



KWVB

Ökobilanzieller Vergleich R-Rhenania

Fabian Kraus

18.03.2026

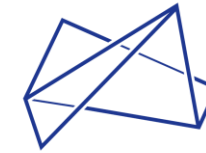
KWVB

WASSER | FORSCHUNG | ZUKUNFT

*Angewandte Forschung und Beratung
für den urbanen Wasserkreislauf.*

Gemeinnützig und neutral / Seit 2001.

Gesellschafter



**TECHNOLOGIE
STIFTUNG
BERLIN**



*Berliner
Wasserbetriebe*

berlinwasser

Ziel und Untersuchungsrahmen

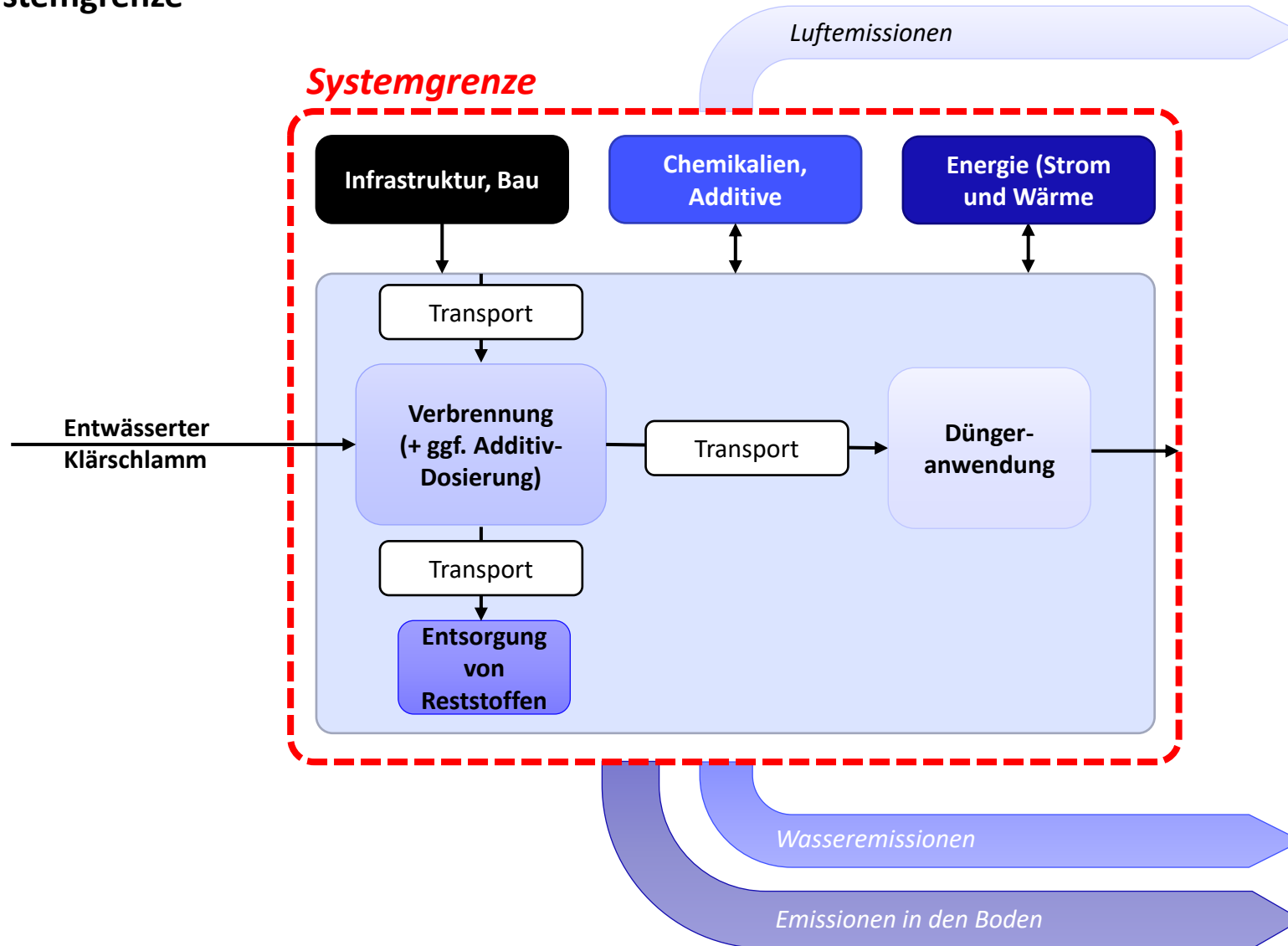
Ziel, Funktionelle Einheit und Systemgrenze

- Behandlung von Klärschlammasche mit dem Ziel pflanzenverfügbaren P-Dünger zu erhalten
- Umweltauswirkungen pro Tonne Trockenmasse Klärschlamm
- Betrachtung des ganzen Lebenszykluses
 - Direkte Emissionen (=auf der Anlage)
 - Indirekte Emissionen + Ressourcennutzung (Strom, Wärme, Chemikalien, Abfall ...)
 - Gutschriften für Produkte (=pflanzenverfügbares P)
- Fokus heute:
 - Energie,
 - CO₂-Emissionen,
 - Schwermetalle



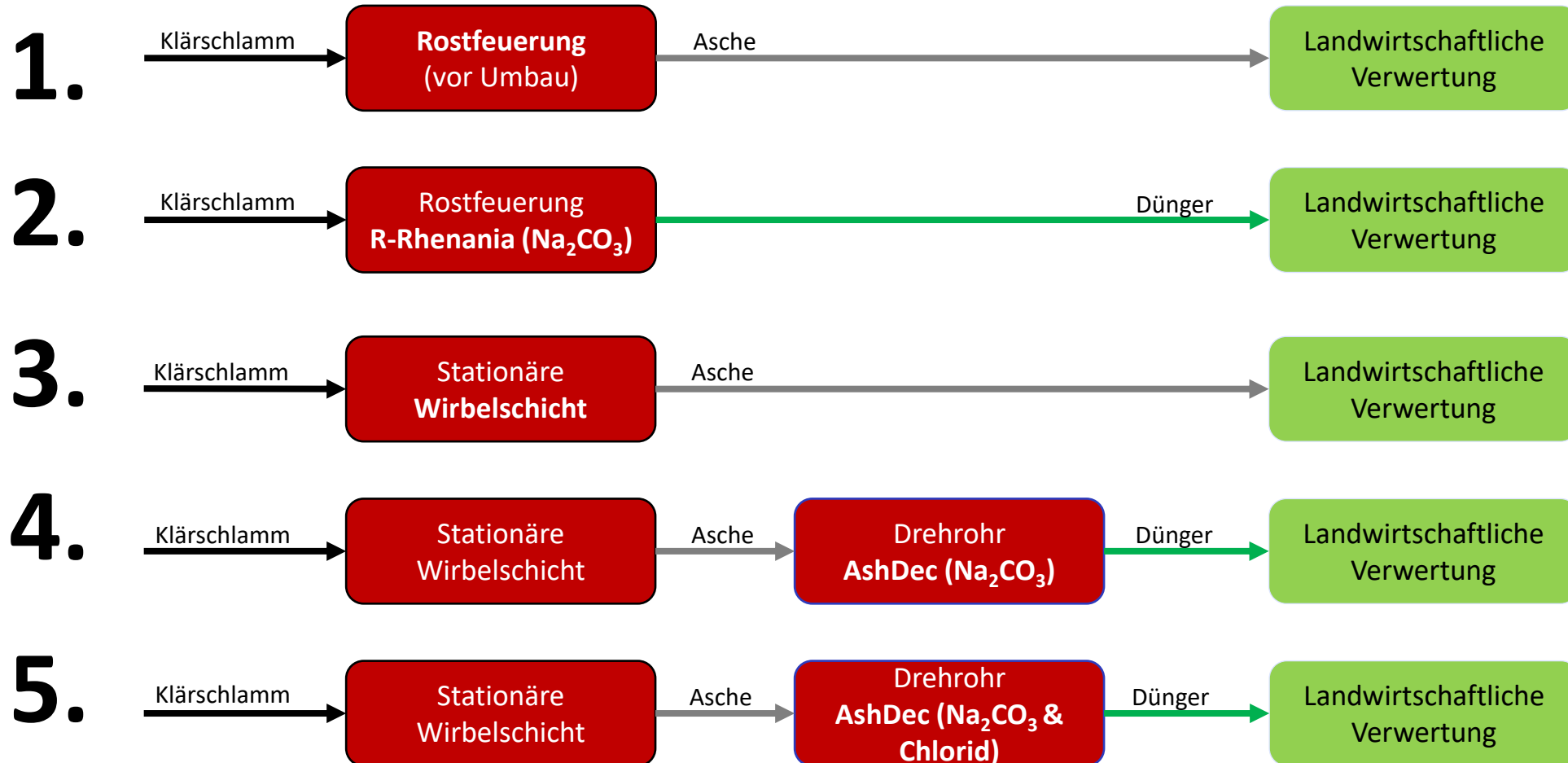
Ziel und Untersuchungsrahmen

System und Systemgrenze



Ziel und Untersuchungsrahmen

Szenarien



Ziel und Untersuchungsrahmen

Wirkungskategorien für die Wirkungsabschätzung

- **Kumulierter Energieaufwand, nicht-erneuerbarer** (CED_{nr}) – [MJ/t TM Klärschlamm]
→ *Kohle, Gas, Öl, Uran*
- **Treibhauspotential** (GWP 100a) – [kg CO₂-Eq/t TM Klärschlamm]
→ *CO₂, CH₄, N₂O*
- **Humantoxizitätspotential, nicht-krebserregend** (HTP_{nc}) – [kg 1,4-DCB-Eq/t TM Klärschlamm]
→ *u.a. Schwermetalle in der Umwelt*

Sachbilanz

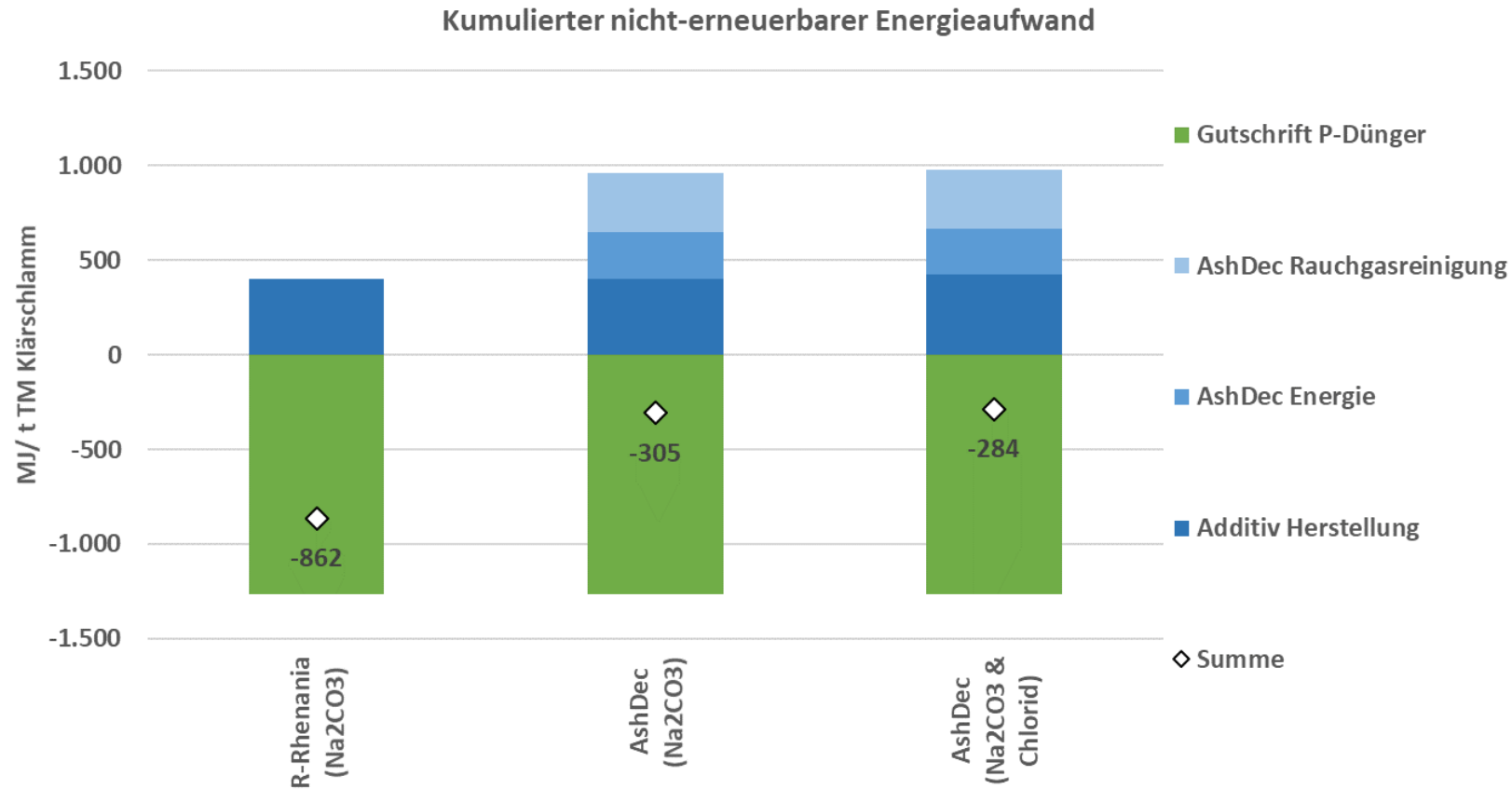
Erfassung der Eingangsdaten

Parameter	Einheit
Trockenmasse	
Trockenrückstand	
Glühverlust	
Phosphor (TP)	P_{NAC} % des TP
Arsen (As)	Transfer in %
Cadmium (Cd)	Transfer in %
Chrom (Cr)	Transfer in %
Kupfer (Cu)	Transfer in %
Quecksilber (Hg)	Transfer in %
Nickel (Ni)	Transfer in %
Blei (Pb)	Transfer in %
Zink (Zn)	Transfer in %

Inputs	Emissionen	Inputs	Parameter	Einheit
Elektrischer Strom	SO ₂	Na ₂ CO ₃	P_{NAC}	% des TP
Erdgas (Anfahren)	NO _x	NaCl	Arsen (As)	Transfer in %
NaOH 50 %	NH ₃	Elektrischer Strom	Cadmium (Cd)	Transfer in %
H ₂ SO ₄ 96 %	CO	Wärme	Chrom (Cr)	Transfer in %
Ca(OH) ₂ 100 %	Staub	Ca(OH) ₂ 100 %	Kupfer (Cu)	Transfer in %
Aktivkohle 100 %	HCl	Aktivkohle 100 %	Quecksilber (Hg)	Transfer in %
Additiv Entstickung	CO ₂ (nicht fossil)		Nickel (Ni)	Transfer in %
	CO ₂ (fossil)	Dünger	Blei (Pb)	Transfer in %
	N ₂ O	CO ₂ (fossil)	Zink (Zn)	Transfer in %
	Hg	Abfall Rauchgaswäsche		
Abfall Rauchgaswäsche	kg/kg TM			
(NH ₄) ₂ SO ₄ (38 %)	g/kg TM			

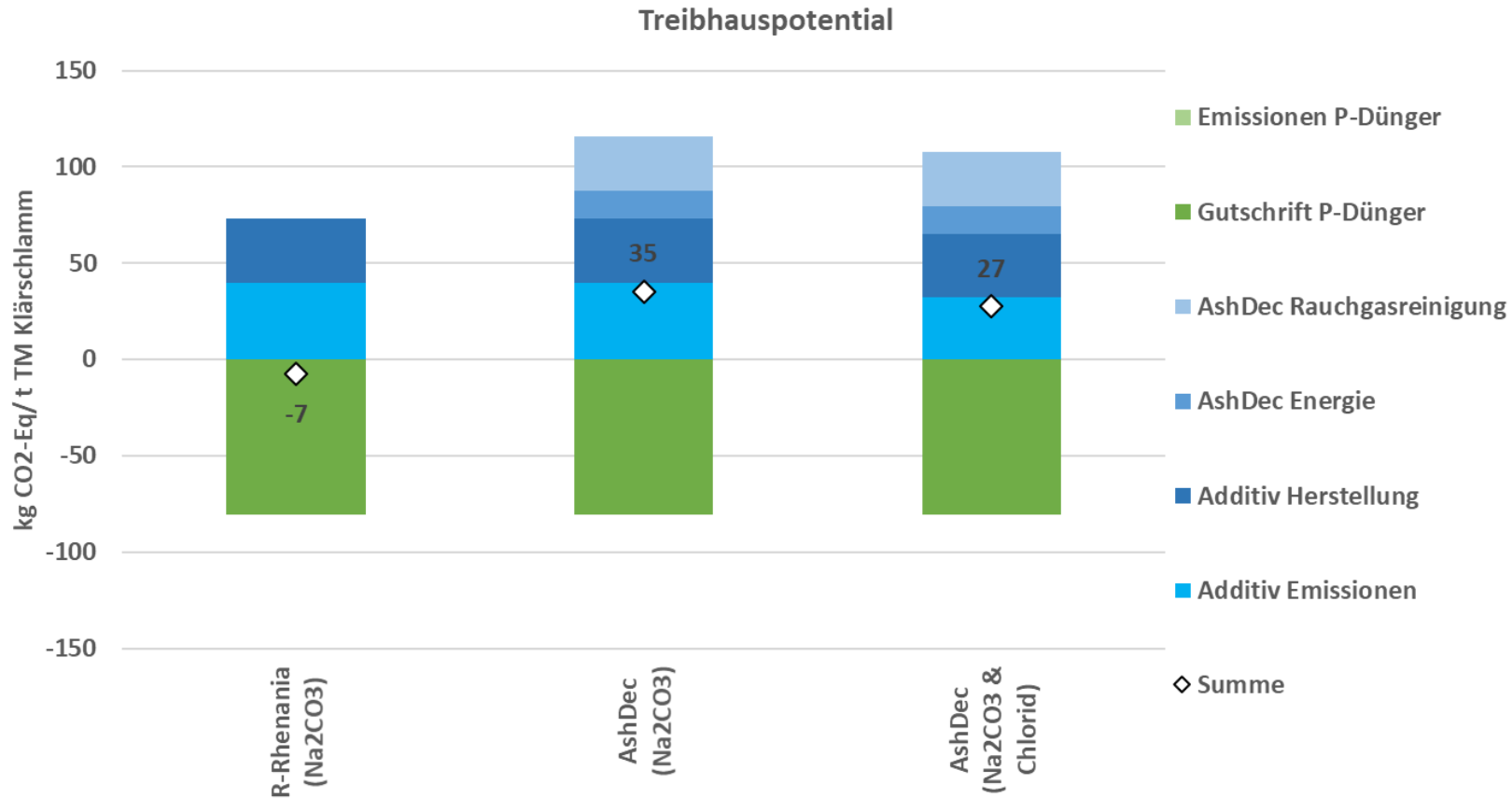
Wirkungsabschätzung - Änderungen

Kumulierter Energieaufwand, nicht-erneuerbarer (CE_{nr}) – [MJ/t TM Klärschlamm] → Kohle, Gas, Öl, Uran



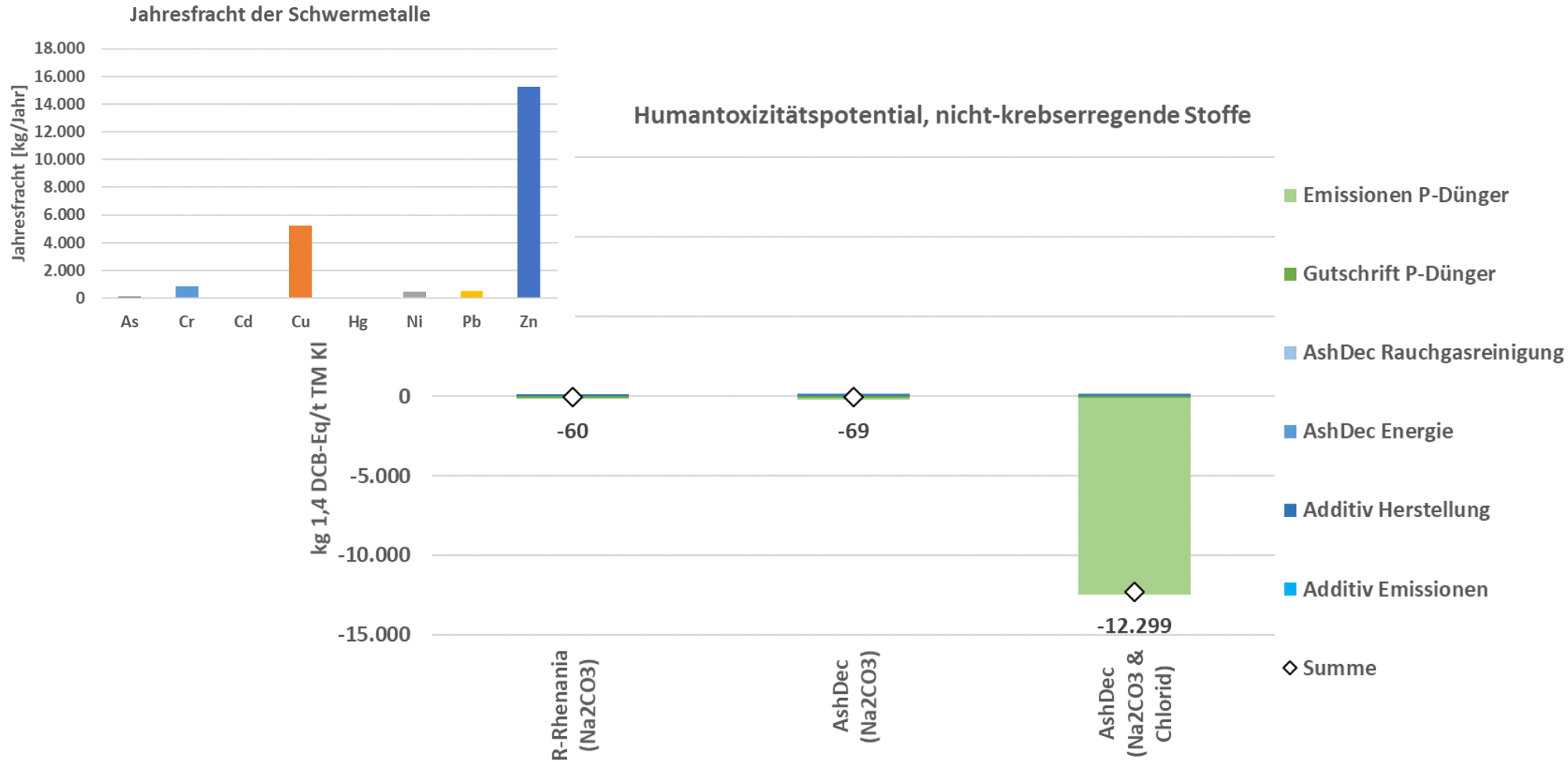
Wirkungsabschätzung - Änderungen

Treibhauspotential (GWP 100a) – [kg CO₂-Eq/t TM Klärschlamm] → CO₂, CH₄, N₂O



Wirkungsabschätzung - Änderungen

Humantoxizitätspotential, nicht-krebserregend (HTP_{nc}) – [kg 1,4-DCB-Eq/t TM Klärschlamm] → u.a. Schwermetalle in der Umwelt



Interpretation

Wesentliche Erkenntnisse aus dem Ökobilanziellen Vergleich

- Die energetischen Aufwendungen für die Additiv- und Energiebereitstellung sind geringer als die Aufwendungen für den zurückgewonnenen P-Dünger als Düngemittel-Eq.
- Die Wirbelschicht ist aufgrund des geringeren Emissionswertes für Lachgas vom Treibhauspotential besser bewertet als die Rostfeuerung
 - Betrachtet man allerdings nur die Änderung ist die integrierte R-Rhenania Variante geringer im Treibhauspotential als die nachgeschaltete AshDec-Variante (wegen der zusätzlich benötigten Energie)
- Im Bereich der Bewertung der Schwermetalle, sind insbesondere die massenmäßig relevanten Schwermetalle Zink (oder Kupfer bei anderen Toxizitätsindikatoren) besonders relevant
- Eine Kostenschätzung der verschiedenen Varianten ist aktuell in Erarbeitung!

KWVB

Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH
Grunewaldstraße 61-62, 10825 Berlin

Fabian Kraus

Fabian.Kraus@kompetenz-wasser.de

+49 30 536 53 842



@Kompetenzzentrum Wasser Berlin



www.kompetenz-wasser.de