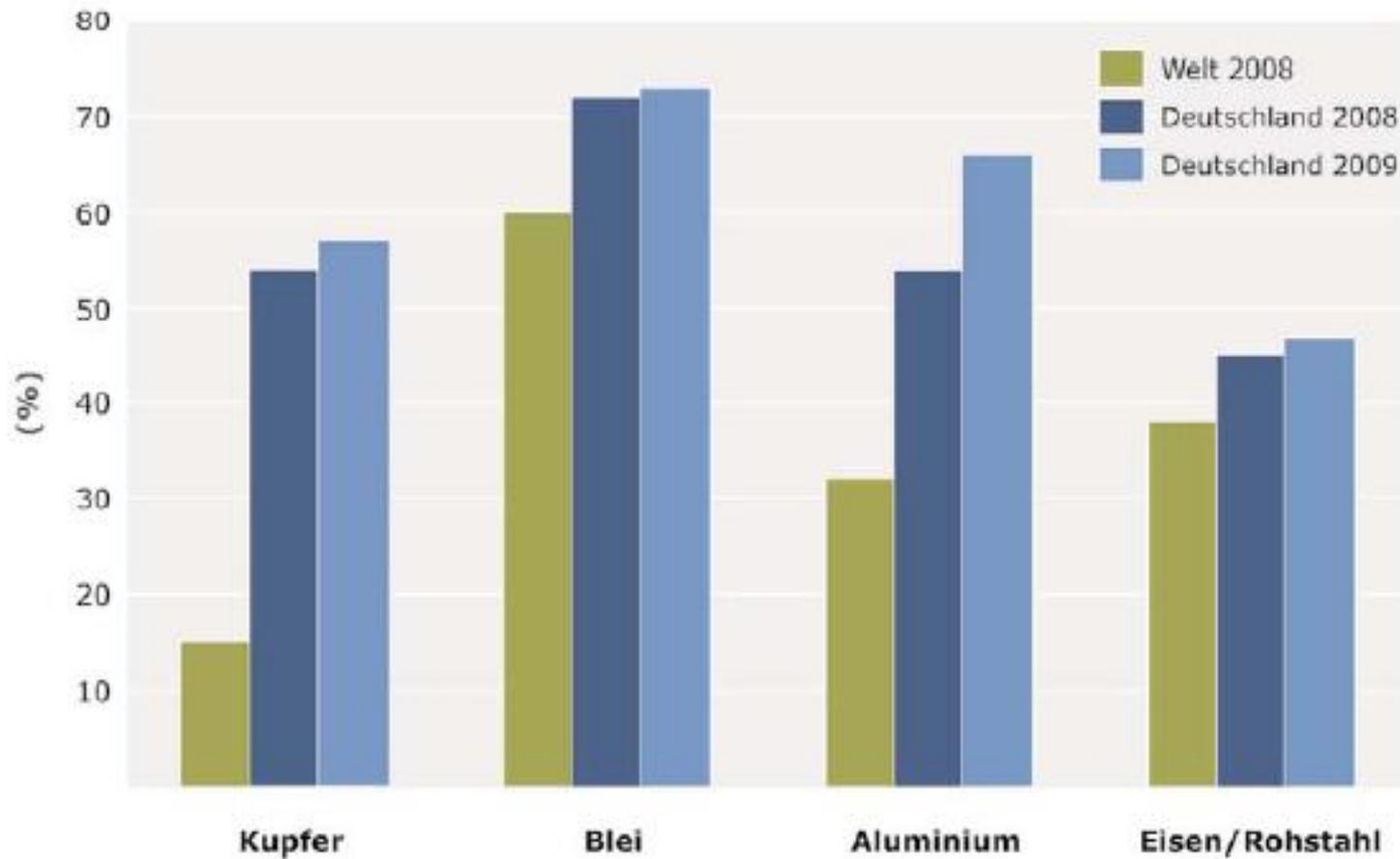
Worauf beziehen?

- a) theoretisch zur Verfügung stehende Abfallmenge
- b) auf den aktuellen Produktionsmenge
- c) auf den Verbrauch in D (ohne Export)
- e) auf die tatsächlich angefallene Abfallmenge

In Deutschland: bezogen auf b):

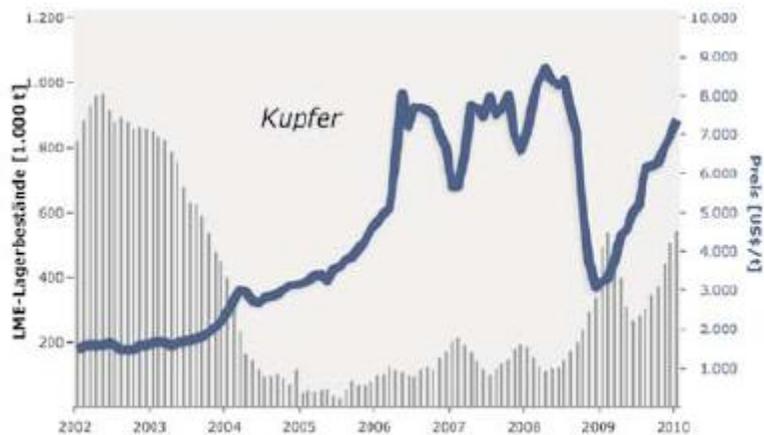
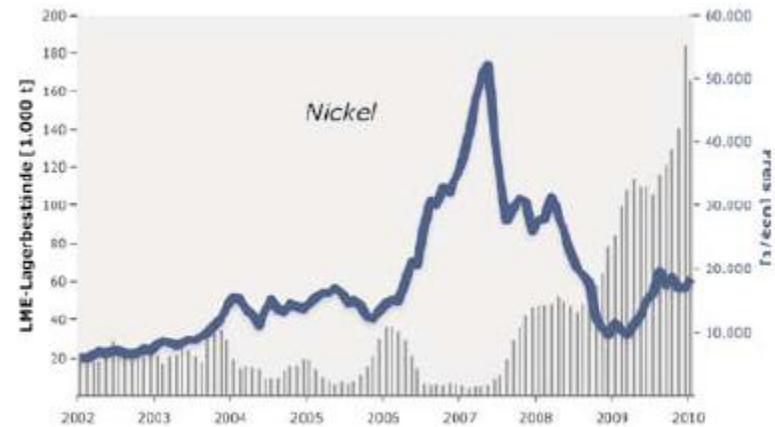
Aluminium	65 %
Blei	75 %
Kupfer	57%
Nickel	Statistik schwierig
Zinn	30%
Zink	80-90%
Kunststoffe	5% (?)
Kohlenstoff (C)	?

Vorreiter Deutschland bei Metallen



Anteil sekundärer Rohstoffe an der Raffinade- und Rohstahlproduktion weltweit und in Deutschland (ICSG, IAI, EAA, WV Stahl, WV Metalle)

Problem Preisvolatilität



Quelle: BGR 11/2010

Situation kritischer Rohstoffe

Merkmale	Rohstoffe
Verfügbarkeit	Germanium, Indium, Baryt, Silber, Gold, Zinn, Zink, Blei; (Fluorit, Niob, Nickel, Molybdän, Mangan, Kupfer)
Marktmacht	Niob, Platingruppe, Seltene Erden, Tantal, Magnesium, Graphit
Politisches Risiko	Seltene Erden, Kobalt, Lithium, Phosphat, Wolfram, Magnesium, Chrom; (Platingruppe)
Zukunftsrelevanz	Seltene Erden, Phosphat, Wolfram, Magnesium, Lithium, Kobalt, Platin, Selen; (Gallium, Germanium)
Nicht-Substituierbarkeit	Seltene Erden, Phosphat, Selen, Indium, Gallium, Germanium, Kalisalze, Graphit, Platingruppe, Chrom, Mangan, Molybdän, Kobalt

Quelle: Institut der Deutschen Wirtschaft Köln (April 2010)

Was unterscheidet ein Produktions- von einem Verwertungsverfahren?

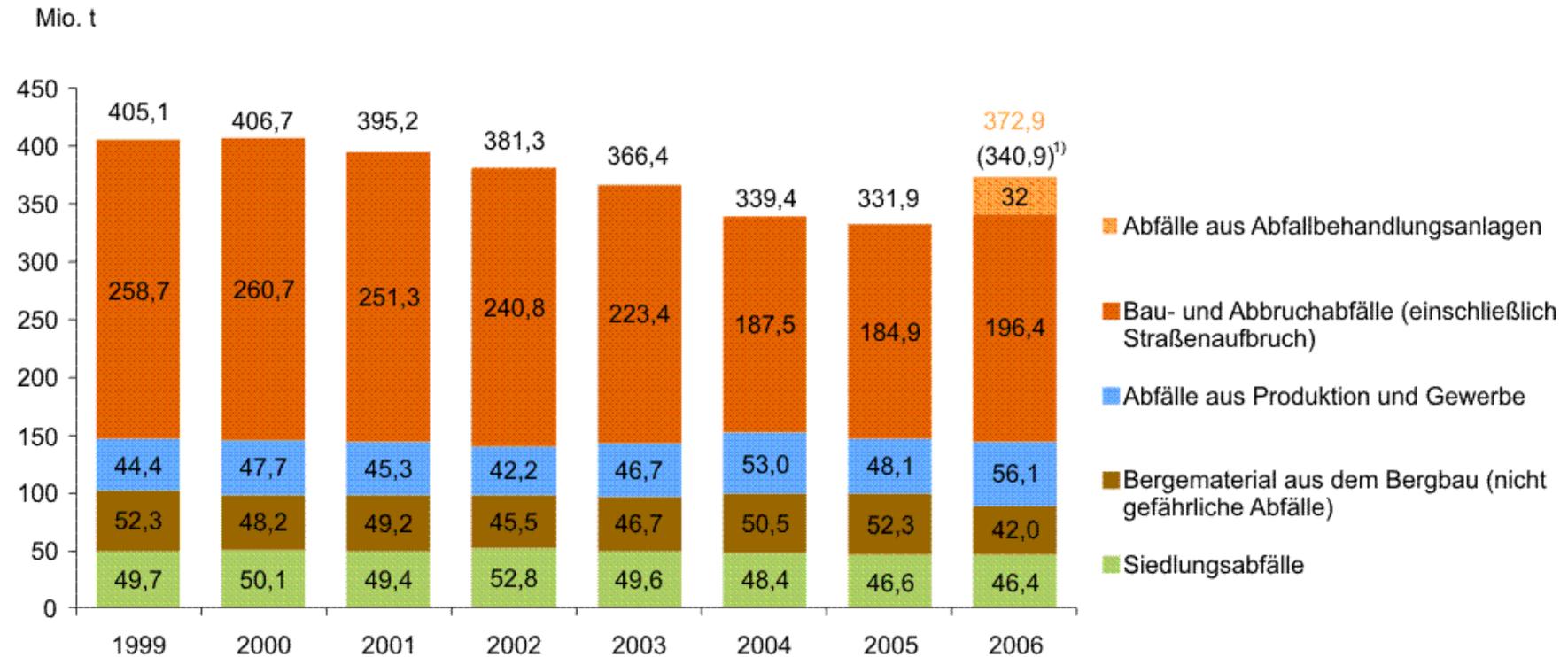
- Produktionsverfahren
- Herstellung eines Stoffes oder Gegenstandes aus Stoffen oder Gegenständen, die zu einem ganz bestimmten Zeitpunkt der Herstell-Prozeßkette kein Abfall (gem. §3 KrW-/AbfG) sind
- Verwertungsverfahren
- Herstellung eines Stoffes oder Gegenstandes aus Stoffen oder Gegenständen, die zu einem ganz bestimmten Zeitpunkt der Herstell-Prozeßkette Abfall gem. (§3 KrW-/AbfG) sind

Abfall ist keine Stoffeigenschaft, sondern eine juristische Definition des subjektiven Zustandes einer Sache.

Was charakterisiert ein Rohstoff ?

- Eindeutiges Herkunftsverfahren
 - Herkunftsbezogene Spezifikation
 - Anwendungsbezogene Spezifikation
 - Kenntnis der genauen Zusammensetzung
(Auswirkung von Verunreinigungen auf das Produkt- REACh)
 - Gleichmäßige Zusammensetzung
 - Herkunfts- und Anwendungsbezogene Qualitätskontrolle
- Nur dort, wo die Recyclingwirtschaft diese Anforderung erfüllen kann, kann sie zur Rohstoffversorgung entscheidend beitragen

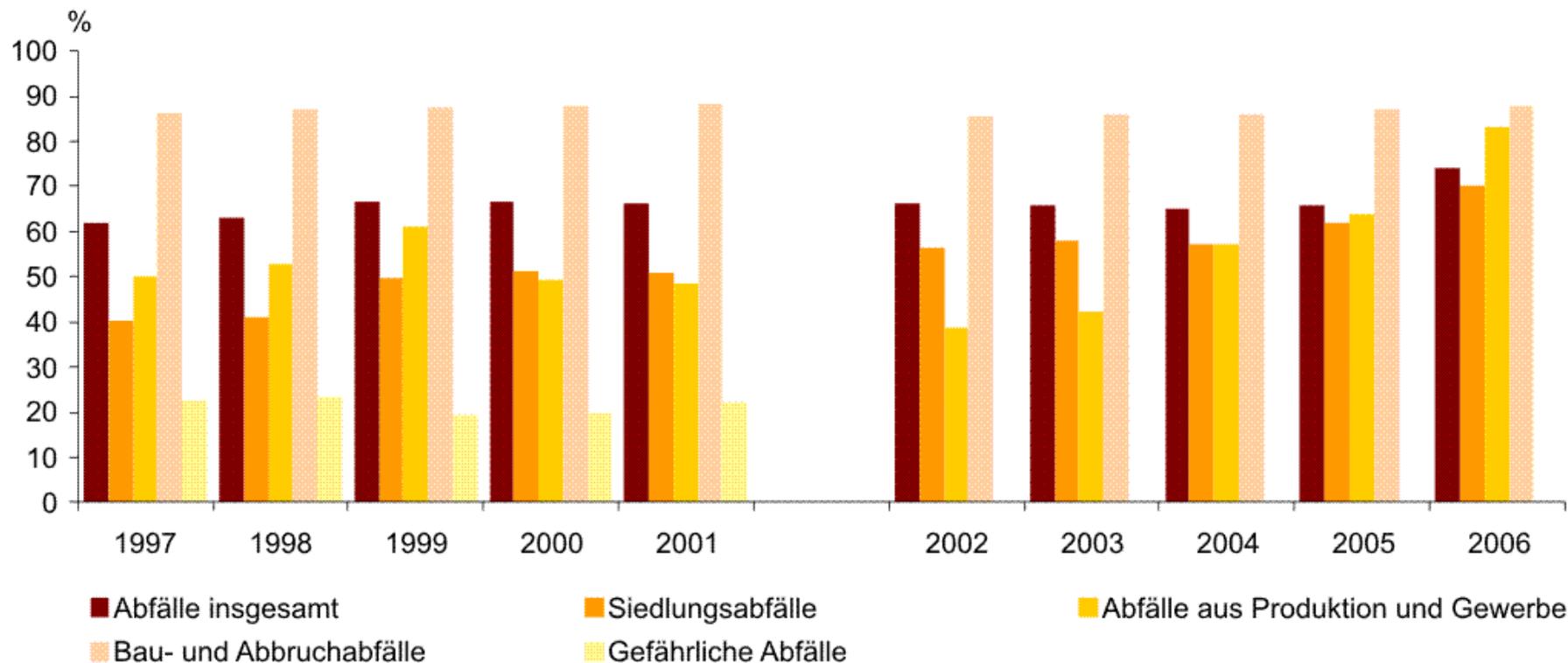
Abfallaufkommen



¹⁾ ohne Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen

Quelle: Statistisches Bundesamt 2008,
www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Navigation/Statistiken/Umwelt/Umwelt.psml

Verwertungsquoten der Hauptabfallströme



Daraus folgt, dass rechnerisch ca. 18% des abiotischen Rohstoffverbrauchs v. 2 Mrd. t aus der Recyclingwirtschaft kommt.

Anteil des Sekundärmaterials am Gesamtverbrauch der Bundesrepublik Deutschland

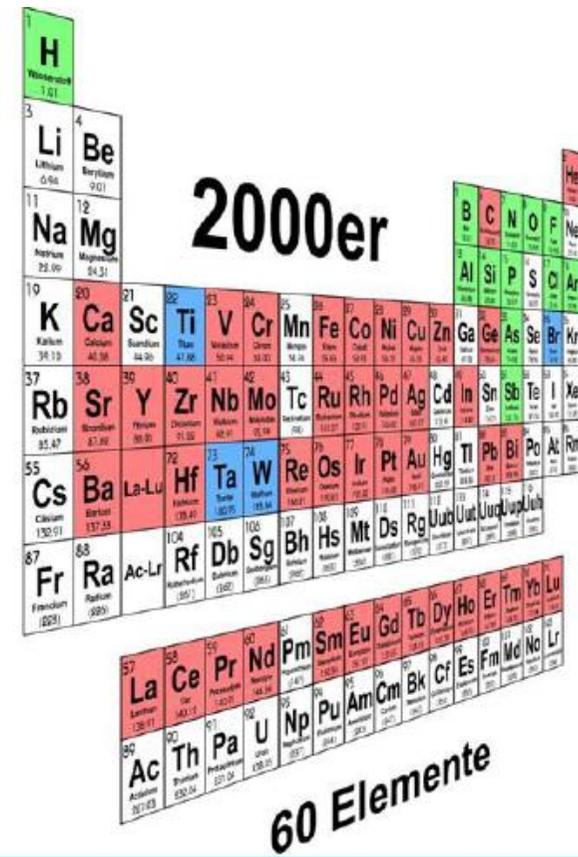
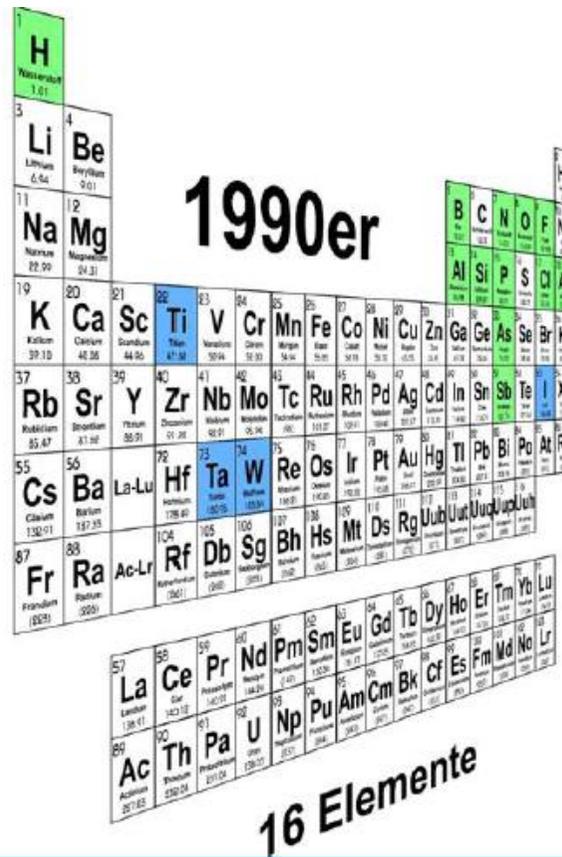
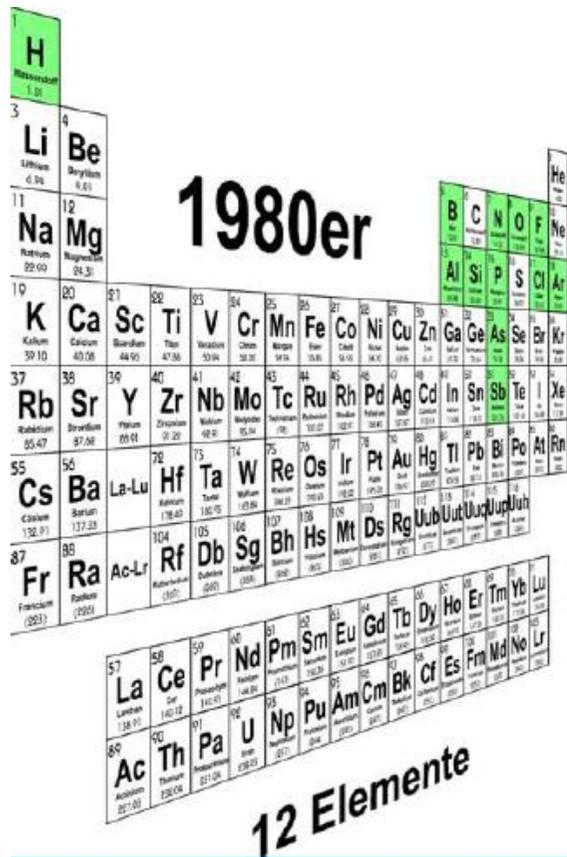
[%]	0-5	5-10	10-30	30-50	>50
Aluminium				x	
Kupfer				x	
Blei					x
Zink			x		
Zinn		x			
Antimon			x		
Stahl				x	
Chrom			x		
Titan	x				
Kobalt		x			
Mangan			x		
Molybdän			x		
Nickel			x		
Niob	x				
Tantal		x			
Vanadium		x			
Wolfram				x	
Zirkon			x		
Gold				x	
Silber				x	
Platin					x
Palladium				x	

Rohstoff	Recyclingrate ¹ (2005) [%]	geschätzte Recyclingrate ² 2025 [%]
Aluminium	35	50
Blei	59	-
Eisen	55	50
Kobalt	20 - 25	-
Kupfer	54	35 - 50
Molybdän	10	-
Nickel (EU-15)	35 - 45	-
Tantal (USA)	20	Potenzial vorhanden
Zink	41 (2003)	40

¹in Deutschland, ²global

Tabelle 8: Aktuelle und geschätzte künftige Recyclingraten wichtiger Rohstoffe [BGR 2005b] [Frondel 2005].

Zunehmende Materialvielfalt in der Halbleitertechnologie



Quelle.: Institut der Deutschen Wirtschaft Köln 2010

Materialbestandteile eines Mobiltelefons

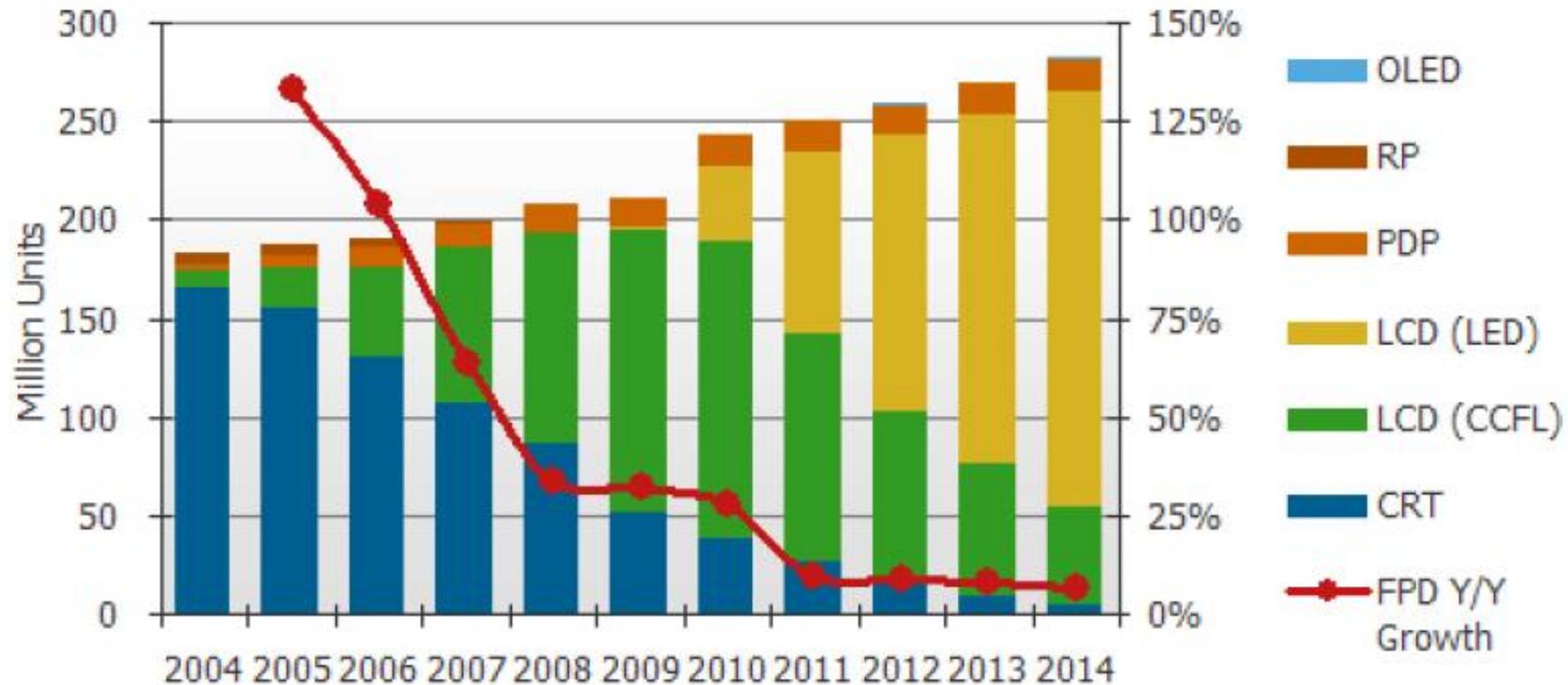


Material	Gewicht	Material	Gewicht
Silizium	24,8803	Bismut	0,0063
Kunststoff	22,9907	Chrom	0,0063
Eisen	20,4712	Quecksilber	0,0022
Aluminium	14,1723	Germanium	0,0016
Kupfer	6,9287	Gold	0,0016
Blei	6,2988	Indium	0,0016
Zink	2,2046	Ruthenium	0,0016
Zinn	1,0078	Selen	0,0016
Nickel	0,8503	Arsen	0,0013
Barium	0,0315	Gallium	0,0013
Mangan	0,0315	Palladium	0,0003
Silber	0,0189	Europium	0,0002
Beryllium	0,0157	Niob	0,0002
Kobalt	0,0157	Vanadium	0,0002
Tantal	0,0157	Yttrium	0,0002
Titan	0,0157	Platin	in Spuren
Antimon	0,0094	Rhodium	in Spuren
Kadmium	0,0094	Terbium	in Spuren

Verwendung kritischer Rohstoffe

Rohstoff	Verwendung
Yttrium (SE)	Reaktortechnik, Magnete, Metallurgie, Röhrentechnik, Leuchtstoffe
Kobalt	Batterien, Superlegierungen, Katalysatoren, Hartmetalle
Neodym (SE)	Magnete, Lasertechnik, Glas- und Porzellanfärbung
Scandium (SE)	Flugzeugbau, Quecksilberdampflampen
Wolfram	Leuchtmittelindustrie, Metallurgie, Militär
Phosphat	Landwirtschaft
Niob	Stahlindustrie (Superlegierungen, Edelstahl), Elektronik, Turbinen
Selen	Chemikalien und Pigmente, Elektronik, Metallurgie
Germanium	Glasfaser, Halbleiter, Infraroptik, Polymer-Katalysation
Platingruppe	Katalysatoren, Schmuckindustrie, Elektronik, Chemie, Dentaltechnik
Lithium	Akkumulatoren und Batterien, Metallurgie, Reaktortechnik, Chemie, Glas
Chrom	Edelstahl, Feuerfestindustrie, Chemie, Farben
Indium	Displays, Dünnschicht-Photovoltaik
Molybdän	Edelstahl, Elektronik, Katalysatoren, Flugzeug- und Raketenbau

Beispiel Flachbildschirme



Quelle: DisplaySearch Q2'10: Quarterly Advanced Global TV Shipment and Forecast Report

Mit Verzögerung von 10 Jahren: ca 1-2 Mio t LCD-Abfall/Jahr

Verwertung der LCD-Komponenten

- Flüssigkristall (LC)
 - Theoretisch möglich (Separation vom Glas durch abrakeln oder Inlösungnahme)
 - Aber: Vielzahl von LC-Arten auf dem Markt/ Gemische
 - → wirtschaftlich nicht darstellbar
- TFT Glas
 - Spezialglas, nur für diesen Zweck hergestellt (wie CRT-Glas!)
 - Direkter Wiedereinsatz nicht bekannt
 - Sekundäre Anwendungen (z.B. Transistoren, Schaumglas)
- Gesamtes LCD
 - Metallurgie: Recycling von Edelmetallen aus Katalysatoren oder Metall-Abfällen (Schmelzofen: Schlackebildner, Energieträger)
 - Co-Verbrennung für aggressive Industrieabfälle (Bildung einer Schutzschicht vor aggressiven Medien im Ofen : Substitut für Glas/ Sand)

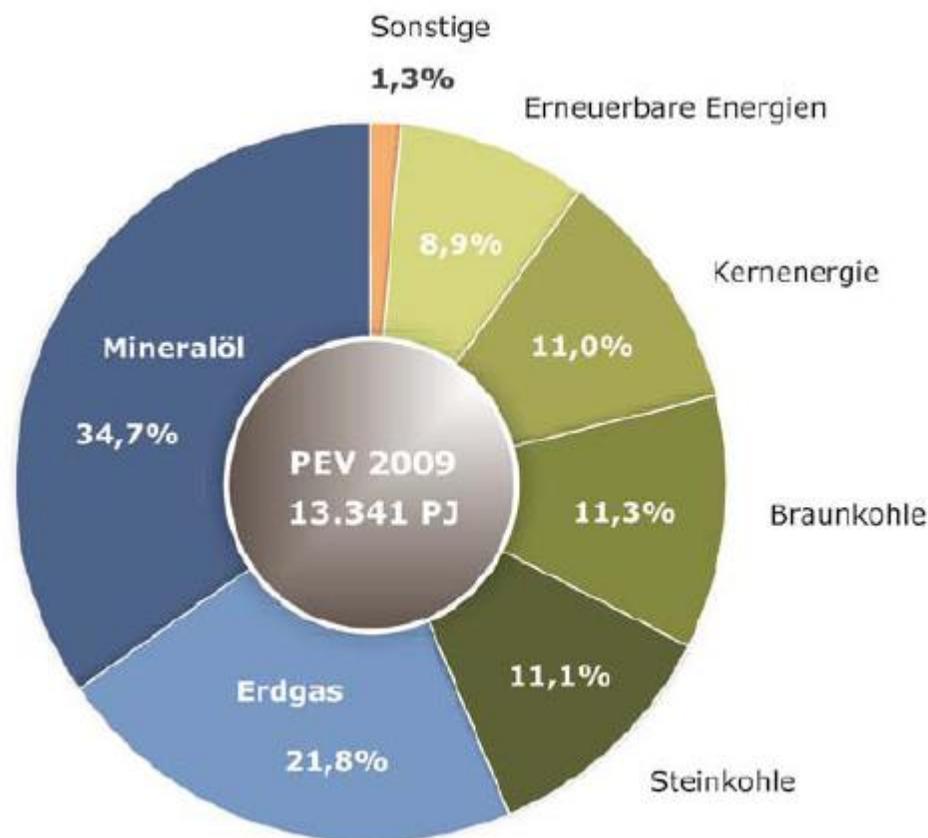
Recycling von Kohlenstoff?

- Das Recycling anorganischer Materialien ist seit Jahrtausenden Stand der Technik
- Durch die Erzeugungskosten von anorganischen Materialien wie z.B. Metalle und dem Wert war das Recycling schon seit langer Zeit wirtschaftlich
- Das Recycling von organischen (C-haltigen) Stoffen ist wegen der (noch) niedrigen Kosten des C (Kohle, Öl, Gas) nur in speziellen Fällen wirtschaftlich

Frühere unwirtschaftliche Versuche:

- Kohle-Öl –Anlage Bottrop
- Schwarze Pumpe (Methanol aus Abfall)
- Biogasanlagen
- Deponiegas
- Pyrolyse

Recycling (Verwertung) von Kohlenstoff?



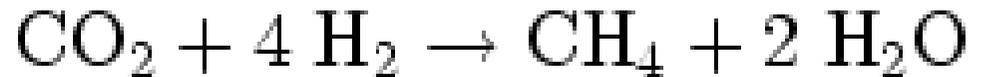
Anteil der einzelnen Energieträger am deutschen Primärenergieverbrauch (PEV) im Jahr 2009

Verwertung von Kohlenstoff (C), eine Alternative?

	Einheit	Haushalts- Abfall	HMG	SBS	MBA-Rest
Wassergehalt	%	33%	23%	25%	33%
Heizwert	MJ/kg FS	9	18	18	
C gesamt	% FS	22,4%	25%	35%	17%
C regenerativ	% Cges	65%	40%	35%	55%
C fossil	% Cges	35%	60%	65%	45%
C regenerativ	g/kg FS	146	100	123	94
C fossil	g/kg FS	78	150	228	78
NE-Metalle	% FS	0,4%	0,4%		0
Eisen	% FS	2,5%	4%		0

Beispiel CO₂- zukünftig Abfall?

Sabatier-Prozess:

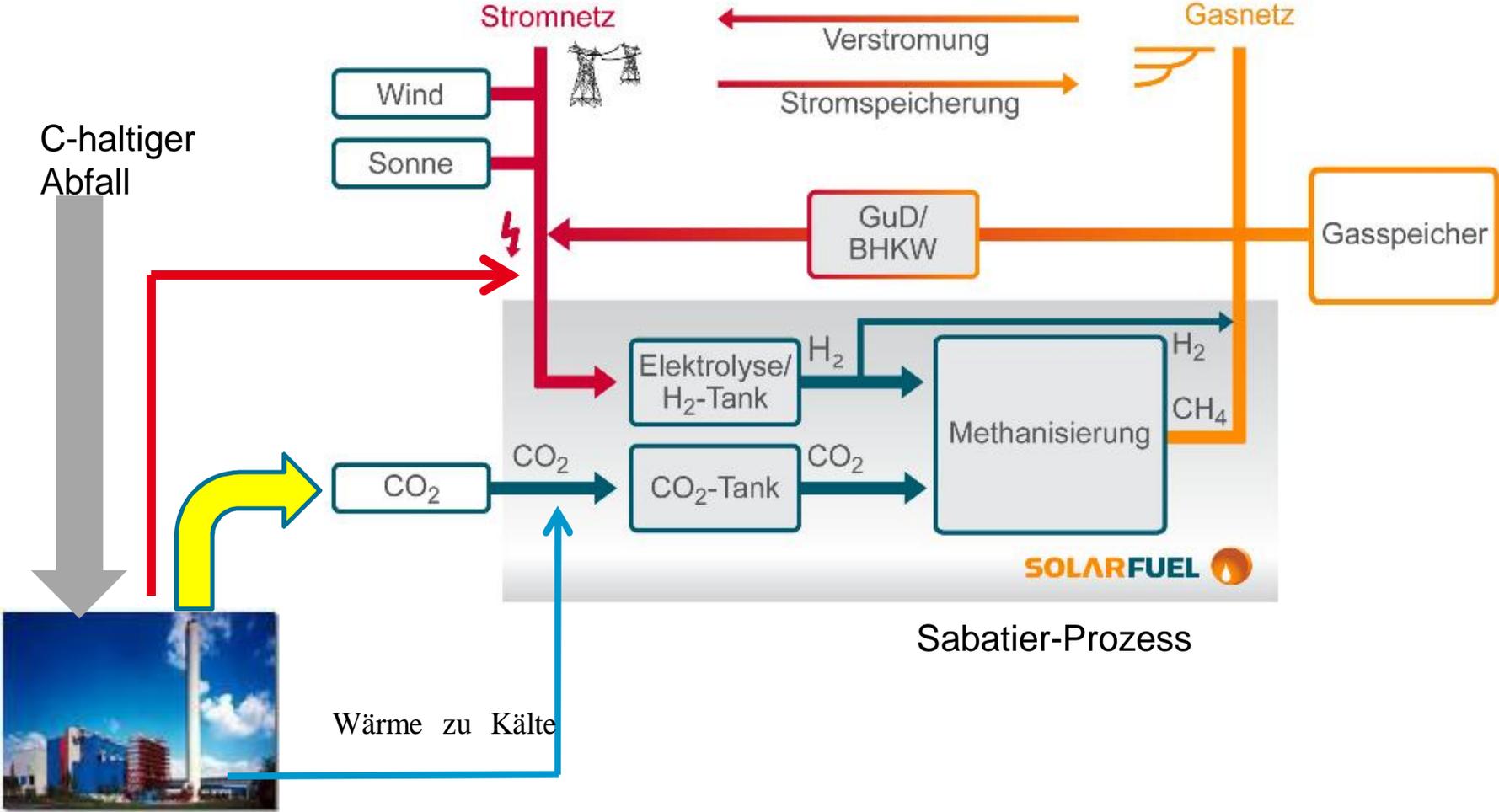


Erhöhter Druck, erhöhte Temperatur
Katalysatoren: Nickel, Ruthenium

-mit nachgeschalteter Wasserstoff-Elektrolyse:



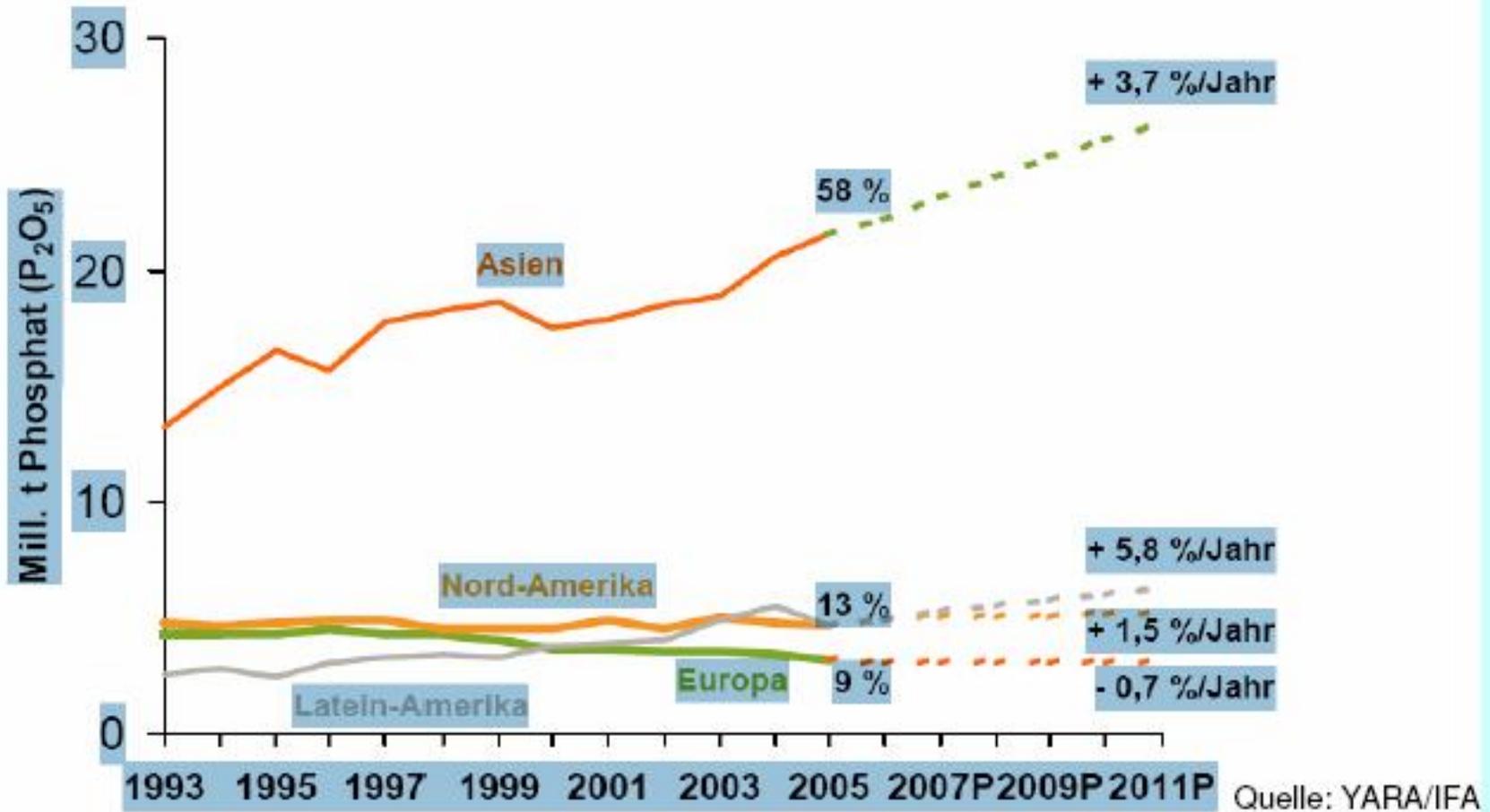
Vision „Solarmethan“, Windmethan“



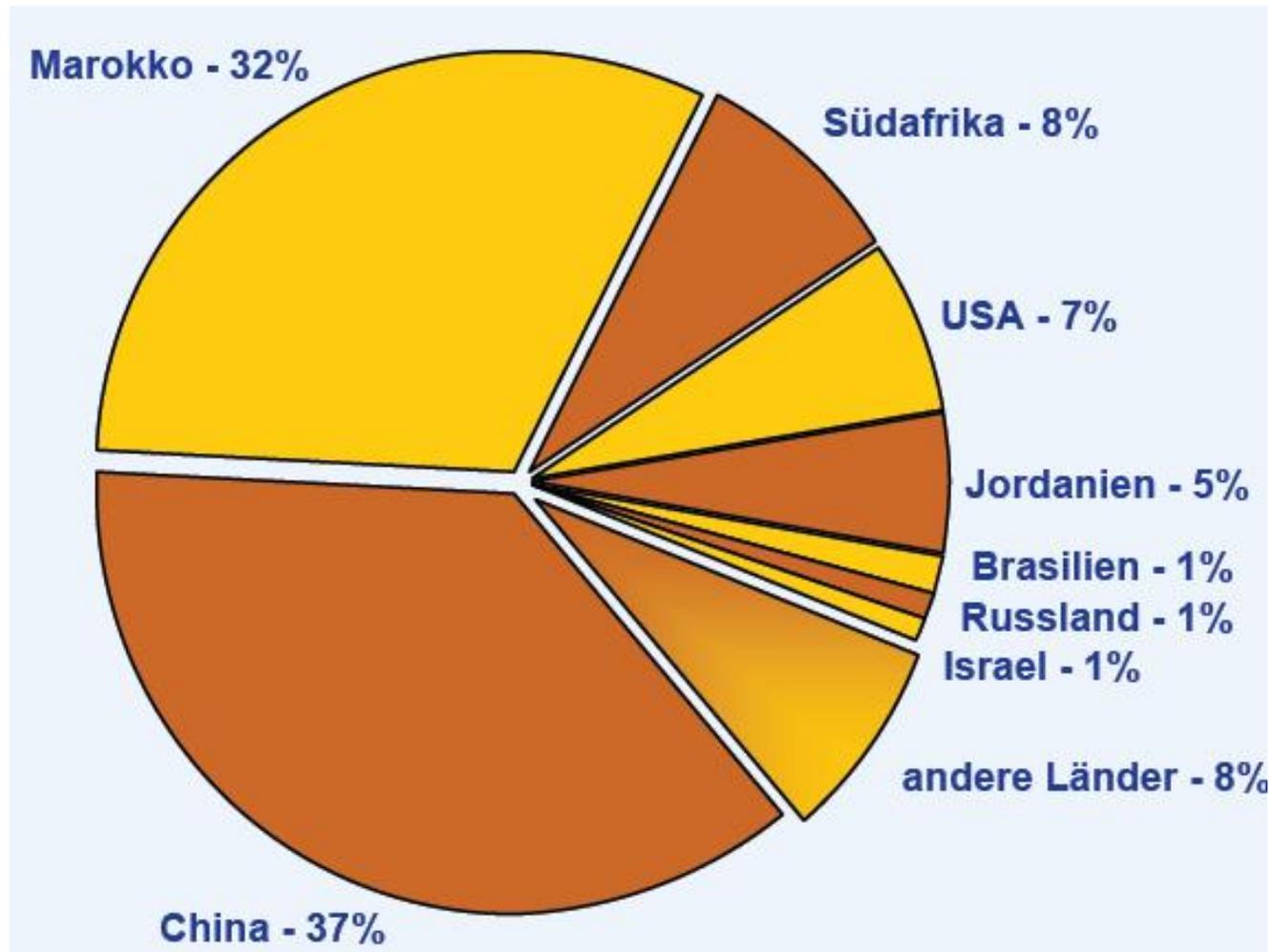
Beispiel: das Phosphat-Problem

- Täglicher Verzehr der Menschheit (gem. WHO)
 - 2,4 Milliarden kg Getreide
 - 1,0 Milliarden kg Obst und Gemüse
 - 0,5 Milliarden kg Fleisch
- Zur Herstellung muss ca. 130 Mio t Phosphatdünger (= ca 40 Mio t Phosphat) eingesetzt werden.
- Eine Alternative für Phosphat gibt es bei der Pflanzenernährung nicht.

Prognose Phosphatverbrauch



Reserven Phosphat* (18 Mrd. t)

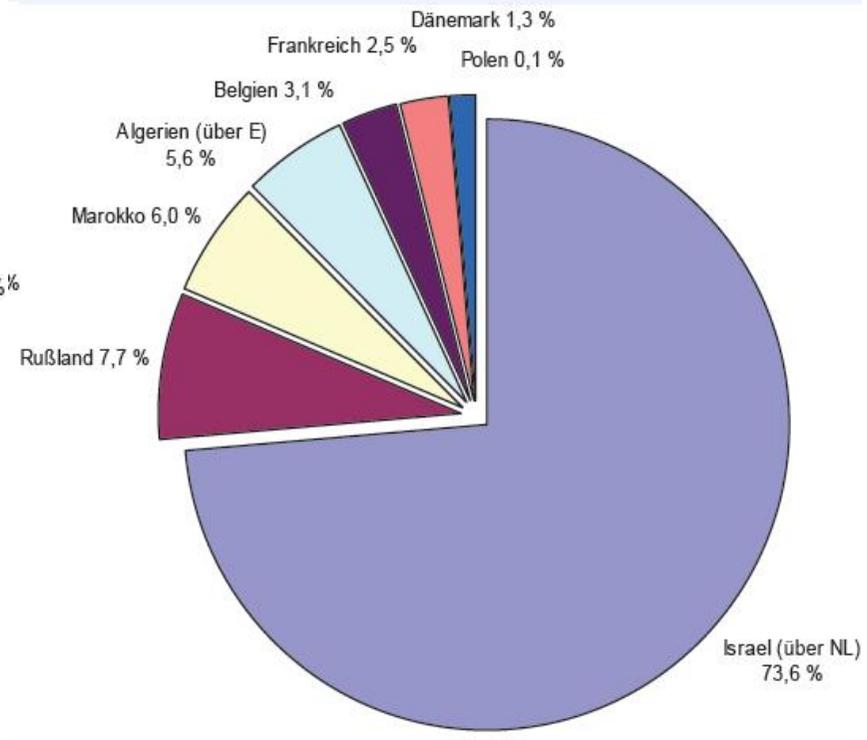
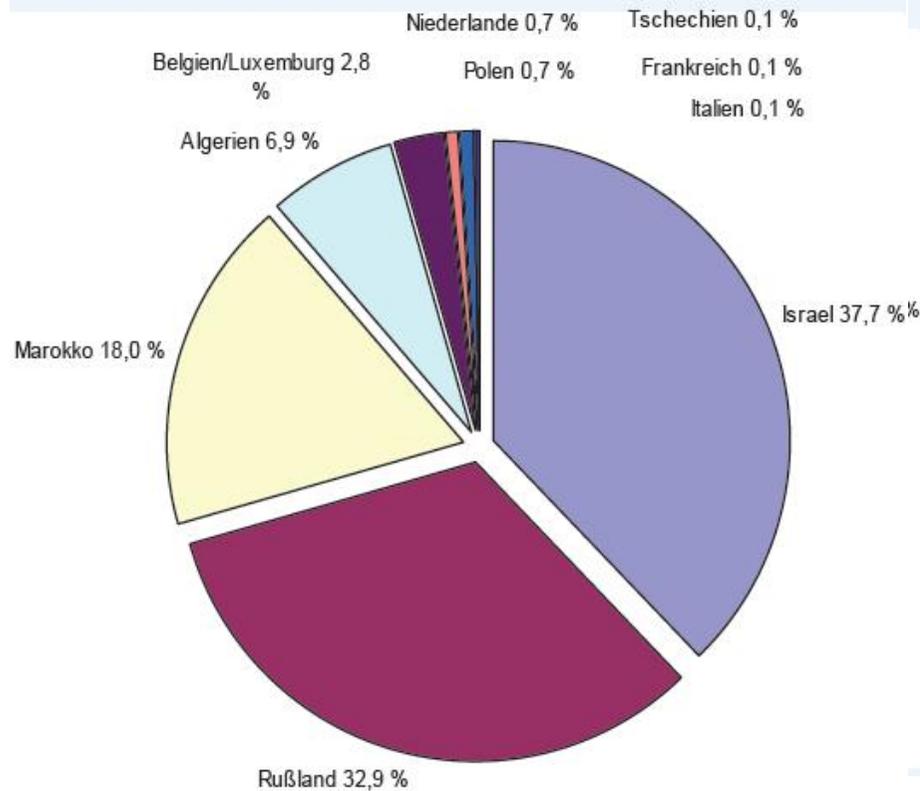


* Gewinnbar zu < 40\$/t

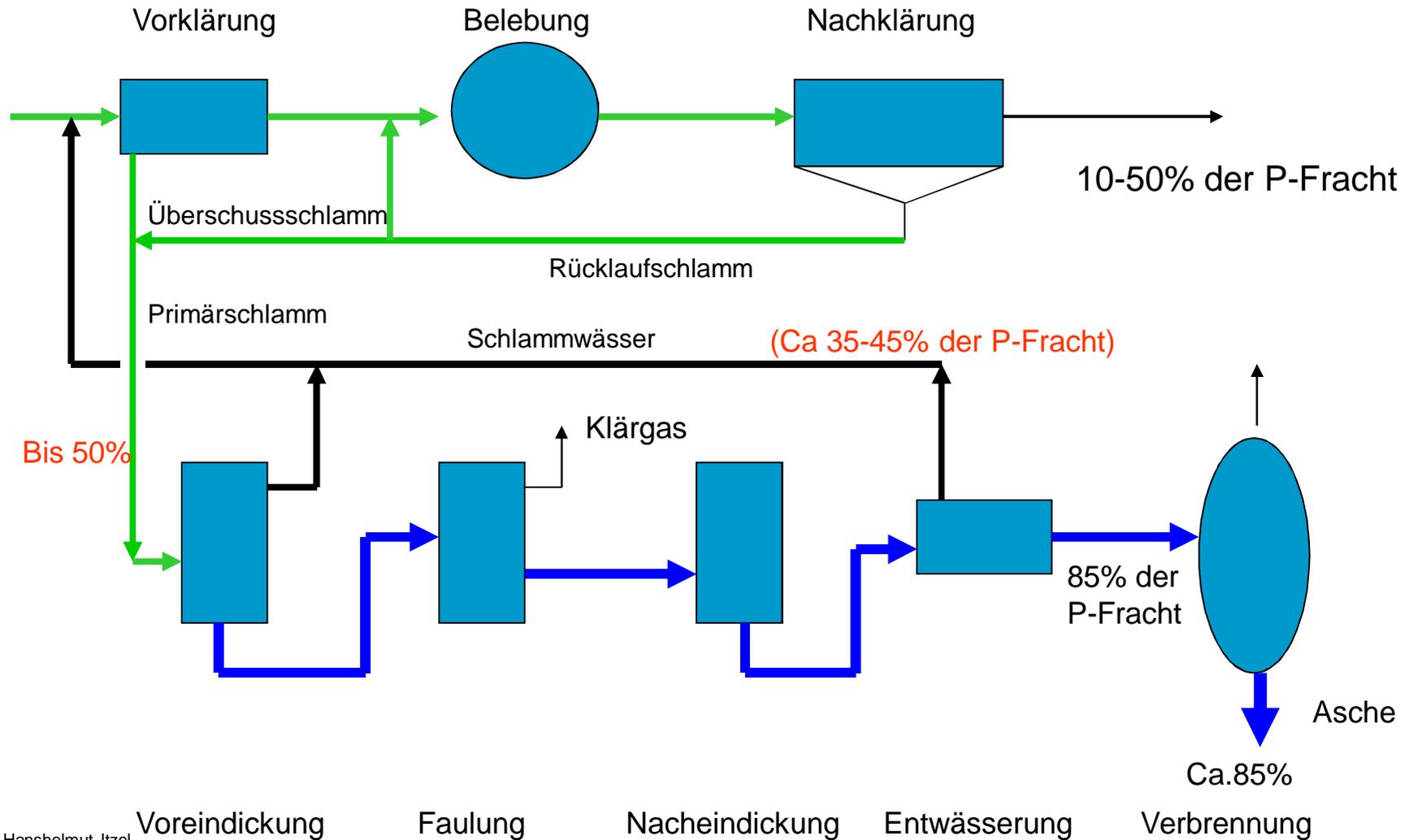
Phosphatimporte Deutschland

1997: 284.812 t

2007: 115.109 t



Phosphat in Kläranlagen



Recycling von Phosphat aus Abwasseranlagen wird den weltweiten Phosphatmangel in ca. 100 Jahren nicht beheben.

Selbst wenn die gesamte Menschheit an Kläranlagen angeschlossen wäre, die Phosphateinträge gem. EU-Richtlinien geschähe und man das gesamte Phosphat daraus eliminieren könnte sind nur 3,2 Mio t (= 8% des Bedarfs) Phosphat zu erwirtschaften

Aber:

Die Elimination von Phosphat aus Kläranlagen in D könnte zumindest einen Teil der 115.000 – 140.000 t Phosphat decken, die in D für die Landwirtschaft jährlich benötigt werden.

Das reicht aber nicht ganz: denn nur ca. 50.000 t (=43%) sind im Abwasser enthalten und sind theoretisch zurück zu gewinnen .

„Weg von der Abfallgesellschaft hin zur Recyclinggesellschaft“

Konsequenz:

Abfallentsorger werden immer mehr zu Rohstoffproduzenten.

Aber Rohstoffengpässe werden sie nicht verhindern können

Danke für Ihr Interesse

