

Fachgespräch
Energieeffizienz auf kommunalen Kläranlagen

Horst Fehrenbach, Florian Knappe
ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg

Ökobilanzielle
Bewertung von Klärschlamm-
verwertungsverfahren

Bundesumweltministerium
Bonn
29.01. 2007



Ökobilanz von Klärschlammverwertungsverfahren



Bisherige Ökobilanzarbeiten
zum Thema

1994: Systemvergleich für Bremen

2001: Ökobilanz für Nordrhein-Westfalen

2002: Ökobilanz für Schleswig-Holstein

2006: aktualisierte Ökobilanz für Nordrhein-Westfalen

Sowie im Rahmen aktueller Untersuchungen für UBA, bspw.
- Stoffstrommanagement von Biomasseabfällen 205 33 313

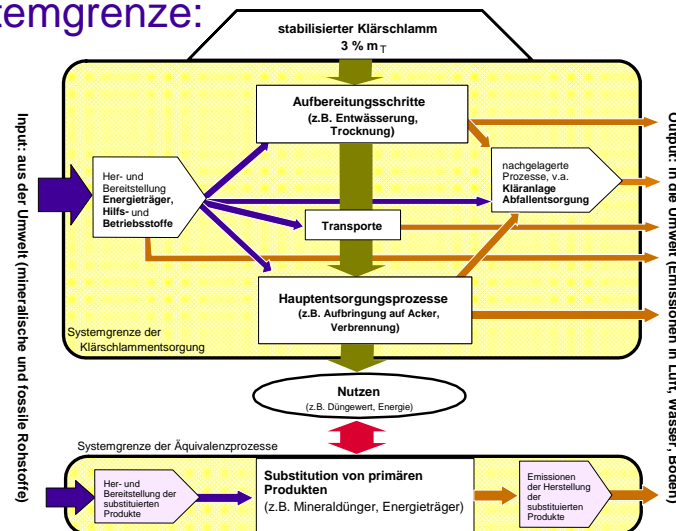
Fachgespräch 29.01.2007

Untersuchungsrahmen:

- Entsorgungsrandbedingungen:
 - mittlere Klärschlammzusammensetzung (ausgefault)
 - „altbewährte“ sowie neue Entsorgungswege
- Lebenswegbetrachtung unter Berücksichtigung der ersetzten Prozesse (z.B. Mineraldünger, Energie)
- Wirkungsabschätzung nach „state of the art“, Bewertung nach UBA-Methode
- Sensitivitätsanalyse
- Handlungsempfehlungen

Fachgespräch 29.01.2007

Systemgrenze:



Fachgespräch 29.01.2007

Ökobilanz von Klärschlammverwertungsverfahren



Verwertung in Landwirtschaft/Landschaftsbau

- L1 **Landwirtschaftliche** Verwertung (mech. entwässerter Schlamm)
- L2 **Landschaftsbauliche** Verwertung Basisvariante (mech. entw. Schlamm)
- L3 Untervariante mit Schilfbeererdung

Monoverbrennung (Wirbelschichtfeuerung)

- MoV1 Basisvariante (entwäss. Schlamm, Zugabe fossiler Brennstoffe)
- MoV2 Untervariante mit thermischer Trocknung aus eigener Abwärme
- MoV3 Untervariante mit Rückgewinnung von Phosphor aus der Asche

Mitverbrennung

- MiV1 ... in einer **MVA**
- MiV2 ... in einem **Braunkohlekraftwerk** (Basisvariante)
- MiV3 Untervariante mit spezifischer Hg-Minderung
- MiV4 Untervariante mit Schilfbeererdung
- MiV5 Untervariante mit Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm
- MiV6 ... in einem **Steinkohlekraftwerk** (Basisvariante)
- MiV7 Untervariante mit solarer Klärschlamm-trocknung
- MiV8 ... in einem **Zementwerk**

Sonstige Behandlung

- MBA **Mitbehandlung** in einer MBA

Fachgespräch 29.01.2007

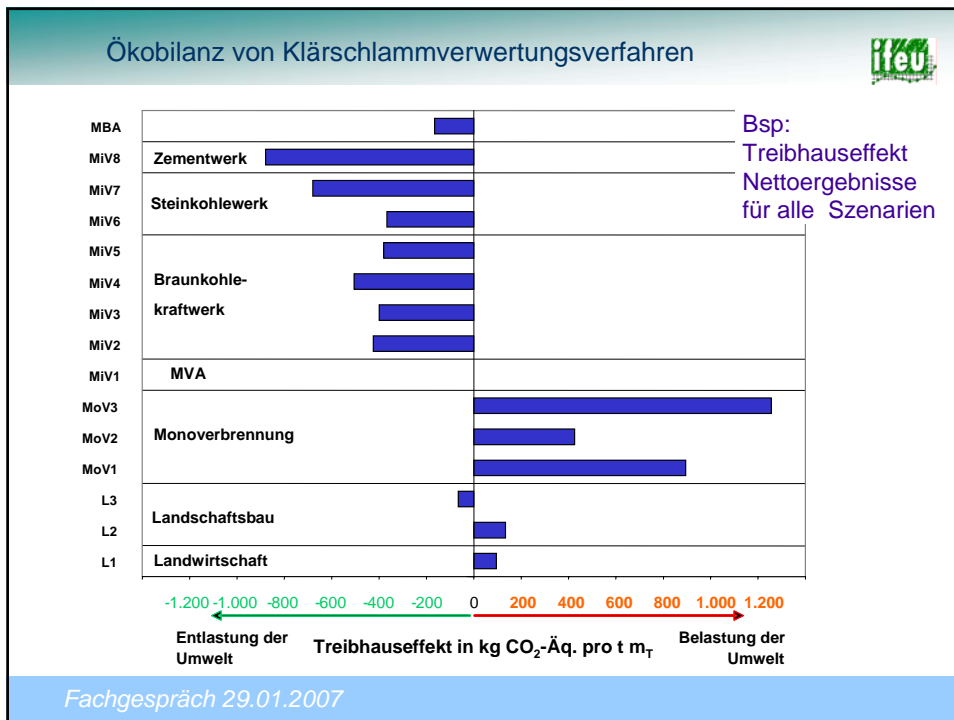
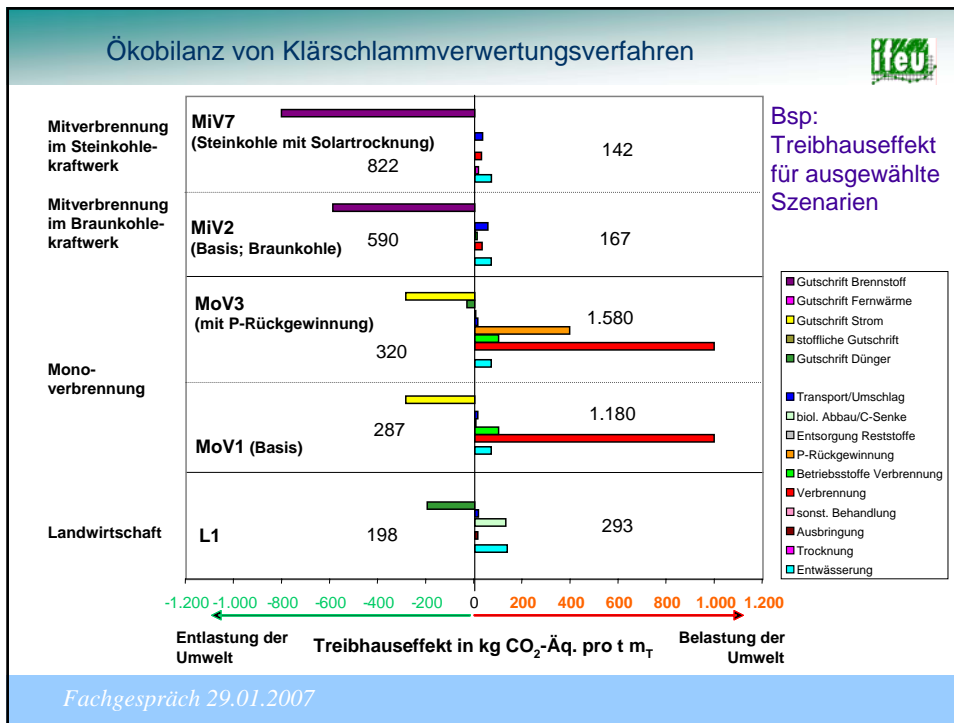
Ökobilanz von Klärschlammverwertungsverfahren



Wirkungsabschätzung und Bewertung

Wirkungskategorie		Normierung	Rangbildung
		Pro-Kopf-Belastung Deutsche Einwohner EDW	Ökologische Bedeutung
Ressourcen	Fossile Energieressourcen	145,5 GJ/a	■ „mittel“
	Phosphorerz	21 kg/a	■ „gering“
Treibhauseffekt		12.024 kg CO ₂ Äq/a	■ „sehr hoch“
Eutrophierung, terrestrisch		5,1 kg PO ₄ ⁻³ Äq/a	■ „hoch“
Eutrophierung, aquatisch		4,7 kg PO ₄ ⁻³ Äq/a	■ „mittel“
Versauerung		37,6 kg SO ₂ Äq/a	■ „hoch“
Humantoxizität	Karzinogene Emissionen	4,6 g As Äq/a	■ „sehr hoch“
	Quecksilber (luftseitig)	0,38 g/a	■ „hoch“
	Feinstaub (PM10)	28,7 kg PM10 Äq./a	■ „hoch“
Schadstoffeintrag	Eintrag von Blei	11 g/a	■ „mittel“
Boden	Eintrag von Cadmium	0,86 g/a	■ „hoch“

Fachgespräch 29.01.2007

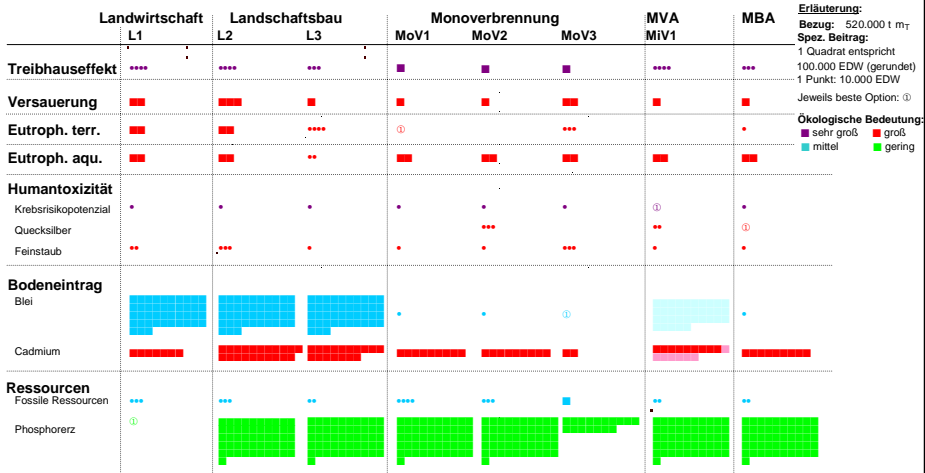


Ökobilanz von Klärschlammverwertungsverfahren



Ergebnis Normierung und Rangbildung (Teil 1)

Gesamtschau der Unterschiede zwischen den Szenarien, skaliert nach spezifischem Beitrag in EDW; die Anzahl der Quadrate zeigt den Abstand zur jeweils besten Option an



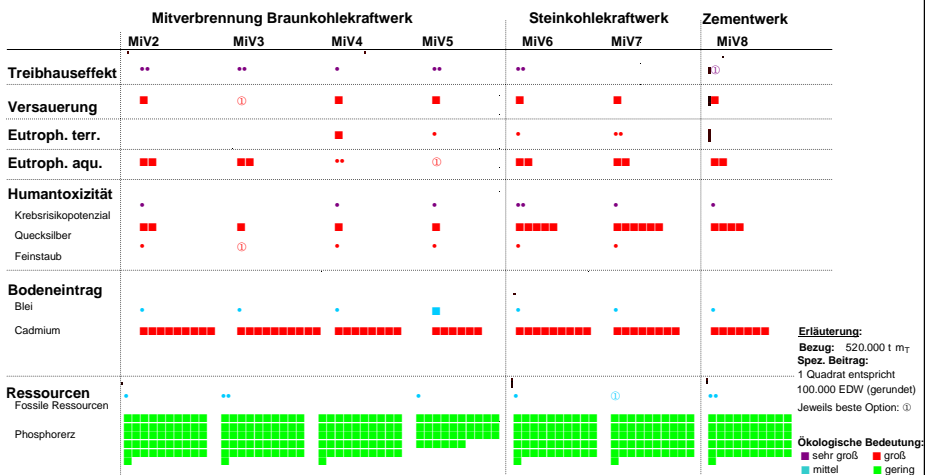
Fachgespräch 29.01.2007

Ökobilanz von Klärschlammverwertungsverfahren



Ergebnis Normierung und Rangbildung (Teil 2)

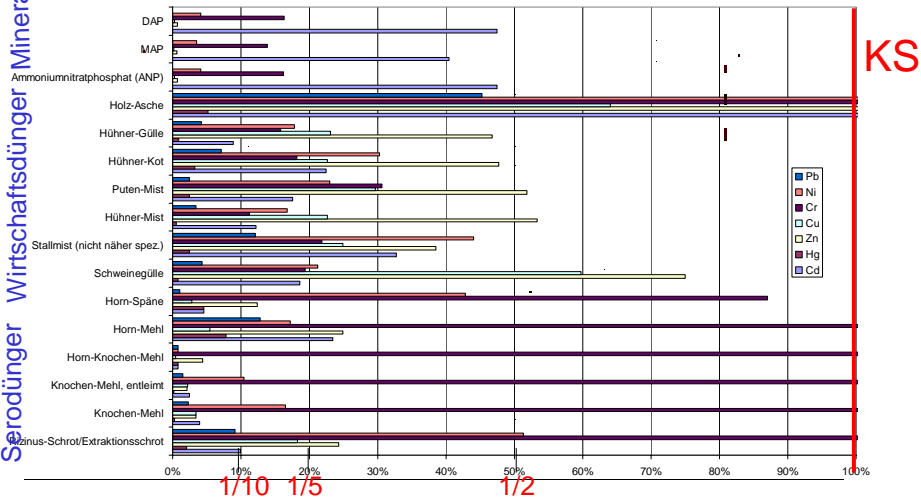
Gesamtschau der Unterschiede zwischen den Szenarien, skaliert nach spezifischem Beitrag in EDW; die Anzahl der Quadrate zeigt den Abstand zur jeweils besten Option an



Fachgespräch 29.01.2007

Klärschlamm ist mit Abstand der Nährstoffträger mit der höchsten Schadstoffbelastung *Normiert auf P 100% verfügbar*

Setrodünger Wirtschaftsdünger Mineral



Fachgespräch 29.01.2007

Schlussfolgerungen (1):

- **landschaftsbauliche** Verwertung (konventionell) insgesamt ungünstig bewertet
- **landwirtschaftliche** Verwertung wäre nur für explizit gering belastete Schlämme vertretbar (praktisch nicht möglich)
- **Verbrennung** in Monoverbrennung (auch MVA) schadstofftechnisches Optimum, energetisch (auch Treibhauseffekt) eher ungünstig bietet die Möglichkeit der P-Rückgewinnung aus der Asche bzw. Nutzung der Asche als Düngemittel
- **Verbrennung** in Mitverbrennungsanlagen exakt umgekehrt
- **Phosphor** mengenrelevante Größe

Fachgespräch 29.01.2007

Schlussfolgerungen (2):

- **Phosphorrückgewinnung** vergleichsweise aufwändig, bietet sich aber als geeignete Lösung an zur Abschwächung dieses Defizits der Verbrennung
=> die Lösungen müssen sich noch bewähren
=> Aufbereitung der Aschen (SUSAN)
- **Quecksilber**problematik bei Mitverbrennung eingrenzbar
- **Energiebilanz** der Verbrennung insgesamt steigerbar durch effiziente Trocknung (z.B. solar, aber auch Abwärme)

Fachgespräch 29.01.2007

Schlussfolgerungen (3):

- **Zementwerk** gegenüber Kraftwerk ebenbürtige Option (stofflicher Aspekt)
- **MBA** ist akzeptable Alternative zur Monoverbrennung bzw. MVA
- **landschaftsbauliche** Verwertung via Schilfbeerde insgesamt günstiger als konventioneller Weg; Schilfbeerde grundsätzlich auch geeigneter Weg vor Verbrennung.

Fachgespräch 29.01.2007

Handlungsempfehlungen:

- Priorität sollte auf die thermische Entsorgung gelegt werden. Stoffliche Verwertung sollte eher die Ausnahme darstellen
- Der Weg der **Phosphorrückgewinnung** sollte weiterfolgt werden, Techniken getestet und weiterentwickelt werden.
- Tierkörperbeseitigung nicht vergessen -
- Die **Energiebilanz** der thermischen Verfahren sollte optimiert werden durch Einsatz anderer Wärmequellen anstelle von Dampf oder Kohle zur Trocknung.