



Bewertung des Phosphorrecyclings mit Hilfe der Ökobilanz

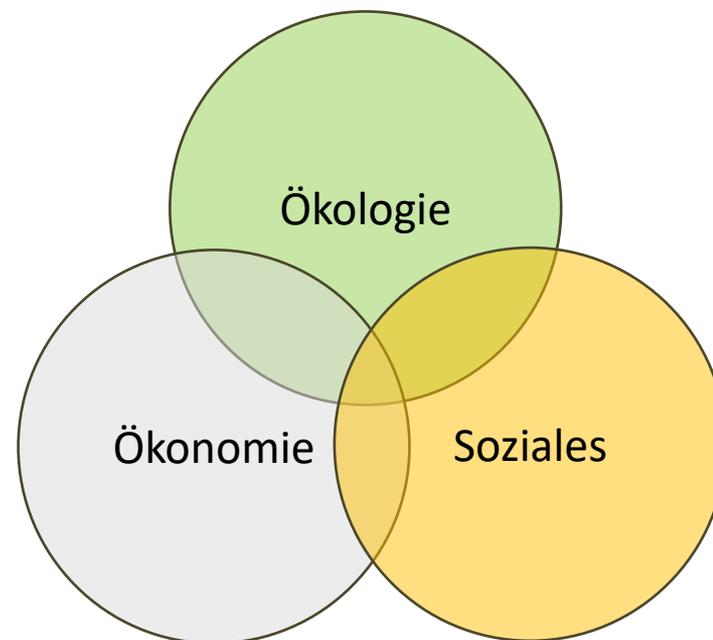
03.05.2023 | Statuskonferenz RePhoR

Dr.-Ing. Roland Meyer |



Gliederung

- Ökobilanzieller Vergleich: Grundlage Kriterienkatalog für „Festlegung Ziel- und Untersuchungsrahmen“
- Soziale Dimension: Die drei Säulen der Sozialakzeptanz (Ergebnisse aus der Fragebogenaktion)
- Zusammenfassung und Fazit



Ökobilanz – Annahmen als Grundlage zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit

Zur **Gewährleistung der Vergleichbarkeit** der Ökobilanzen müssen einheitliche Annahmen getroffen werden, die von allen Teilprojekten umgesetzt werden.

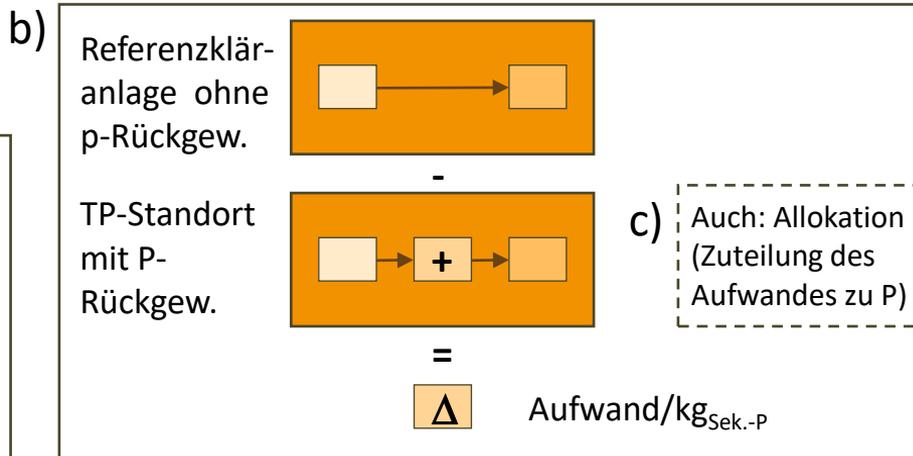
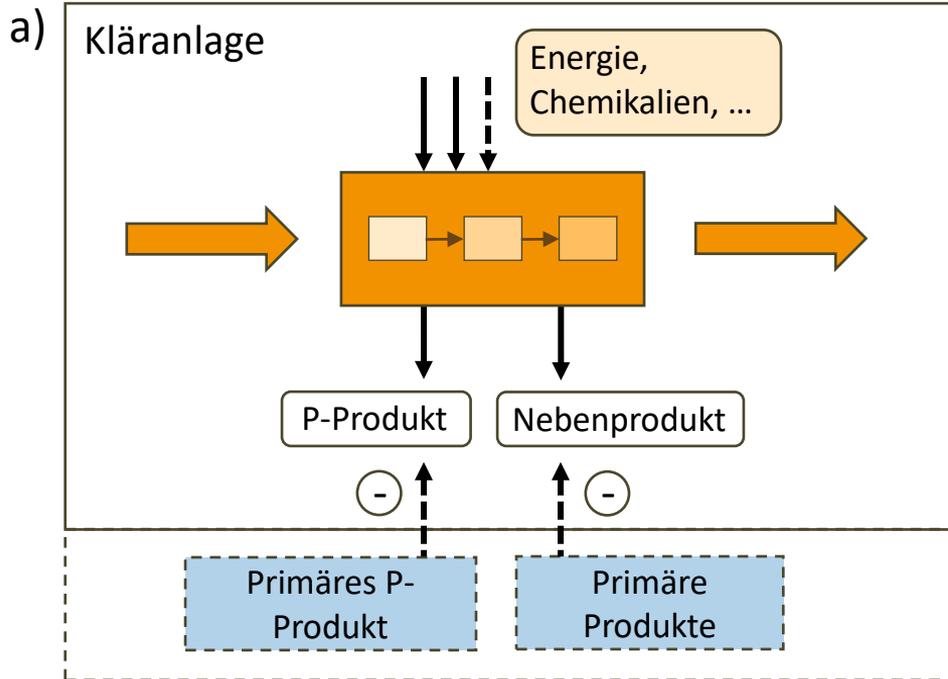
Um diese und weitere Annahmen festzulegen, wird ein **Kriterienkatalog** entwickelt (→ RePhoR-Server).

Die erste wesentliche Annahme bei Ökobilanzen betrifft die „**Funktionelle Einheit**“ als Vergleichsgrundlage.

Als maßgebliche Vergleichsgröße („Funktionelle Einheit“) wird der behandelte Klärschlamm (1 Mio. Einwohnerwerte) gewählt. Alle Aufwendungen (In- und Outputs) werden darauf bezogen.

Zurückgewonnenes Phosphor und weitere Sekundärprodukte werden über Gutschriften berücksichtigt
[Fall a) auf der nächste Folie]

Phosphorrecycling



Die Berücksichtigung der Rückgewinnung von Phosphor kann über die Vergabe von **Gutschriften (a)** durch den Vergleich mit einer **Referenzanlage (b)** ohne P-Rückgewinnung oder durch die direkte Zuordnung der Verfahrenseinheiten zur P-Rückgewinnung **[Allokation] (c)** abgebildet werden.

Ökobilanz – Kriterienkatalog (1)

Neben der Festlegung der Funktionellen Einheit und der Systemgrenze sind **weitere Annahmen** zu treffen:

Informationen zur Umweltwirkung verwendeter Stoffe

sind diese nicht verfügbar bzw. nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand zu erheben, kann auf **Datenbanken** zurückgegriffen werden. In diesem Fall muss sichergestellt werden, dass alle TPs die gleiche Datengrundlage verwenden (→ Austausch über RePhoR-Server)

Verwendete Daten (Diskussionsgrundlage - Auszug)

- Salzsäure (HCl): Market for hydrochloric acid, without water, in 30 % solution state [RER]
- Phosphorsäure (H₃PO₄): Market for phosphoric acid, fertiliser grade, without water, in 70 % solution state [RER]
- Natriumhydroxid (NaOH): Market for sodium hydroxide, without water, in 50% solution state [GLO]
- Strom: market for electricity, medium voltage [DE]

Ökobilanz – Kriterienkatalog (2)

Weitere Annahmen:

- Als Vergleichsgrundlage muss die **gleiche Düngewirkung** herangezogen werden, die vereinfacht über die **Pflanzenverfügbarkeit** abgebildet werden soll
- **Auswertungsmethode**: Recipe (Wirkungskategorien müssen noch festgelegt werden)
- Annahmen für **Transporte** (einheitlich unabhängig von realen Transportstrecken)
- **Sensitivitätsanalysen** (Abschätzung der Auswirkungen von Datenvariationen bei Schätzwerten, Schwankungen von Messwerten, etc.)
- **Abschneidekriterien** (Vernachlässigungen von Prozessen/Strömen nach einheitlichen Kriterien)

Methode "Recipe"

Die Schadenskategorien (Endpoint) fassen die Ergebnisse der Wirkungskategorien zusammen:

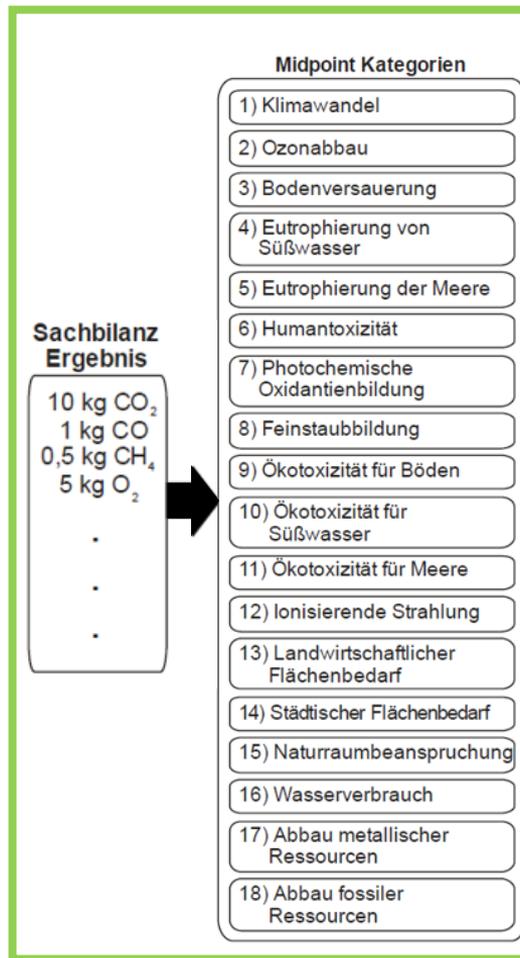
Menschliche Gesundheit: Disability adjusted loss of life years (**DALY**)

Ökosysteme: Potentially Affected/Disappeared Fraction (PAF/PDF)

Ressourcenverfügbarkeit: Anstieg der Kosten zur Gewinnung der Ressourcen

(Dabei wird unterstellt, dass sich der Aufwand in Abhängigkeit der Erz-Konzentration bzw. der Verfügbarkeit fossiler Energieträger verändert.)

verpflichtender und...



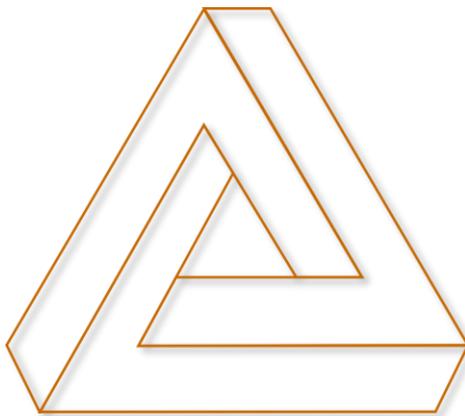
... optionaler Bestandteil der Ökobilanz



Drei Dimensionen der sozialen Akzeptanz

Socio-political Acceptance:

- Allgemeinste Ebene
- Hindernisse für erfolgreiche Projekte auf der Umsetzungsebene
- Von: Öffentlichkeit, Key-Stakeholder, politische Entscheidungsträger



Community Acceptance:

- spezifische Akzeptanz (lokale Akteure - z.B. Anwohner und lokale Behörden)
- NIMBY → not in my backyard
- Vertrauen
- Verteilungsgerechtigkeit

Market Acceptance:

- Fokus auf Verbraucher und Investoren
- Annahme innovativer Produkte von Verbrauchern durch Kommunikation
- Markt-Pull vs. Markt-Push

Sozialakzeptanzstudie (1)

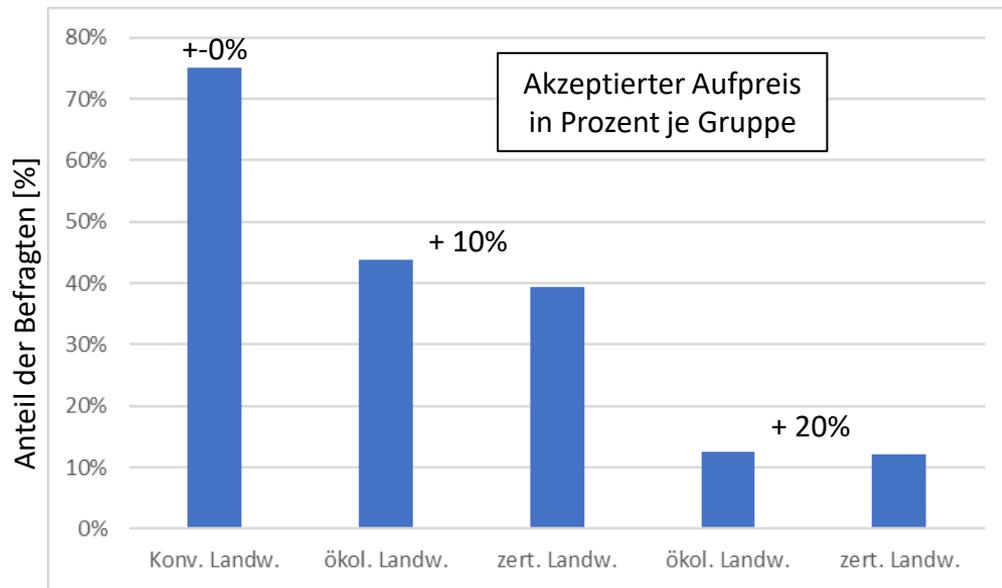
Socio-political Acceptance:

Inwieweit begrüßen Sie den P-Recyclingprozess?
Trifft (eher) zu: 71,82% Trifft zu (Lickerskala 1 von 5); 14,92% trifft eher zu (Lickerskala 2 von 5); die Akzeptanz bei den Landwirten ist noch höher

Community Acceptance:

Die Akzeptanz eines höheren Preises ist demgegenüber geringer; die diesbezügliche Stimmungslage bei den Landwirten ist differenziert in dem nebenstehenden Diagramm dargestellt.

Weitere Aspekte: Regionalität, Qualität



Sozialakzeptanzstudie (2)

Market Acceptance:

Die Vertreter des Handels sehen die Vermarktung des Sekundärdüngers kritisch.

- Qualität und Inhaltsstoffe unterliegen Schwankungen, so dass eine Vermarktung erschwert wird (80%).

Einschränkung

- Die bisher verfügbaren, handelbaren Mengen waren sehr gering, so dass für den Fall der Ausweitung des Phosphorrecyclings keine Aussagen getroffen werden können (60%).

Angaben aus Zusatzfeld:

- landwirtschaftliche Fachberatung rät in der Regel von den Sekundärdüngern ab
- nur geringe Kaufbereitschaft, 20 % des DAP-Preises

Hinweis: Geringe Teilnehmerzahl

Sozialakzeptanzstudie (3)

Weitere Punkte zu Community Acceptance (nicht im Rahmen der Fragebogenaktion abgefragt):

Weitere Aspekte der Community Acceptance in der Umsetzungsphase, bei denen voraussichtlich mit regionalen Widerständen zu rechnen ist:

- **Neubau von Monoverbrennungseinheiten** zur Verbrennung von Klärschlamm und der anschließenden Ascheverwertung zur Erreichung einer hohen Recyclingquote.
- Die **Erhöhung von Transportfrequenzen** (LKW-Verkehr).

Änderungen auf der Kläranlage zur Rückgewinnung von Phosphor werden voraussichtlich keine Probleme in der regionalen Akzeptanz erfahren.

Zusammenfassung und Fazit (1)

- Für die Gewährleistung der Vergleichbarkeit der Ökobilanzen sind für alle Teilprojekte gleichermaßen anzusetzende „Spielregeln“ (**Kriterienkatalog**) festzulegen.
- **Annahmen beinhalten Vereinfachungen**, die gegenüber einer einzelfallspezifischen Betrachtung zu einer Veränderung des Ergebnisses führen können.
- **Ökobilanziell** stellt sich meist der **geringste verfahrenstechnische Aufwand als ideal** dar; so ist zu erwarten, dass pro kg Sekundärphosphor auf der Kläranlage (trotz geringerer Recyclingquote) weniger Umweltwirkungen anfallen, als im Aschepfad, da die Gutschrift für zurückgewonnenes Phosphor den Aufwand nicht aufwiegt.



Zusammenfassung und Fazit (2)

Bei der Bewertung der Nachhaltigkeit (Ökologie, Ökonomie, Soziales) sind **Wechselwirkungen „trade-offs“** zu erwarten, die unterschiedliche Interpretationen ermöglichen:

- **Wechselwirkung innerhalb einer Säule der Nachhaltigkeit:**
eine Wirkungskategorie kann sich je nach Szenario verbessern, während eine andere gleichzeitig schlechter wird (hier: Ökologie);
- **Wechselwirkung zwischen zwei unterschiedlichen Säulen der Nachhaltigkeit:**
die soziale Situation wird verbessert (z.B. geringere Primär-P-Produktion mit negativen Auswirkungen auf Angestellte) während sich der CO₂-Ausstoß erhöht.

Zusammenfassung und Fazit (3)

Die Nachhaltigkeitsbewertung dient als **Entscheidungshilfe** und nicht als Berechnung EINER optimalen Lösung.

Je nach **standortspezifischen Gegebenheiten**

(z.B. Klärschlammzusammensetzung/-menge, Abnahmemöglichkeit von Abwärme, ...)

und **Präferenzen**

(z.B. Schwerpunkt Kreislaufwirtschaft, rohstoffliche Unabhängigkeit mit Präferenz auf hohen Recyclingquoten, Lieferkettengesetz mit Schwerpunkt auf sozialen Auswirkungen, ...)

der Entscheidungsträger können verschiedene Szenarien optimal sein.



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit
Thank you very much
for your attention

Institut für Nachhaltigkeit im Bauwesen

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Marzia Traverso

Fon +49 (0) 241 80 2 27 61 | marzia.traverso@inab.rwth-aachen.de

Dr.-Ing. Roland Meyer

Fon +49 (0) 241 80 2 27 62 | roland.meyer@inab.rwth-aachen.de

M.Sc. Anna Luthin

Fon +49 (0) 241 80 2 27 60 | anna.luthin@inab.rwth-aachen.de

www.inab.rwth-aachen.de

Bildnachweise Titelfolie: Kläranlage © Ruhrverband; Blühende Landwirtschaft © Christian Schwier / Adobe Stock; Industriepark © shutterstock