

# Schwermetalle in P-Düngemitteln

Sylvia Kratz

1. Einleitung
2. Belastung von P-Düngemitteln mit Schwermetallen
3. Risikoregulierung
4. Schlussfolgerung

„Schwermetalle in P-Düngemitteln“

Die Mehrzahl der Elemente des Periodensystems sind Schwermetalle.

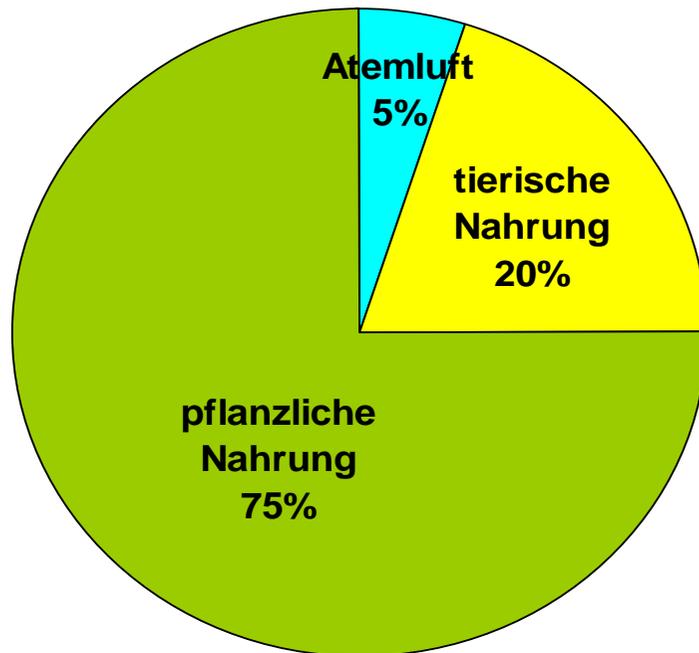
Gruppe	IA	IIA		IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIII B			IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
	1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Periode																			
1	1 <b>H</b>																		2 <b>He</b>
2	3 <b>Li</b>	4 <b>Be</b>											5 <b>B</b>	6 <b>C</b>	7 <b>N</b>	8 <b>O</b>	9 <b>F</b>	10 <b>Ne</b>	
3	11 <b>Na</b>	12 <b>Mg</b>											13 <b>Al</b>	14 <b>Si</b>	15 <b>P</b>	16 <b>S</b>	17 <b>Cl</b>	18 <b>Ar</b>	
4	19 <b>K</b>	20 <b>Ca</b>		21 <b>Sc</b>	22 <b>Ti</b>	23 <b>V</b>	24 <b>Cr</b>	25 <b>Mn</b>	26 <b>Fe</b>	27 <b>Co</b>	28 <b>Ni</b>	29 <b>Cu</b>	30 <b>Zn</b>	31 <b>Ga</b>	32 <b>Ge</b>	33 <b>As</b>	34 <b>Se</b>	35 <b>Br</b>	36 <b>Kr</b>
5	37 <b>Rb</b>	38 <b>Sr</b>		39 <b>Y</b>	40 <b>Zr</b>	41 <b>Nb</b>	42 <b>Mo</b>	43 <b>Tc</b>	44 <b>Ru</b>	45 <b>Rh</b>	46 <b>Pd</b>	47 <b>Ag</b>	48 <b>Cd</b>	49 <b>In</b>	50 <b>Sn</b>	51 <b>Sb</b>	52 <b>Te</b>	53 <b>I</b>	54 <b>Xe</b>
6	55 <b>Cs</b>	56 <b>Ba</b>	*	71 <b>Lu</b>	72 <b>Hf</b>	73 <b>Ta</b>	74 <b>W</b>	75 <b>Re</b>	76 <b>Os</b>	77 <b>Ir</b>	78 <b>Pt</b>	79 <b>Au</b>	80 <b>Hg</b>	81 <b>Tl</b>	82 <b>Pb</b>	83 <b>Bi</b>	84 <b>Po</b>	85 <b>At</b>	86 <b>Rn</b>
7	87 <b>Fr</b>	88 <b>Ra</b>	**	103 <b>Lr</b>	104 <b>Rf</b>	105 <b>Db</b>	106 <b>Sg</b>	107 <b>Bh</b>	108 <b>Hs</b>	109 <b>Mt</b>	110 <b>Ds</b>	111 Uuu	112 Uub	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo
*Lanthanoiden			*	57 <b>La</b>	58 <b>Ce</b>	59 <b>Pr</b>	60 <b>Nd</b>	61 <b>Pm</b>	62 <b>Sm</b>	63 <b>Eu</b>	64 <b>Gd</b>	65 <b>Tb</b>	66 <b>Dy</b>	67 <b>Ho</b>	68 <b>Er</b>	69 <b>Tm</b>	70 <b>Yb</b>		
**Actinoiden			**	89 <b>Ac</b>	90 <b>Th</b>	91 <b>Pa</b>	92 <b>U</b>	93 <b>Np</b>	94 <b>Pu</b>	95 <b>Am</b>	96 <b>Cm</b>	97 <b>Bk</b>	98 <b>Cf</b>	99 <b>Es</b>	100 <b>Fm</b>	101 <b>Md</b>	102 <b>No</b>		

<b>Li</b>	Metalle
<b>Fr</b>	Metalle mit unbekannter Dichte
<b>B</b>	Metalloide
<b>V Ge</b>	Metall(oid)e mit Dichte > 5g/cm <sup>3</sup>

<b>H</b>	Nicht-Metalle
<b>F</b>	Halogene
<b>He</b>	Edelgase

## Schwermetalle gelangen über Pflanzen in die Nahrungskette.

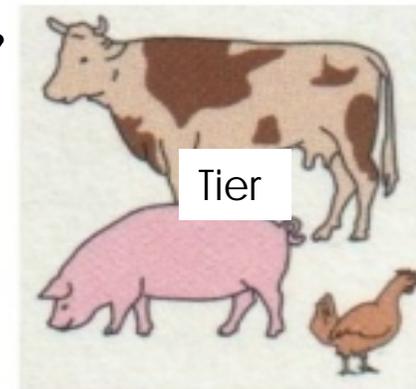
Quellen vom Menschen  
aufgenommener Schwermetalle



Datenquelle: Hirner et al., 2000

Schutzgüter:

Gesundheit von...



Pflanze

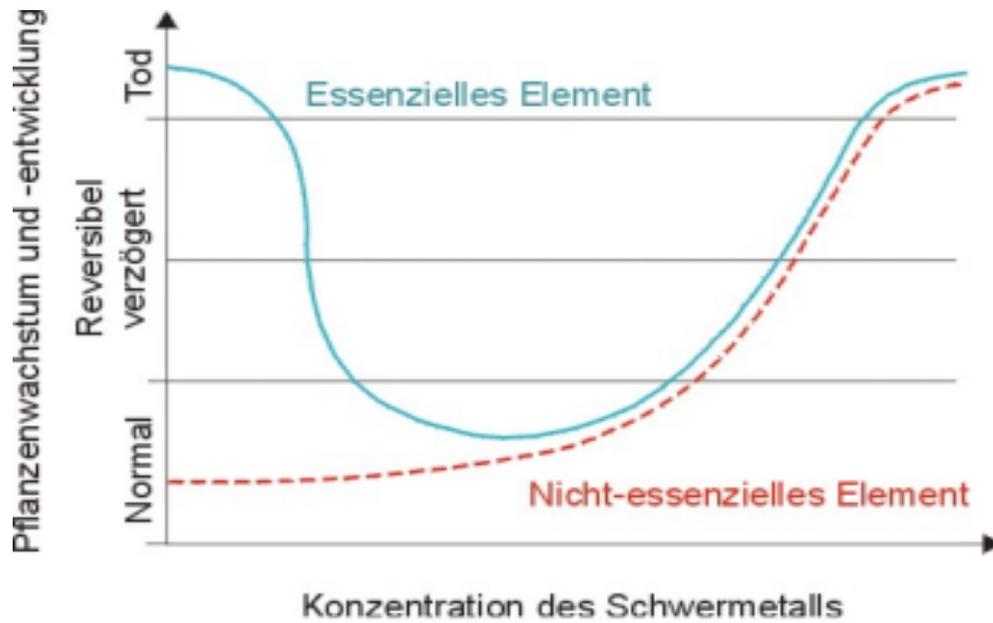
Nahrungs- und Futtermittelqualität

Bodenfruchtbarkeit

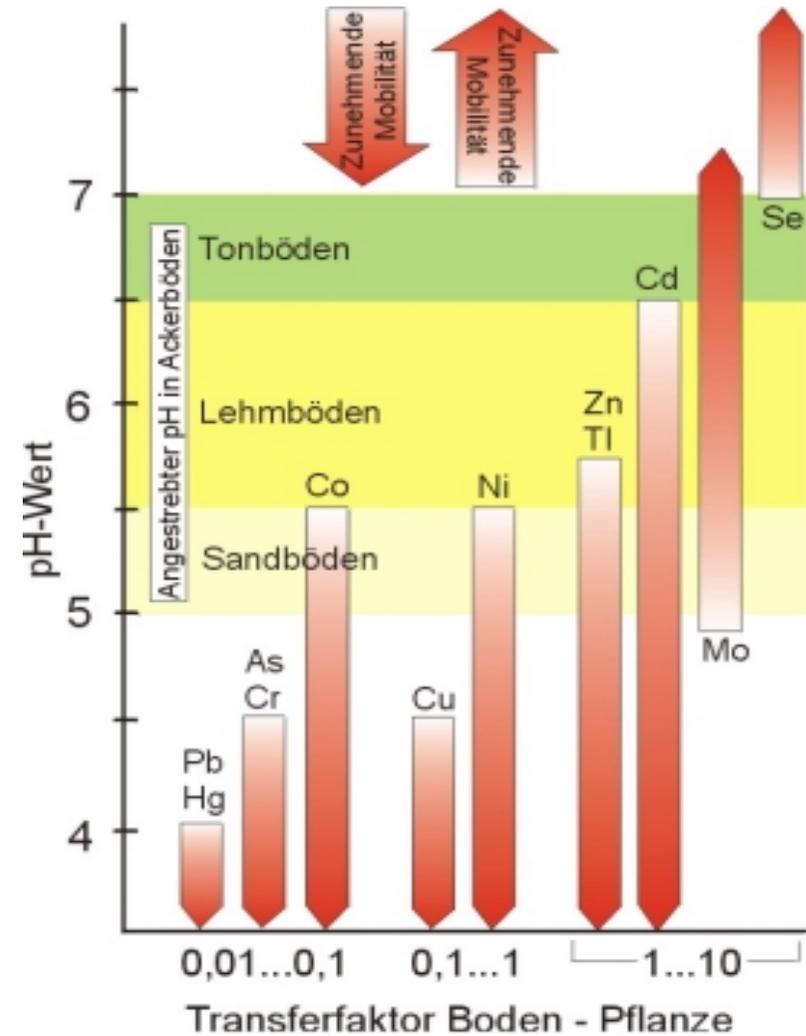


„Schwermetalle in P-Düngemitteln“

Schwermetalle sind für Pflanzen essenziell und toxikologisch relevant.



Aus: Kabata-Pendias, 2001



Aus: Hintermaier-Erhard & Zech, 1997

## Schwermetalle können toxisch für Tier und Mensch sein.

**Akute Toxizität:** Schädwirkung ausgelöst durch die Aufnahme einer einmaligen hohen Dosis

**Chronische Toxizität:** schädliche Wirkung bei wiederholter Aufnahme kleiner (nicht akut toxischer) Dosen über längere Zeit (Monate, Jahre)

- durch Anreicherung eines Stoffes im Organismus oder
- durch Summierung toxischer Einzelereignisse im Zielorgan

## Chronische Schäden beim Menschen durch Schwermetalltoxizität:

Funktionsstörungen des Magen-Darm-Traktes (generell)

Funktionsstörungen der Leber: As, Bi, Cr, Cu, Fe, Mn, Sb

Funktionsstörungen der Niere: Au, Cd, Hg, Pb, U

Störungen des blutbildenden Systems: As, Pb

Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems: As, Bi, Pb

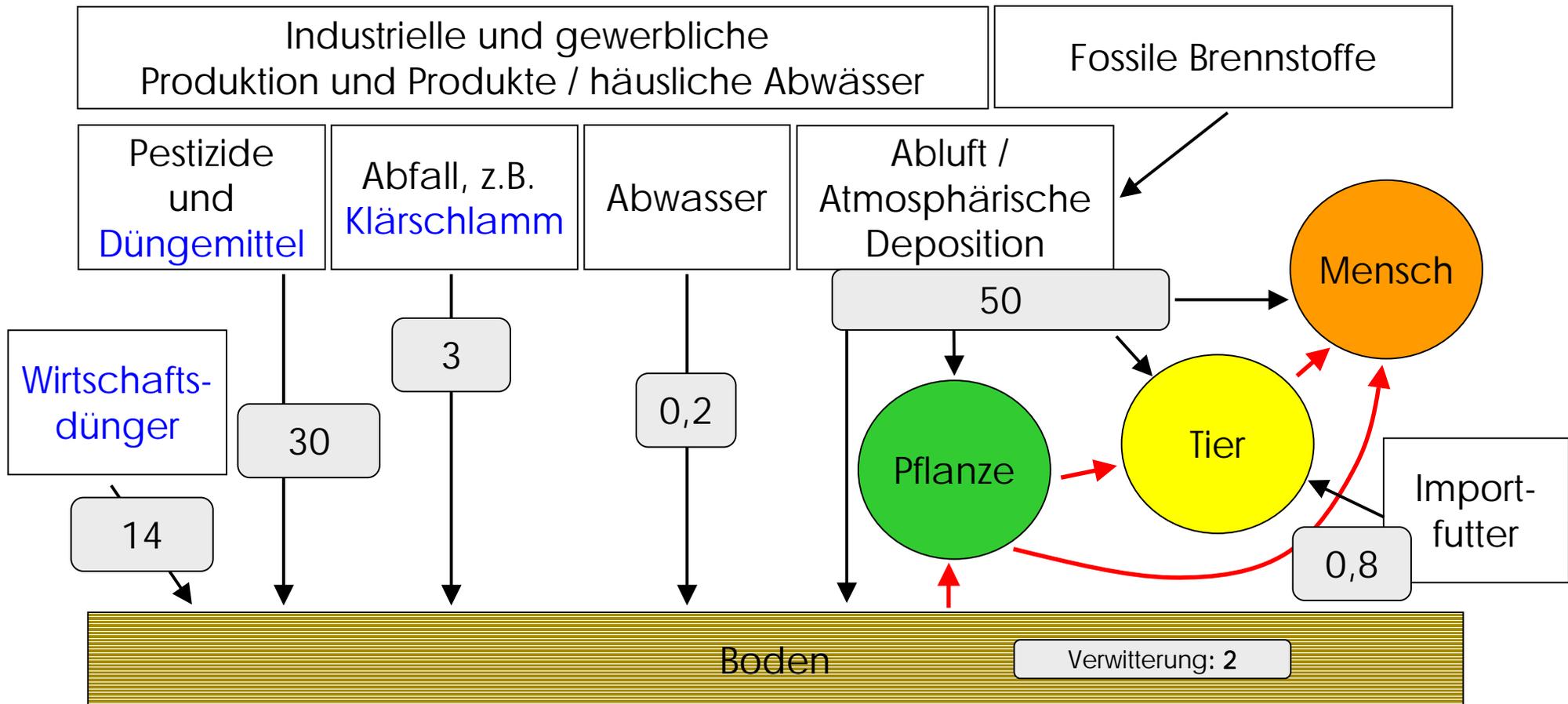
Schäden des zentralen und peripheren Nervensystems: As, Hg, Mn, Pb, Tl,  
Organozinnverbindungen

Mutagenität: As, Cr, Hg

Teratogenität: Hg, Pb

Kanzerogenität: As, Be, Cd, Cr, Ni, U

Schwermetalle in der Nahrung kommen aus vielfältigen Quellen.



Einträge Cd (% Gesamteintrag) in das System Boden-Pflanze-Tier/Mensch

nach Sauerbeck, 1985 (verändert), Daten Cd: Wilcke & Döhler, 1995

Alle P-Düngemittel enthalten Schwermetalle.

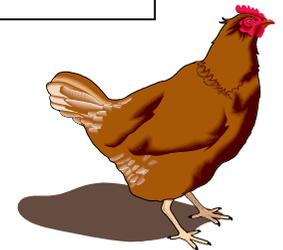
Sedimentäre und magmatische Rohphosphate  
Ag, As, Cd, Mo, Pb, Sr, U, V, Zn, Seltene Erden



Häusliche und industrielle Abwässer  
Ag, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Tl, Pb, V, Zn, u. v.m.



Futtermittelzusätze als Wachstums-förderer in der Mast (As), Cu, Zn



Mineralischer P-Dünger

Klärschlamm

Wirtschaftsdünger insbes. Schweine- und Hühnergülle

**Schwermetallgehalte in Rohphosphaten hängen stark von deren Herkunft ab.**

mg/kg	<i>Rohphosphate</i>						<i>Hintergrundwerte für Böden (LABO)</i>					
	<i>sedimentär</i>				<i>magmatisch</i>		Sand	Löss				
	USA		Marokko		China				Mittlerer Osten		Russland (Kola)	
von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis			
<b>As</b>	7	24	9,2	13	9	26	2,1	35	1	10	2	8
<b>Cd</b>	6,1	92	15	38	<2	2,5	1,5	35	0,1	1,3	<0,3	<0,3
<b>Cr</b>	60	637	75	279	18	33	25	230	13		17	120
<b>Cu</b>	9,6	23	1	22			5	31	15	30	7	18
<b>Hg</b>	0,05	0,29	0,04	0,86	0,005	0,21	0,002	0,02	0,004	0,01	0,05	0,12
<b>Ni</b>	17	37		26			20	80	2	15	4	28
<b>Pb</b>	4,6	17	7	14	1,5	6	1	33	1,8	33	20	43
<b>V</b>	23	769	87	200	8	80	59	303	100		23	69
<b>Zn</b>	204	382		261			29	630	19	23	25	73
<b>U</b>	65	180	75	155	23	31	40	170	10	28	Böden weltweit: 0,8 - 11	

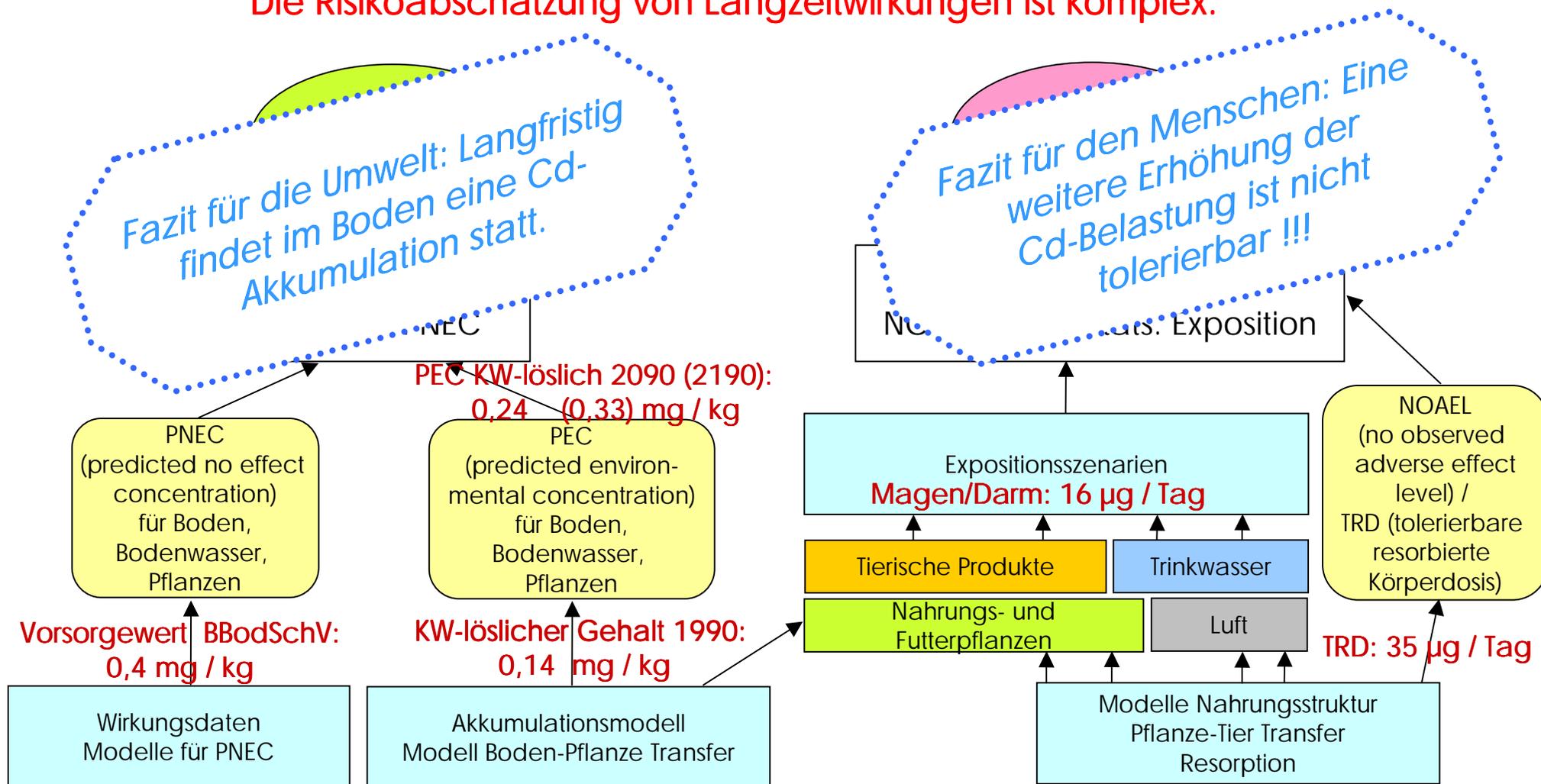
Die Zufuhr von Schwermetallen je kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> hängt von der Art des P-Düngers ab.

	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	U
	% TM	mg/kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>									
Superphosphat	46	k.D.	33	1006	125	k.D.	81	<6	k.D.	767	313
TSP	18	12	67	652	50	0,09	67	<2	5	974	504
Weicherdiges RP	28,5	k.D.	40	561	56	k.D.	54	6	k.D.	751	316
NP (DAP)	46	7	26	307	48	<0,02	55	<2	2,1	439	430
Klärschlamm	4,4	30	25	868	8820	19	560	1089	33	18450	306
Schweinegülle	5,2	63	7	113	5499	0,5	185	140	0,4	18998	k.D.
Hühnerfestmist	5	7	6	192	1536	5	202	79	k.D.	8204	k.D.
Hühnertrockenkot	3,6	k.D.	6	157	2210	1	133	72	k.D.	10553	k.D.
Rindergülle	1,9	29	16	259	2533	2	275	291	2	12286	k.D.

Daten für Mineraldünger aus Boysen, 1992, Heiland, 1986, Raven & Loeppert, 1997, Severin et al., 1990, UBA-Texte 59/01, P-Gehalte in Mineraldüngern nach Schilling, 2000; Daten für organische Dünger aus Datenbank FAL-PB (zahlreiche Quellen);

k.D. = keine Daten verfügbar

Die Risikoabschätzung von Langzeitwirkungen ist komplex.



Ablaufschema einer Risikoabschätzung am Beispiel Cd, nach Schütze et al., 2003

## Handlungsoptionen zur Begrenzung von Schadstoffeinträgen nach LABO (1995):

1. **Vermeidung** von Stoffeinträgen („Null-Option“)
2. **Erhaltung des Status quo**,
  - a) **systemorientiert („Eintrag gleich Austrag“)**: Begrenzung der Schadstoffeinträge auf ein Gleichgewicht mit tolerierbaren Austrägen
  - b) **produktorientiert („Gleiches zu Gleichem“)**: Begrenzung der Schadstoffeinträge auf ein Gehaltsniveau, das dem des Aufbringungsstandortes entspricht
3. **Aufstellung von Konventionen über vorläufig tolerierbare Anreicherungen und Schadstoffeinträge unter definierten Randbedingungen**

Beschluss der gemeinsamen Agrar- und Umweltministerkonferenz am  
13. Juni 2001 in Potsdam:

„Wegen der besonderen Bedeutung der landwirtschaftlichen Böden für die Produktion gesunder Nahrungsmittel (ist) **aus Vorsorgegründen** sicher zu stellen, dass es durch Bewirtschaftungsmaßnahmen (insbesondere durch Aufbringung von Klärschlamm, Gülle und anderen Wirtschaftsdüngern, mineralischem Dünger und Kompost) zu **keiner Anreicherung von Schadstoffen** im Boden kommt.“

Von der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (Brundtland-Report, 1987) wurde der Begriff der „nachhaltigen Entwicklung“ geprägt:

„Sustainable development meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.“

Nachhaltig ist eine Entwicklung, „die den **Bedürfnissen der heutigen Generation** entspricht, ohne die **Möglichkeiten künftiger Generationen** zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen.“

Übersetzt nach  
<http://www.nachhaltigkeit.aachener-stiftung.de>

Foto: <http://www.kurberatung.de>



## Schlussfolgerung

Die einzig konsequente Umsetzung des Vorsorgeprinzips im Sinne einer nachhaltigen landwirtschaftlichen Praxis liegt darin, betriebliche Nährstoff- um Schadstoffbilanzen zu erweitern und das Düngemanagement künftig qualitativ (Wahl des Düngemittels) wie quantitativ (Aufbringungsmengen) an die Handlungsoption „Erhaltung des Status quo“ anzupassen.