

Aufbau eines Netzwerks zum ressourceneffizienten
Phosphorrecycling und -management in der Region
Harz und Heide (P-Net)



Vom Potenzial zur Umsetzung: Vertriebskonstellationen für das regionale Phosphorrecycling

Martin Zimmermann, Jonathan Pillen
Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE),
Frankfurt am Main

Abschlussstagung P-Net, 3.3.2026, Braunschweig



Partizipative Szenarioentwicklung

- Entwicklung eines Positiv-Szenarios und eines Business-as-Usual-Szenarios
- Einbindung von Praxisakteuren (Kläranlagen, Landwirtschaft, Wirtschaft)
- Validierung über Delphi-Verfahren (N=7+10)

Systemgrenzen

- Region „Harz und Heide“
- Prozesskette: Kläranlage → P-Remobilisierung → Struvit → Dünger → Landwirtschaft
- Zeitschritte 2029 → 2034 → 2039

Positiv-Szenario

- Breite Umsetzung
- Funktionierende Vermarktung
- Politische Unterstützung

Business-as-Usual-Szenario

- Teilweise Umsetzung
- Begrenzte Marktintegration
- Fortbestehende Hemmnisse

Indikatoren	Positives Szenario 2039	Business-as-Usual-Szenario 2039
Anzahl Kläranlagen	9 Anlagen der GK 4/5 (ca. 16 % aller KA)	4 Anlagen (ca. 7 % aller KA)
Struvitdünger [t/a]	2.200	1.300
P ₂ O ₅ [t/a]	520	310
Landwirts. Fläche [ha/a]	6.900 (ca. 9 % des regionalen P-Bedarfs von Mais, Kartoffeln, Rüben)	4.100 (ca. 6 %)

- Relevanter Beitrag zur regionalen Kreislaufschließung
- Substanzieller Baustein, aber kein vollständiger Ersatz

1. Herstellerverantwortung

- Wer übernimmt die rechtliche Rolle des **Düngemittelherstellers**?
- **Qualitätssicherung**, Dokumentation, Haftung erzeugen hohe Transaktionskosten.
- Für Kläranlagen ist dies häufig ein **neues Geschäftsfeld**.

2. Mengenproblem

- Einzelne Kläranlagen produzieren oft zu **geringe Mengen** für effiziente Vermarktung.
- **Bündelung** ist ökonomisch sinnvoll, aber organisatorisch komplex.

3. Qualitätsvariabilität

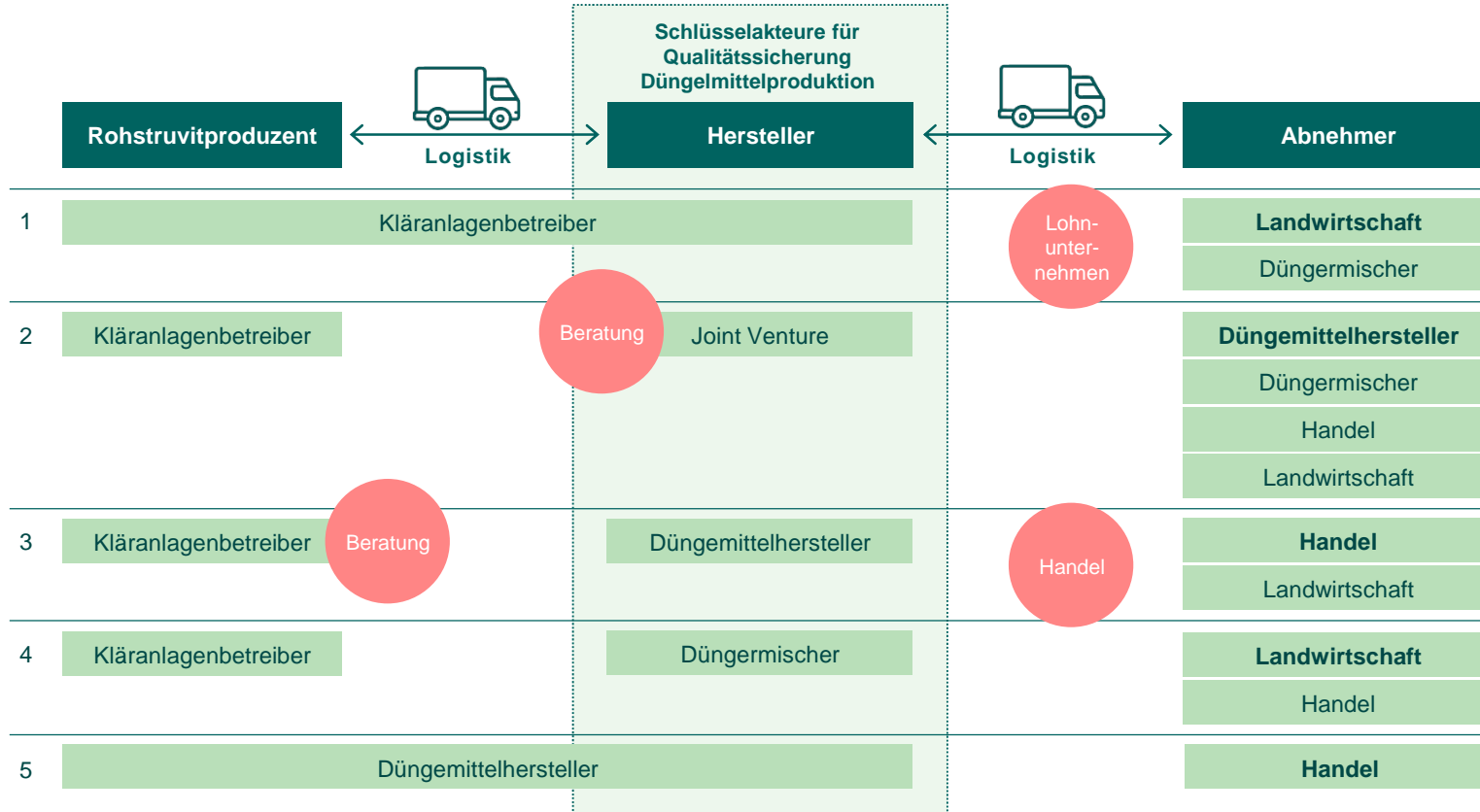
- **Unterschiedliche Anlagen** erzeugen unterschiedlich zusammengesetztes Struvit.
- **Homogenisierung** und **Standardisierung** sind erforderlich.

4. Marktunsicherheit

- **Geringe Bekanntheit** bei Landwirten.
- **Skepsis** gegenüber Recyclingdüngern.
- **Preiswettbewerb** mit konventionellen Düngern.

Welche Akteurskonstellationen und Governance-Modelle ermöglichen eine wirtschaftlich und institutionell tragfähige Vermarktung?

Vertriebskanäle: Konstellationen für Struvit-Netzwerke



Ausgewählte Vertriebskonstellationen für Struvit im Vergleich



	Einzelne Kläranlage	Joint Venture mehrerer KA	Düngemittelhersteller (national / EU)
Herstellerverantwortung	Kläranlage	Gemeinsame Gesellschaft	Industrieunternehmen
Typische Größenordnung	~225 t Struvit/Jahr (~700 ha versorgbar)	~700 t/Jahr (~2.200 ha)	2.000–4.000 t/Jahr (6.000–13.000 ha)
Marktorientierung	Regional	Regional	National / europäisch
Zielgruppen	Konventionelle Ackerbaubetriebe	Konventionelle Ackerbaubetriebe	National: konventionell / EU: konventionell + ökologisch
Regionale Kreislaufschließung	Sehr hoch	Hoch	Mittel bis gering
Organisationsaufwand	Hoch (Recht, Haftung, Vermarktung)	Hoch (Koordination, Verträge)	Gering für KA
Zentrale Stärke	Direkte regionale Wertschöpfung	Skalierung bei regionaler Steuerung	Professionelle Marktintegration
Zentrale Herausforderung	Herstellerverantwortung	Governance & Haftung	Entkopplung von Regionalität

Vergleich der Konstellationen: Regionalität, Skalierung, Steuerbarkeit



Kriterium	Einzelne KA	Joint Venture mehrerer KA	Dünger- mischer	Düngemittel- hersteller (national)	Düngemittel- hersteller (EU/FPR)	All-in-One- Dienstleister
Regionalität	sehr hoch	hoch	hoch	mittel	gering–offen	gering–offen
Professiona- lisierung	begrenzt	mittel–hoch	mittel	hoch	sehr hoch	hoch
Skaleneffekte	gering	mittel	mittel	hoch	sehr hoch	hoch
Steuerbarkeit durch KA	sehr hoch	hoch	mittel	gering	gering	gering
Transforma- tionspotenzial	begrenzt–mittel	hoch	mittel	hoch	hoch	mittel

→ Die Wahl der Konstellation ist keine technische, sondern eine strategische Entscheidung über Regionalität, Marktintegration und Governance.

1. Herstellerverantwortung ist der zentrale Hebel

- Wer übernimmt rechtlich und organisatorisch die **Herstellerrolle**?
- Erfordert **Kompetenz** in QS, Dokumentation, Haftung und Vermarktung

2. Regionalität ist kein Automatismus

- Industrie- und All-in-One-Modelle sichern Professionalität und **Skalierung**
- **Regionale Kreislaufschließung** bleibt dabei häufig sekundär

3. Vielversprechende regionale Modelle

- Joint Ventures mehrerer KA
- Düngermischer mit regionaler Marktanbindung
- ggf. große KA-Betreiber mit eigener Vermarktung

4. Zielgruppe Ökolandbau

- Grundsätzlich attraktive Abnehmergruppe
- Wirtschaftlich nur bei ausreichender Skalierung und **CE-/QS-Struktur**

Planungssicherheit und wirtschaftliche Tragfähigkeit

- Eindeutige Umlagefähigkeit von Investitions- und Betriebskosten
- Gezielte Anschub- und Innovationsförderung für Erstumssetzungen

→ **Kommunale Betreiber brauchen kalkulierbare Rahmenbedingungen**

Regulatorische Klarheit und Lernräume

- Bundesweit abgestimmte Vollzugshinweise
- Realistische Übergangs- und Optimierungsphasen für neue Verfahren

→ **Innovation darf nicht am Grenzwertregime scheitern**

Regionale Kooperations- und Marktstrukturen

- Aufbau tragfähiger Struvitnetzwerke
- Bündelung von Mengen, Kompetenzen und Qualitätssicherung
- Einbindung von Marktakteuren in regionale Vermarktung

→ **Regionalität entsteht durch Organisation**

Das **technische Potenzial** ist vorhanden – Ob es **wirksam** wird, entscheidet sich in der **institutionellen und organisatorischen Gestaltung der Wertschöpfungskette**.

Aufbau eines Netzwerks zum ressourceneffizienten Phosphorrecycling und -management in der Region Harz und Heide (P-Net)



Projekt- und Praxispartner



Förderung

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

