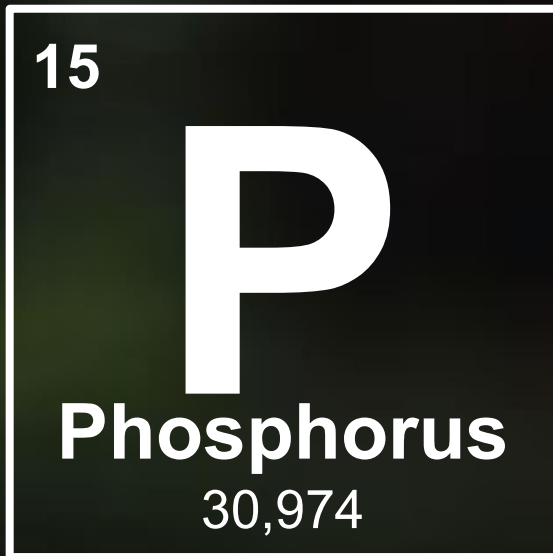


# P-Rückgewinnung & Zementindustrie

C. Wögerbauer, Head Geocycle Switzerland & Italy



# Ab 1.1.2026 müssen ARAs sicherstellen, dass P aus Klärschlamm zurückgewonnen wird!

---

## Art. 15 Phosphorreiche Abfälle

<sup>1</sup> Aus kommunalem Abwasser, aus **Klärschlamm** zentraler Abwasserreinigungsanlagen oder aus der **Asche** aus der thermischen Behandlung von solchem Klärschlamm ist **Phosphor zurückzugewinnen und stofflich zu verwerten**.

<sup>2</sup> In Tier- und Knochenmehl enthaltener Phosphor ist stofflich zu verwerten, soweit das Tier- und Knochenmehl nicht als Futtermittel verwendet wird.

<sup>3</sup> Bei der Rückgewinnung von Phosphor aus Abfällen nach Absatz 1 oder 2 sind die in diesen Abfällen enthaltenen Schadstoffe nach dem Stand der Technik zu entfernen. Wird der zurückgewonnene Phosphor für die Herstellung eines Düngers verwendet, so müssen zudem die Anforderungen Anhang 2.6 Ziffer 2.2.4 ChemRRV<sup>1</sup> erfüllt sein.<sup>2</sup>

## Art. 51 Phosphorreiche Abfälle

Die Pflicht zur Rückgewinnung von Phosphor nach **Artikel 15 gilt ab dem 1. Januar 2026**.

## Anhang 4 Anforderungen an Abfälle für die Herstellung von Zement und Beton

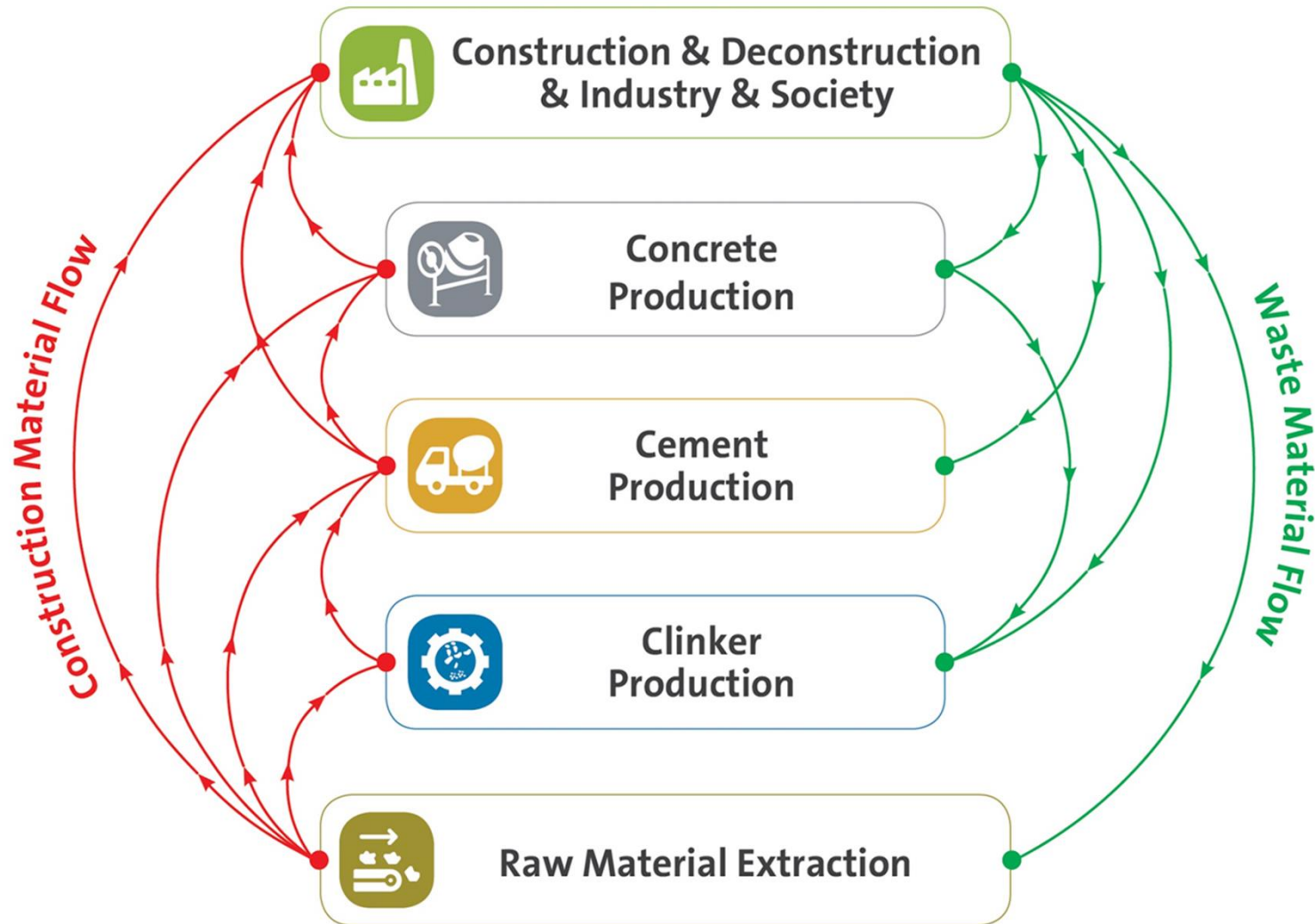
(Art. 19 Abs. 3 und 24)

## 2 Verwendung von Abfällen als Brennstoffe

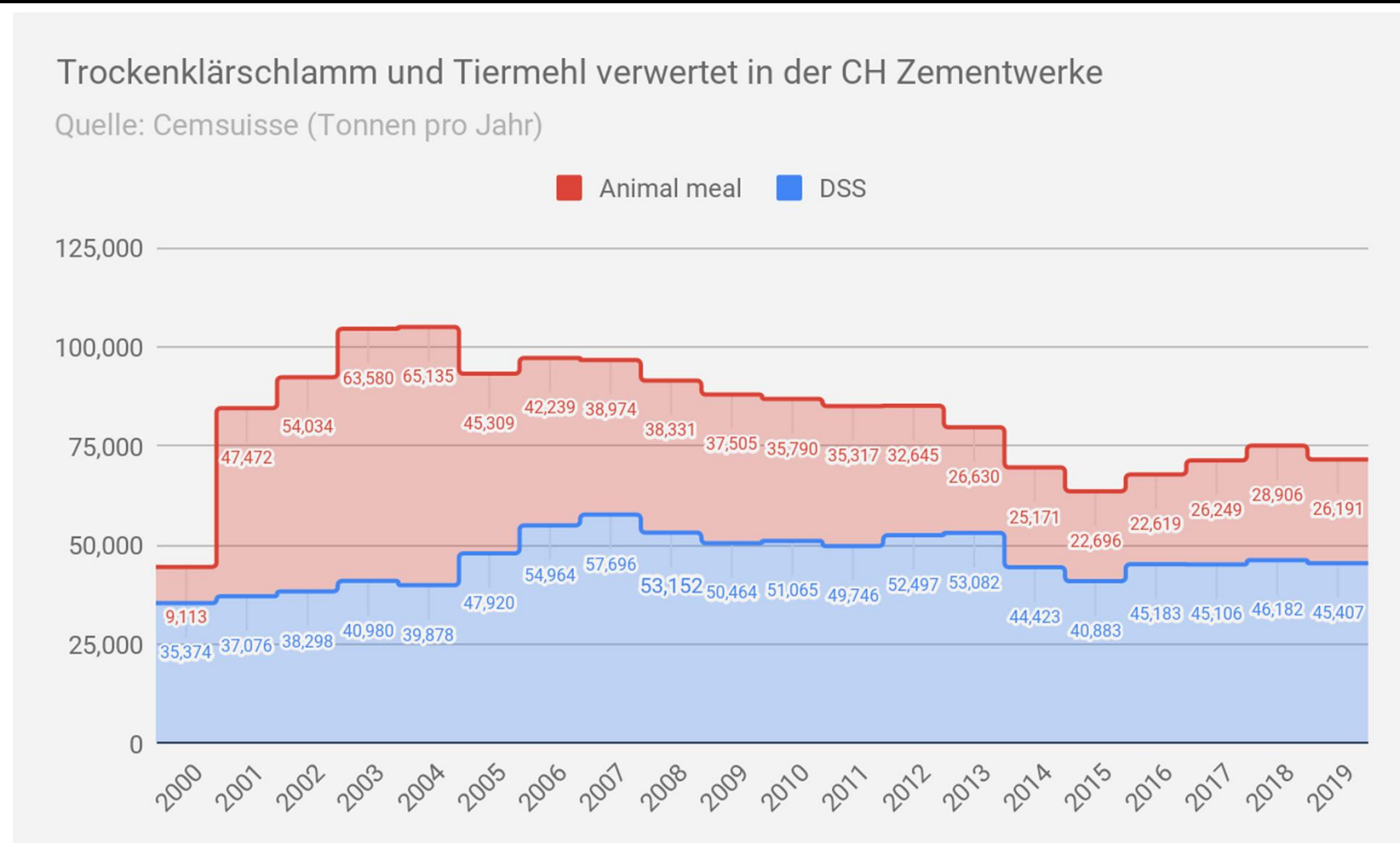
2.1 Bei der Herstellung von Zementklinker dürfen als Brennstoffe folgende Abfälle in der Haupt- und Zweitfeuerung verwendet werden, wenn der hergestellte Zementklinker die Anforderungen nach Ziffer 1.6 einhält:

e. Klärschlamm aus zentralen Abwasserreinigungsanlagen, Tier- und Knochenmehl, **wenn Phosphor vorgängig gemäss Artikel 15 zurückgewonnen wurde**.

# Warum ist die Schweizer Zementindustrie an P-Rückgewinnung interessiert? Kreislaufwirtschaft zu 100%!



# Die Verwertung von TKS und Tiermehl in der Privatindustrie, in Zementwerken, ist eine 20-jährige Erfolgsgeschichte



...das soll auch noch die nächsten 20 Jahre so bleiben!



## **Die Einhaltung der Frist für P-Recovery ist für alle Beteiligten und alle Verfahren eine Herausforderung!**

---

Die Schweiz übernimmt, mit der Vorgabe ab 2026 50% des Phosphors zurückzugewinnen, eine internationale Vorreiterrolle. In Deutschland ist die Rückgewinnung ab 2029 für Kläranlagen mit > 100'000 EW Pflicht.



**Wir stellen uns dieser Herausforderung und werden gemeinsam mit unseren Partnern und Kunden Lösungen erarbeiten und umsetzen.**

## Basierend auf den Ergebnissen der ARA Bern werden wir die Forschung bei Nassverfahren weiterführen

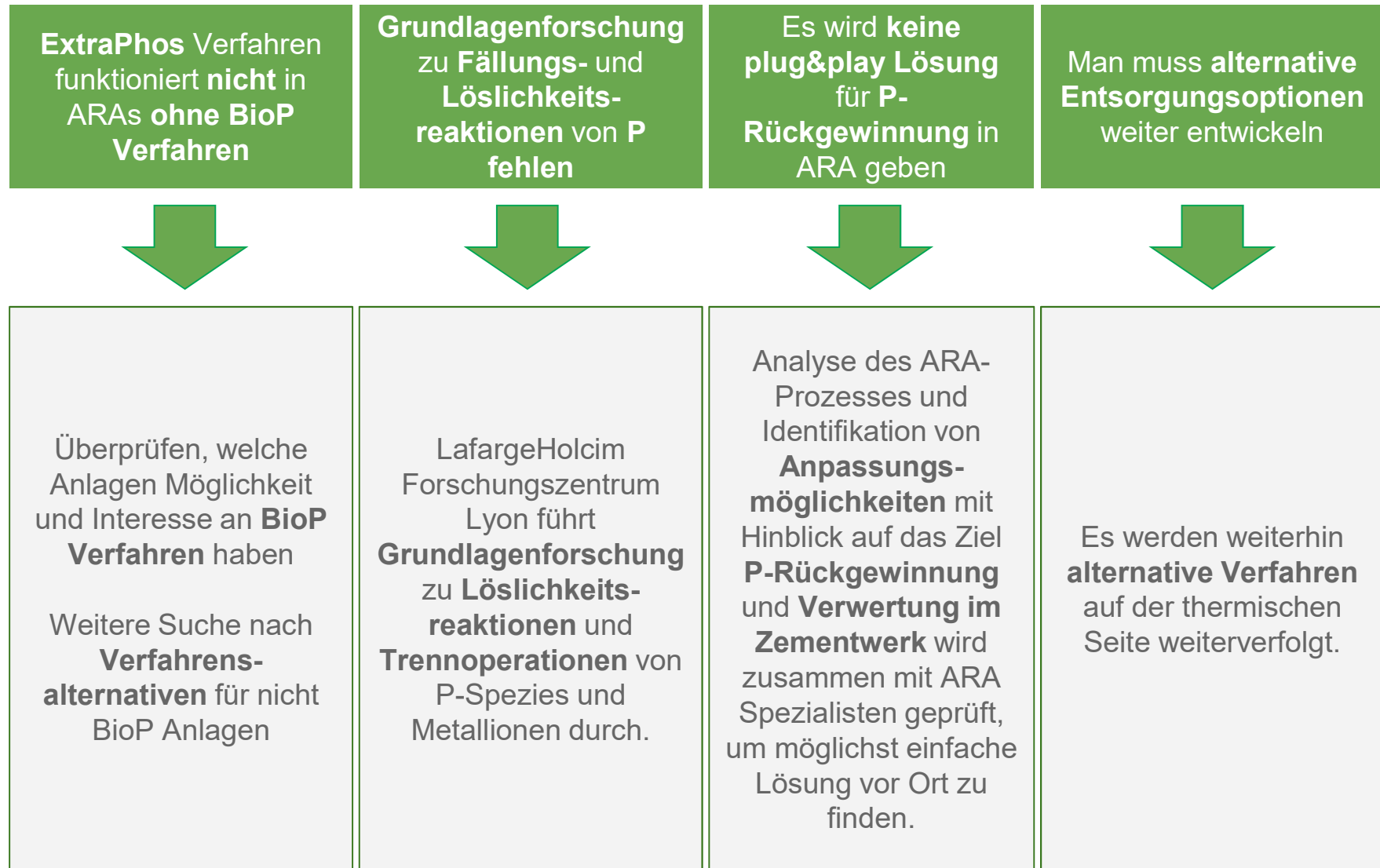
---

Ziel unserer Forschung: Abschwächung von Klimawandel und Management der Phosphorknappheit in Einklang bringen!



**Reduktion von CO<sub>2</sub> Emissionen\***, **Verwertung von Mineralik** und **Rückgewinnung von Phosphor** am Besten durch P-Abscheidung in der Nassphase. Anschliessend Trocknung der verbleibenden Feststoffe mit Abwärme der Klinkerproduktion und Verwertung des P-freien TKS im Zementwerk.

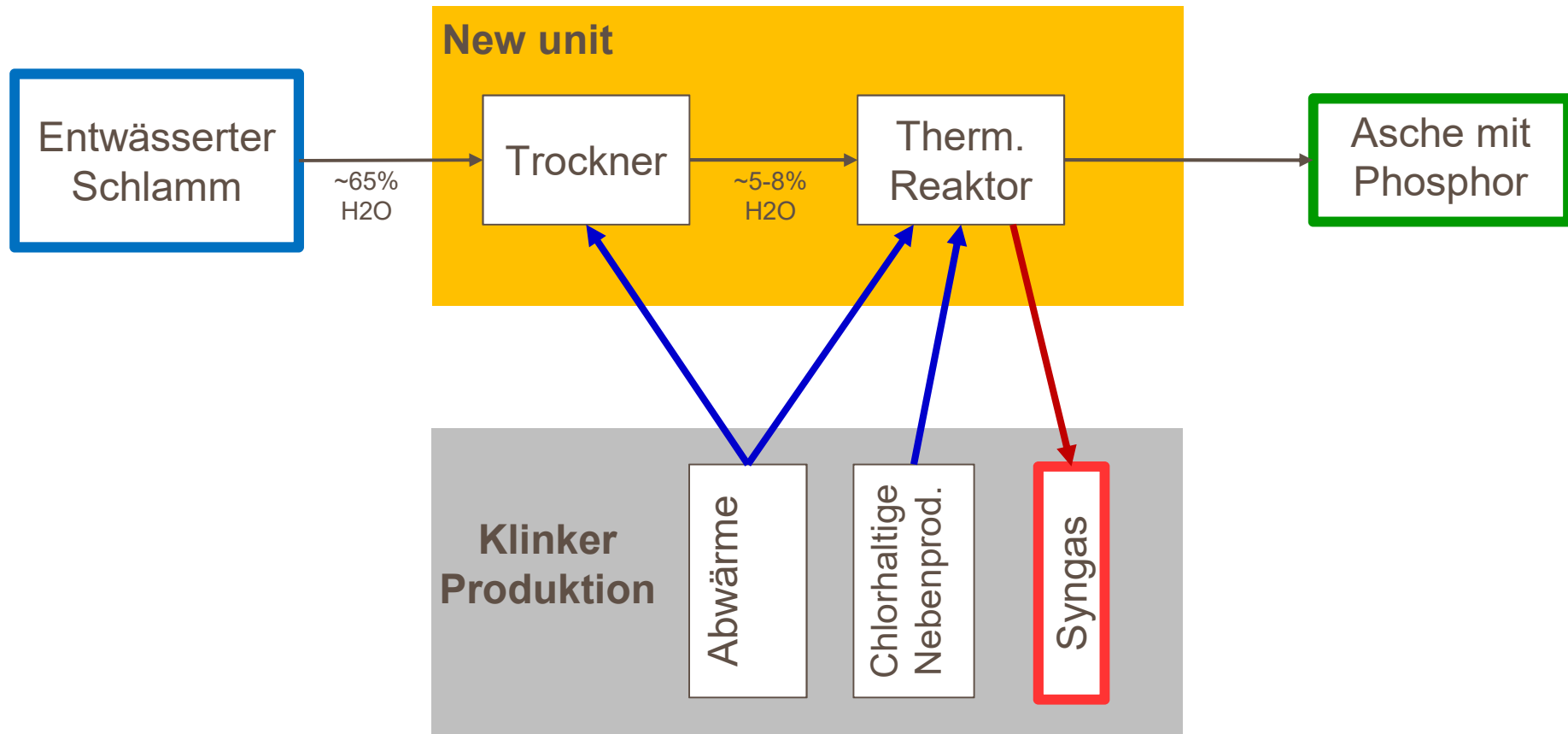
# Welche Schlüsse ziehen wir aus den Extraphos Versuchsergebnissen von ARA Bern?





# Wo Nassverfahren nicht genutzt werden können, setzen wir das Holcim PhosRec Patent um!

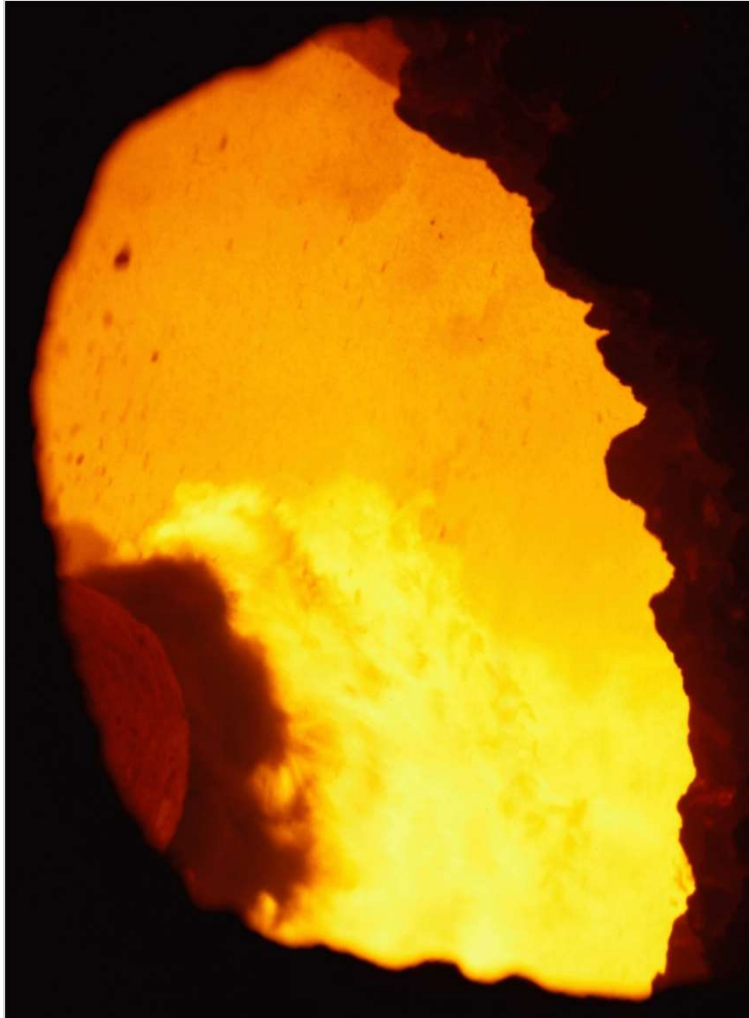
---





# Wo stehen wir mit thermischen Verfahren zur Klärschlammvergasung - status quo?

---



## Entwicklungsphase

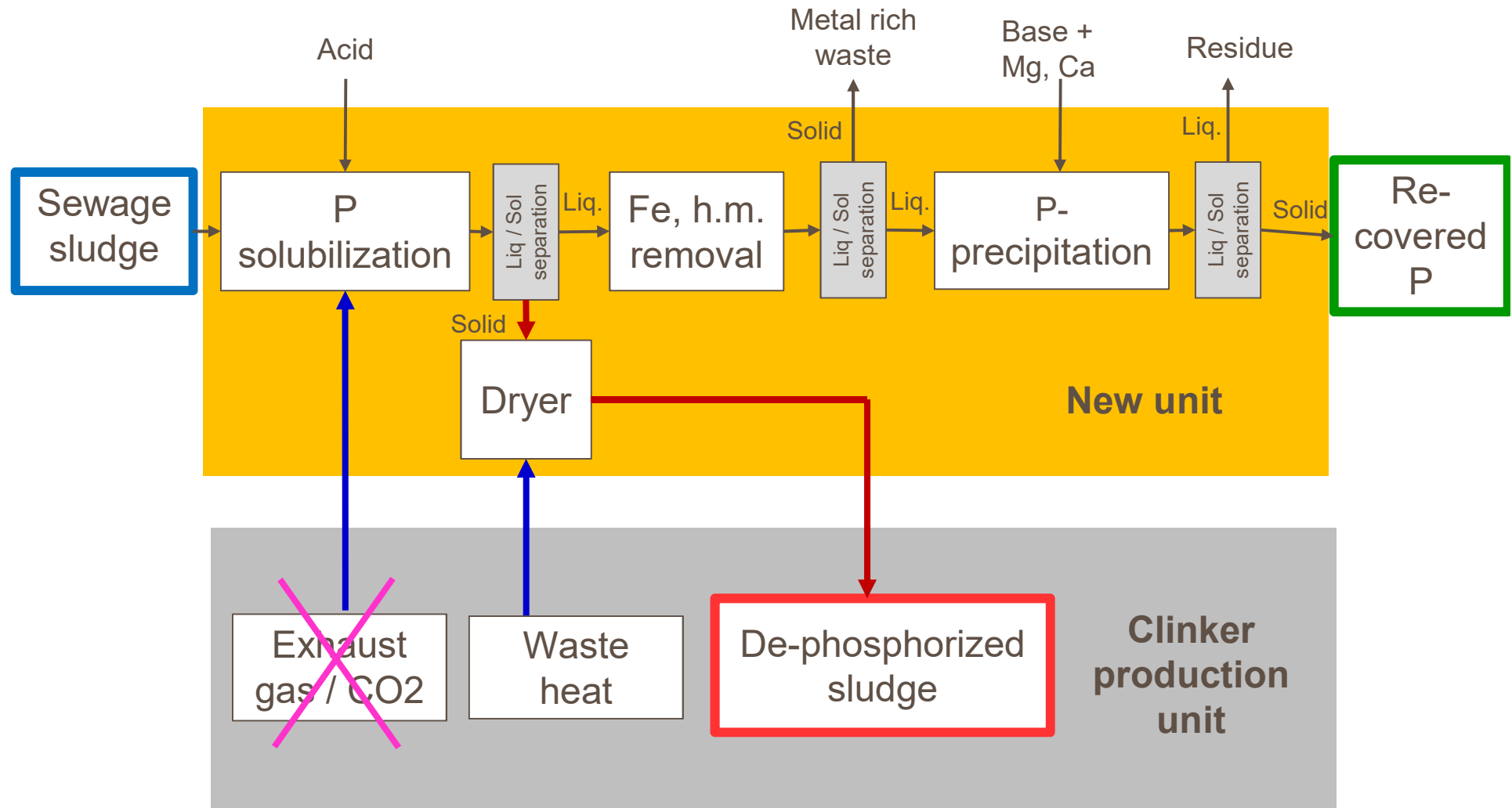
- 2008-2010: Entwicklungsarbeit und Pilotversuche mit getrocknetem Klärschlamm zur Vergasung in Anwesenheit unterschiedlicher Cl-Spezies.
- 2012-2014: Versuche zur Klärschlamm Pyrolyse
- 2020: Studie zur Schwermetall-Volatilität während Vergasung
- 2020: Studie zur Prozesskopplung Vergasung von Klärschlamm und Klinkerproduktion, Definition von Massenströmen und Wärmebilanzen am Beispiel eines Schweizer Holcim Zementwerks

## Nächste Schritte zwischen 2020 und 2021

- Numerische Simulationen und statische Labortests zur Definition der optimalen Bedingungen und chemischer Additive
- Pilotversuche zur Festlegung der Prozessparameter und Identifikation der Prozess-Effizienz
- Business case und Investitionsentscheid

# Flüssigphasen P-Rückgewinnung

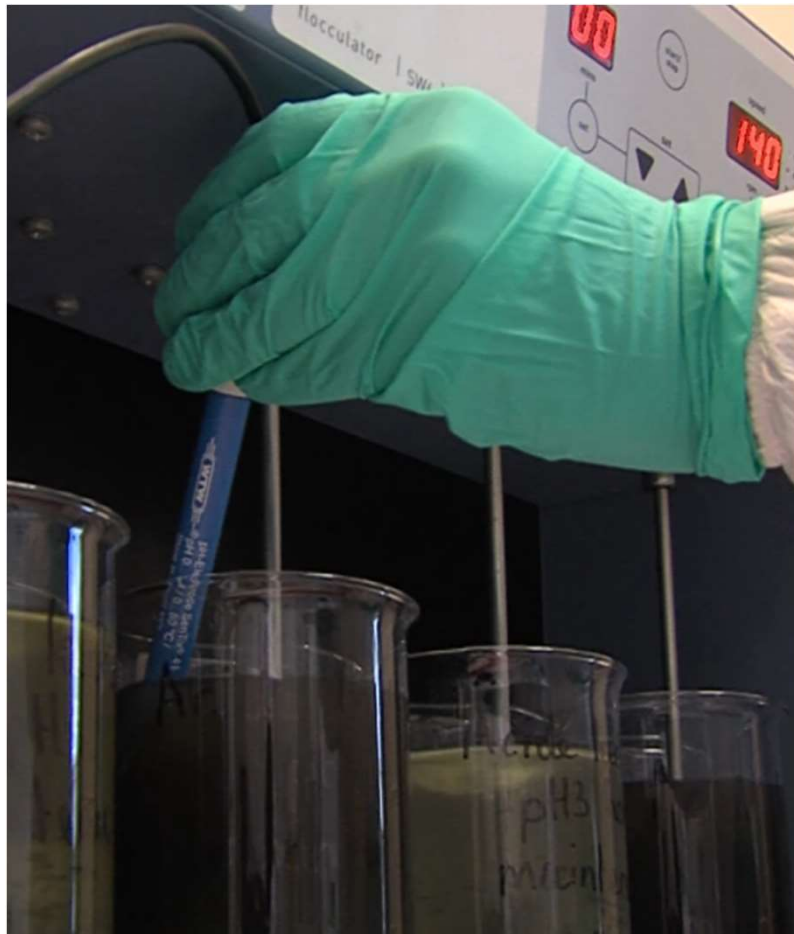
## Identifikation von Synergien & nachhaltige Aufarbeitung



# Flüssigphasen P-Rückgewinnung

## Wo stehen wir? (1/2)

---



### Feasibility Phase

- Start Laborstudie im Januar 2020

### Vorläufige Resultate :

- Lösungsschritt (saures Milieu)
  - Chemische P-Fällung führt zu komplexerer Aufarbeitung als Bio-P
  - CO<sub>2</sub> nicht effektiv genug für Lösung
  - pH~3 für gute Löslichkeit
  - Wahl der Säure abhängig vom Gesamtprozess
  - P-Rückgewinnungsrate > 80 %
  - Fe und Schwermetalle auch in Lösung

# Flüssigphasen P-Rückgewinnung

## Wo stehen wir? (2/2)

---

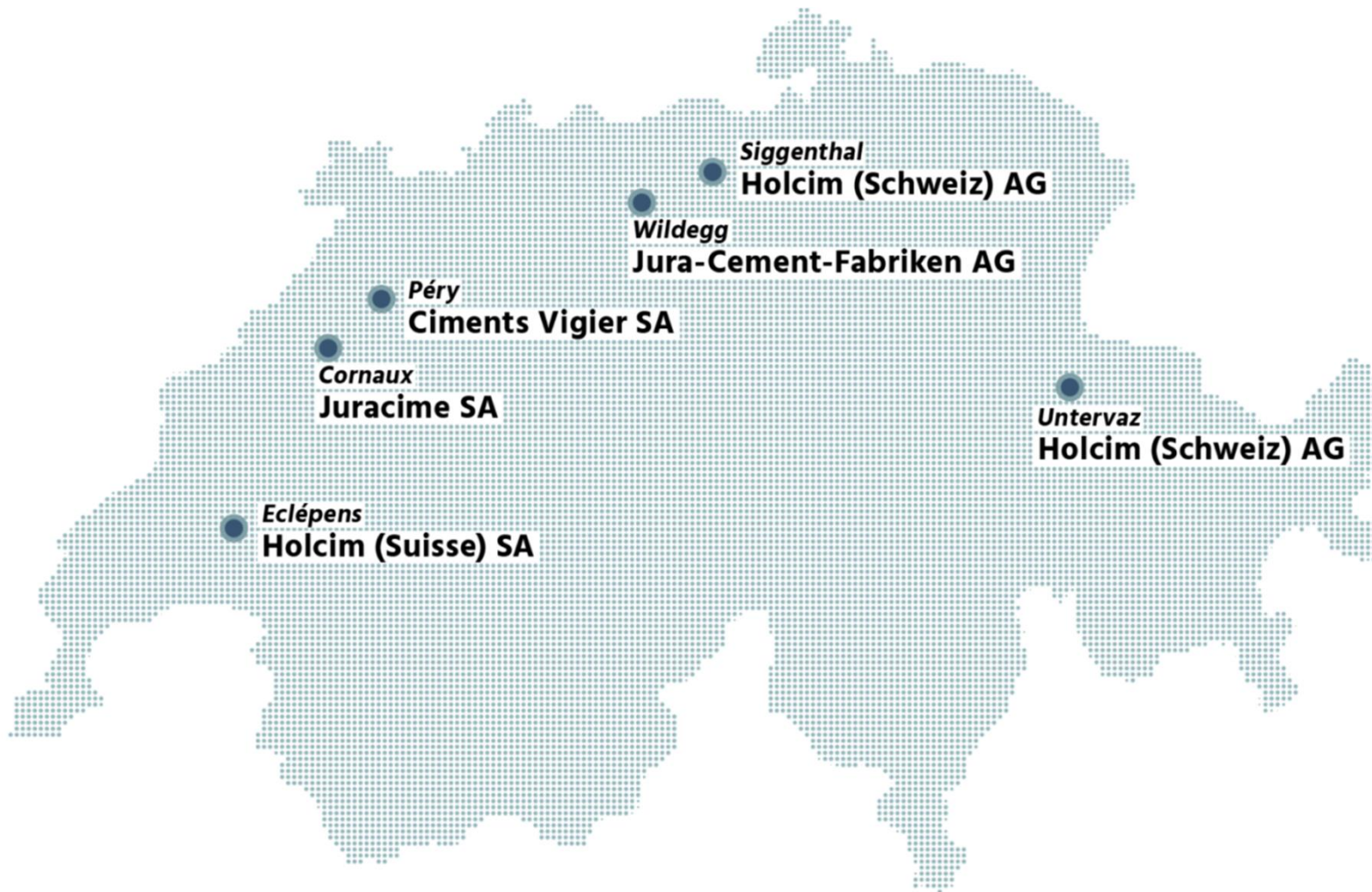


### Vorläufige Resultate:

- Metallabscheidung (bei tiefem pH)
  - Komplexbildner und elektrochemische Methoden am aussichtsreichsten
- P-Fällung (basisch)
  - Starker Einfluss der Bedingungen des Löslichungsschritts
  - Weit entfernt von Stöchiometrie
  - Sensitiv zu P-Quelle, Mg-form oder Ca-form
  - Schätzung einer P-Rückgewinnungsrate noch nicht möglich

## Die schweizer Zementindustrie deckt mit 6 Standorten die ganze Schweiz ab!

---





# Wir denken in industriellen Maßstäben! Kapazitäten sind vorhanden bzw. werden dem Bedarf angepasst!

---

## Extraktion von P aus Nassphase

Annahme, dass minimal 50% P abgereichert wird; potentielle Trocknung im Zementwerk.

Minimalkapazität zur Verwertung von getrocknetem Klärschlamm

50'000 t/a

Durch P-Abreicherung um 50% kann die Kapazität für TKS auf mindestens

100'000 t/a

erhöht werden.

## Abtrennung von P durch Asche nach Holcim PhosRec Patent

Inklusive Trocknung von entwässertem Klärschlamm (EKS) mit Abwärme im Zementwerk.

Minimalkapazität zur Verwertung von EKS

30'000 t EKS  
/ a / Werk

Kapazität kann dem Marktbedarf angepasst werden

nach  
Marktbedarf

## **Wir bieten hand, Lösungen zur P-Rückgewinnung bis 2026 zu finden - unser Beitrag zur Kreislaufwirtschaft**

---

Momentan verwerten die Schweizer Zementwerke ca. 70'000 t/a getrockneten Klärschlamm und Tiermehl.

Dies sind 20% der alternativen Brennstoffe, die im Zementwerk verwertet werden.

Klärschlamm und Tiermehl stellen fast 50% der Biomasse, die im Zementwerk verwertet werden, dar. Dies spart ca. 85'000 t/a fossile CO<sub>2</sub> Emissionen in der Schweiz.

Weder 70'000 t Biomasse Brennstoff noch 85'000 t CO<sub>2</sub> Emissionen können mit anderen Optionen einfach ersetzt werden deshalb bekennen wir uns zu einer Lösung für P-Rückgewinnung aus Klärschlamm mit folgenden Zielen:

- Optimale Energieführung im Gesamtsystem (Nutzung Synergien mit dem Hochtemperaturprozess Klinkerproduktion, Verwendung von Abwärmetrocknung, wo möglich)
- Technische Lösung für P-Rückgewinnung aus Nassphase und als Back-up über thermisches Verfahren
- Verwertung der mineralischen Restaschen aus eigenem Prozess
- Lösung für die Kommerzialisierung des P-Produkts
- Service für die Kunden, wie in der Vergangenheit

## Die Zementindustrie bekennt sich zur Verwertung von Klärschlamm auch nach 2025

Die Unternehmen der Zementindustrie sind bestrebt, auch für die Zeit ab 2026 den ARAs und deren Betreibern, die bereits heute Kunden der Zementindustrie sind und sich zur weiteren Zusammenarbeit bekennen, einen massgeblichen Anteil Klärschlamm, mindestens in der Grössenordnung der heute in der Schweiz anfallenden Mengen, abzunehmen. Die Zementindustrie ist überzeugt, bis dahin mit ihren Wirtschaftspartnern eine adäquate Lösung für das P-Recycling bereit zu haben, um den Klärschlamm entgegen zu nehmen und für die gesetzeskonforme Verwertung gemäss Art. 15 VVEA sorgen zu können.

Wir freuen uns auf eine weiterhin gute Zusammenarbeit. Die Zementindustrie ist bereit, mit ihren jeweiligen Kunden auf individueller Basis massgeschneiderte Verträge zu vereinbaren und so ihren Beitrag zu leisten.