

# Anlage 1

## Überprüfung des vorgeschlagenen Konzepts für anorganische Schadstoffe durch Analyse verschiedener Düngeszenarien

- **am Beispiel von Worst-Case-Szenarien**
- **am Beispiel von „realen“ Düngeszenarien**

In den folgenden Tabellen sind Felder gelb hinterlegt, wenn die berechneten Schadstofffrachten die Grenzfrachten nach BBodSchV überschreiten. Die Felder sind gelb hinterlegt, wenn die berechneten Schadstofffrachten die Grenzfrachten nach BBodSchV und nach BioAbfV überschreiten.

# Überprüfung des vorgeschlagenen Konzepts für anorganische Schadstoffe durch Analyse verschiedener Düngeszenarien

- **am Beispiel von Worst-Case-Szenarien**
  - ➔ Ausschöpfung der nach DüMV, BioAbfV bzw. AbfKlärV zugelassenen Grenzgehalte
  - ➔ Applikation hoher bzw. maximaler Klärschlamm-, Kompost-, Gülle- oder Mineraldüngermengen

## Grenzgehalte nach BioAbfV, DüMV und AbfklärV (neu) sowie Grenzfrachten nach BioAbfV und BBoSchV

Element	Grenzgehalt					Grenzfracht	
	BioAbfV (mg/kg TM)	DüMV (mg/kg TM)	DüMV (mg/kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	AbfklärV (mg/kg TM)*	AbfklärV (mg/kg TM)**	BioAbfV (g/ha/a)	BBoSchV (g/ha/a)
• Pb	150	150		120	150	1000	400
• Cd	1,5	1,5	50	2,5	3	10	6
• Cr(VI)		2				20	8
• Cu	100			700	850	667	360
• Ni	50	80		80	100	334	100
• Hg	1	1		1,6	2	6,7	1,5
• Zn	400			1500	1800	2668	1200
• As		40				50	20
• Tl		1				2,5	1

\* < 5 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; \*\* > 5 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

## Szenario 1: Ausbringung von Klärschlamm mit 1,67 t pro Hektar u. Jahr

Element	Grenzfracht BioAbfV (g/ha/a)	Grenzfracht BBodSchV (g/ha/a)	Maximale Fracht 1 (g/ha/a)	Maximale Fracht 2 (g/ha/a)	Maximale Fracht 3 (g/ha/a)
• Pb	1000	400	251	200	251
• Cd	10	6	2,5	4,2	5,0
• Cr(VI)	20	8	3,3		
• Cu	667	360		1169	1420
• Ni	334	100	134	134	167
• Hg	6,7	1,5	1,7	2,7	3,3
• Zn	2668	1200		2505	3006
• As	50	20	67		
• Tl	2,5	1	1,7		

Max. Fracht 1: 1,67 t KS / a; Schadstoffgeh. entspr. Grenzgehalt DüMV

Max. Fracht 2: 1,67 t KS / a; Schadstoffgeh. entspr. Grenzgehalt AbfKlärV (< 6 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

Max. Fracht 3: 1,67 t KS / a; Schadstoffgeh. entspr. Grenzgehalt AbfKlärV (> 6 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

## Szenario 2: Ausbringung von Kompost mit 6,67 t pro Hektar und Jahr

Element	Grenzfracht BioAbfV (g/ha/a)	Grenzfracht BBodSchV (g/ha/a)	Maximale Fracht 1 (g/ha/a)	Maximale Fracht 2 (g/ha/a)
• Pb	1000	400	1000	1000
• Cd	10	6	10	10
• Cr(VI)	20	8	13	
• Cu	667	360		667
• Ni	334	100	534	334
• Hg	6,7	1,5	6,7	6,7
• Zn	2668	1200		2668
• As	50	20	267	
• Tl	2,5	1	6,7	

Max. Fracht 1: 6,67 t Kompost / a; Schadstoffgehalt entspr. Grenzgehalt DüMV

Max. Fracht 2: 6,67 t Kompost / a; Schadstoffgehalt entspr. Grenzgehalt BioAbfV

## Szenario 3: Ausbringung von 60 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / ha / a als TSP oder SP

Element	Grenzfracht BioAbfV (g/ha/a)	Grenzfracht BBoSchV (g/ha/a)	Maximale Fracht 1 (g/ha/a)	Maximale Fracht 2 (g/ha/a)
• Pb	1000	400	20	50
• Cd	10	6	3	3
• Cr(VI)	20	8	0,26	0,67
• Cu	667	360		
• Ni	334	100	10	27
• Hg	6,7	1,5	0,13	0,33
• Zn	2668	1200		
• As	50	20	5,20	13,32
• Tl	2,5	1	0,13	0,33

Max. Fracht 1: Triple-Superphosphat; 46 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / ha / a;  
Schadstoffgehalt entspr. Grenzgehalt DüMV

Max. Fracht 2: Superphosphat; 18 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / ha / a;  
Schadstoffgehalt entspr. Grenzgehalt DüMV

## Szenario 4: Ausbringung von 170 Kg N / ha /a als Rindergülle

Element	Grenzfracht BioAbfV (g/ha/a)	Grenzfracht BBodSchV (g/ha/a)	Maximale Fracht 1 (g/ha/a)	Maximale Fracht 2 (g/ha/a)
• Pb	1000	400	510	17,7
• Cd	10	6	5,1	1,4
• Cr(VI)	20	8	6,8	
• Cu	667	360		180
• Ni	334	100	272	34
• Hg	6,7	1,5	3,4	< 0,3
• Zn	2668	1200		976
• As	50	20	136	
• Tl	2,5	1	3,4	

Max Fracht 1: Rindergülle; TS-Gehalt 8 %; N-Gehalt 0,4 % i.d. FM; 5 % N i. d. TM; Schadstoffgehalt entspr. Grenzgehalt DüMV; Ausbringung von 170 kg N / ha /a ; Ausbringung von 3400 kg Gülle-TM / ha /a

Max Fracht 2: Rindergülle; TS-Gehalt 8 %; N-Gehalt 0,4 % i.d. FM; 5 % N i. d. TM; Schadstoffgehalt entspr. Schaaf und Janßen 2000; Pb 5,2; Cd 0,4; Cr 7,7; Cu 53; Ni 10; Hg < 0,1; Zn 287 (90. Percentile); Ausbringung von 170 kg N / ha /a; Ausbringung von 3400 kg Gülle-TM / ha /a

## Szenario 5: Ausbringung von 170 Kg N / ha / a als Schweinegülle

Element	Grenzfracht BioAbfV (g/ha/a)	Grenzfracht BBodSchV (g/ha/a)	Maximale Fracht 1 (g/ha/a)	Maximale Fracht 2 (g/ha/a)
• Pb	1001	400	270	9
• Cd	10	6	2,7	0,5
• Cr(VI)	20	8	3,6	
• Cu	667	360		257
• Ni	334	100	144	18
• Hg	6,7	1,5	1,8	< 0,2
• Zn	2668	1200		1180
• As	50	20	72	
• Tl	2,5	1	1,8	

Max Fracht 1: Schweinegülle; TS-Gehalt 8 %; N-Gehalt 0,75 % i. d. FM; 9,4 % N i. d. TM; Schadstoffgehalt entspr. Grenzgehalt DüMV; Ausbringung von 170 kg N / ha / a ; Ausbringung von 1808 kg Gülle-TM / ha / a

Max Fracht 2: Schweinegülle; TS-Gehalt 8 %; N-Gehalt 0,75 % i. d. FM; 9,4 % N i. d. TM; Schadstoffgehalt entspr. Schaaf und Janßen (2000): Pb 5,0; Cd 0,3; Cr 13; Ni 10; Hg < 0,1; (90. Percentile) bzw. Kickinger et al. (2009): Zn 653; Cu 142. Ausbringung: 170 kg N / ha / a; d.h. 1808 kg Gülle-TM / ha / a



# Überprüfung des vorgeschlagenen Konzepts für anorganische Schadstoffe durch Analyse verschiedener Düngeszenarien

- **am Beispiel von Worst-Case-Szenarien**
- **am Beispiel von „realen“ Düngeszenarien**
  - ➔ Verwendung von Daten der Lysimeteranlage Kassel [Fruchtfolgen, Erträge, Düngung]
  - ➔ Schätzung der Schwermetalleinträge unter Zugrundelegung publizierter Schwermetallgehalte in den entsprechenden Düngern [Severin, 2006 (Kördel et al., 2006; DVK, 2005; LUFA Nordwest, 2005); Kördel et al., 2007; Kickingner et al., 2009]

## Szenario 6: Ausschließliche Mineraldüngung

**Fruchtfolge:** ZR – WW – SG – ZR – WW – WG

**Mineraldünger** [kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]: N 138 (KAS), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 83 (TSP), K<sub>2</sub>O 112 (KCl), CaCO<sub>3</sub> 500

**Org. Düngung:** keine

	Schwermetallfracht [g ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]							
	Pb	Cd	Cu	Ni	Hg	Zn	As	Tl
Grenzfracht BBodSchV	400	6	360	100	1,5	1200	20	1
Grenzfracht BioAbfV	1000	10	667	334	6,7	2668	50	2,5
Berechnete Fracht	17	2,8	9,3	14	0,04	66	5,2	0,21

## Szenario 7: Mineraldüngung plus Düngung mit Rindergülle

**Fruchtfolge:** ZR – WW – SG – ZR – WW – WG

**Mineraldünger** [kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]: N 135 (KAS), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 72 (TSP), K<sub>2</sub>O 94 (KCl), CaCO<sub>3</sub> 500

**Rindergülle** [m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]: 8,3

	Schwermetallfracht [g ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]							
	Pb	Cd	Cu	Ni	Hg	Zn	As	Tl
Grenzfracht BBodSchV	400	6	360	100	1,5	1200	20	1
Grenzfracht BioAbfV	1000	10	667	334	6,7	2668	50	2,5
Berechnete Fracht	20	2,7	54	18	0,07	249	6,3	0,25

## Szenario 8: Mineraldüngung plus Düngung mit Schweinegülle

**Fruchtfolge:** SM – WW – SG – SM – WW – WG

**Mineraldünger** [kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]: N 125 (KAS), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 52 (TSP), K<sub>2</sub>O 116 (KCl), CaCO<sub>3</sub> 500

**Schweinegülle** [m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]: 8,3

	Schwermetallfracht [g ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]							
	Pb	Cd	Cu	Ni	Hg	Zn	As	Tl
Grenzfracht BBodSchV	400	6	360	100	1,5	1200	20	1
Grenzfracht BioAbfV	1000	10	667	334	6,7	2668	50	2,5
Berechnete Fracht	17	1,9	68	16	0,04	326	5	0,17

## Szenario 9: Mineraldüngung plus Düngung mit Klärschlamm

**Fruchtfolge:** WRa – WW – WRo – WRa – WW – WG

**Mineraldünger** [kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]: N 157 (KAS), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 35 (TSP), K<sub>2</sub>O 75 (KCl)

**Klärschlamm** [t ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]: 1,0

---

	Schwermetallfracht [g ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]							
	Pb	Cd	Cu	Ni	Hg	Zn	As	Tl
Grenzfracht BBodSchV	400	6	360	100	1,5	1200	20	1
Grenzfracht BioAbfV	1000	10	667	334	6,7	2668	50	2,5
Berechnete Fracht	37	2	241	26	0,5	640	4,1	0,22

---

## Szenario 10: Mineraldüngung plus Düngung mit Kompost (I)

**Fruchtfolge:** WRa – WW – WRo – WRa – WW – WG

**Mineraldünger** [kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]: N 157 (KAS), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 35 (TSP), K<sub>2</sub>O 75 (KCl)

**Bioabfallkompost** [t TM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]: 6,67

	Schwermetallfracht [g ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]							
	Pb	Cd	Cu	Ni	Hg	Zn	As	Tl
Grenzfracht BBodSchV	400	6	360	100	1,5	1200	20	1
Grenzfracht BioAbfV	1000	10	667	334	6,7	2668	50	2,5
Berechnete Fracht	417	7,8	510	143	2,0	2184	0,9	6,8

## Szenario 10: Mineraldüngung plus Düngung mit Kompost (II)

**Fruchtfolge:** WRa – WW – WRo – WRa – WW – WG

**Mineraldünger** [kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]: N 157 (KAS), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 35 (TSP), K<sub>2</sub>O 75 (KCl)

**Bioabfallkompost** [t TM ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]: 6,67

	Schwermetallfracht [g ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]							
	Pb	Cd	Cu	Ni	Hg	Zn	As	Tl
Grenzfracht BBodSchV	400	6	360	100	1,5	1200	20	1
Grenzfracht BioAbfV	1000	10	667	334	6,7	2668	50	2,5
Berechnete Fracht	320	4,3	390	109	1,1	1390	k.A.	k.A.