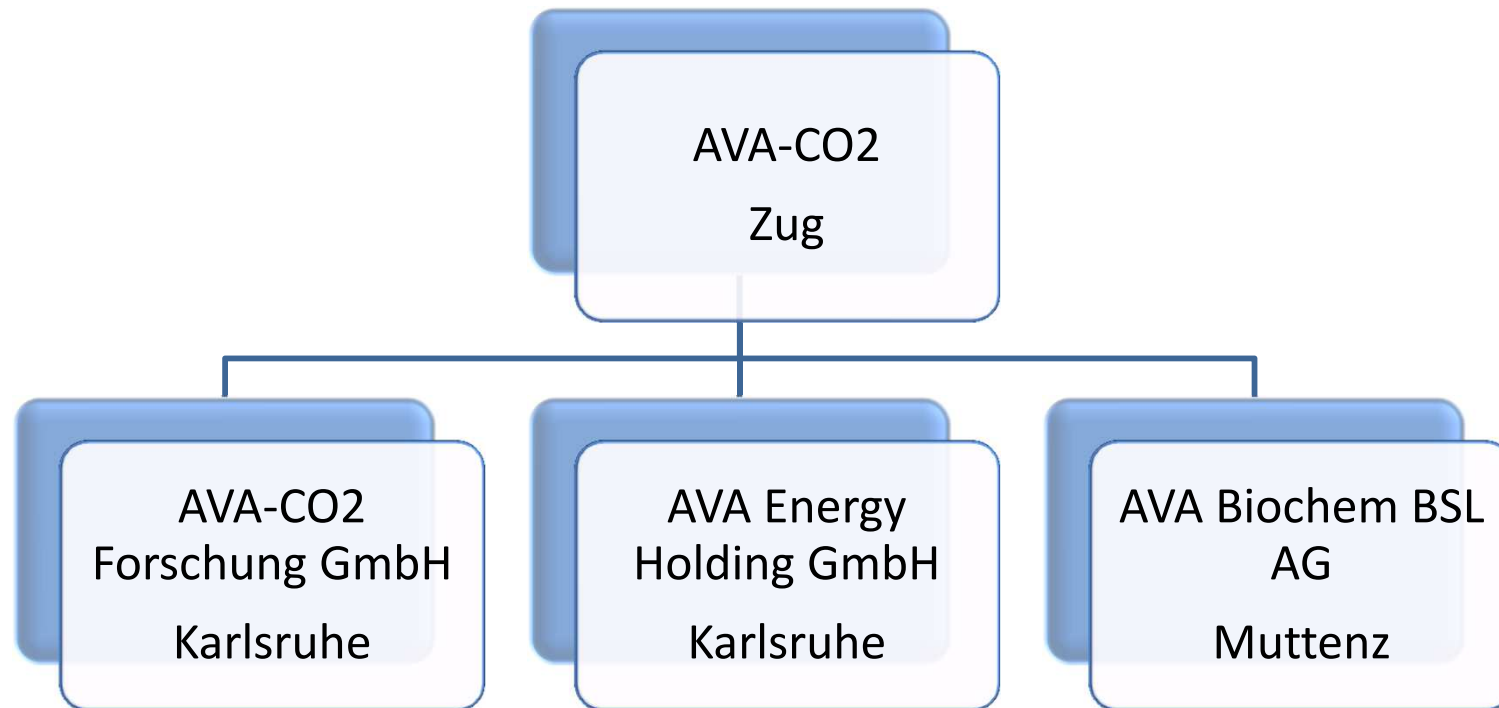


AVA cleanphos

**Wirtschaftliche  
Phosphor-Rückgewinnung  
mit Hydrothormaler Carbonisierung**

Kooperationstreffen am 15.10.14  
in Markranstädt / Technologie- und  
Kompetenzzentrum Klärschlammverwertung  
Mitteldeutschland





## DIE 3 SÄULEN DER AVA STRATEGIE

### BIOCHEMIE

5-HMF als Plattform  
Chemikalie für  
Biokunststoffe  
Biopolymere  
Pharma  
Lebensmittel  
und vieles mehr

### HOCHLEISTUNGS- KOHLENSTOFF

Aktiv-Kohle  
Energie / Wärme

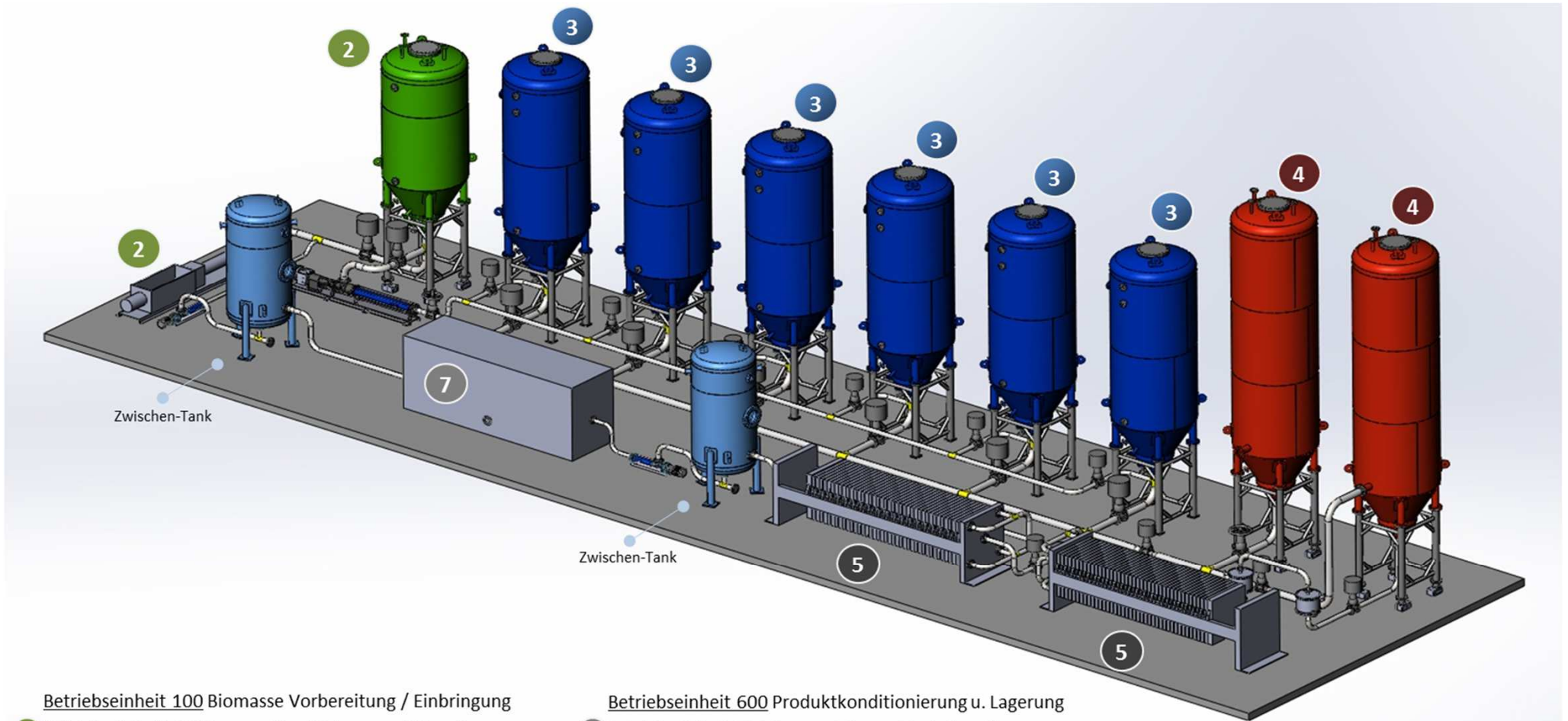
### ENTSORGUNG

Lukrative  
Entsorgungsgebühren  
Phosphor Rückgewinnung  
Energie / Wärme

**ERNEUERBARE BIOMASSE ALS INPUT MATERIAL**

**CHEMISCHER KONVERSIONSPROZESS ALS BASIS**  
Hydrothermale Carbonisierung (HTC) = Thermo-chemische Wandlung

# AVA-CO2 HTC MULTI-BATCH PROZESS



- Betriebseinheit 100 Biomasse Vorbereitung / Einbringung
- 2 Betriebseinheit 200 Prozess-Beschickung und Vorwärmen
- 3 Betriebseinheit 300 HTC Prozess Reaktoren
- 4 Betriebseinheit 400 Prozess Auslass und Kühlung
- 5 Betriebseinheit 500 Produkt und Wasser Separation

- Betriebseinheit 600 Produktkonditionierung u. Lagerung
- 7 Betriebseinheit 700 Prozess Wasser Vorbehandlung
- Betriebseinheit 800 Abwasseraufbereitung
- Betriebseinheit 900 Hilfsbetriebe

# AVA-CO2 HTC MULTI-BATCH PROZESS



Pilotanlage K3-335



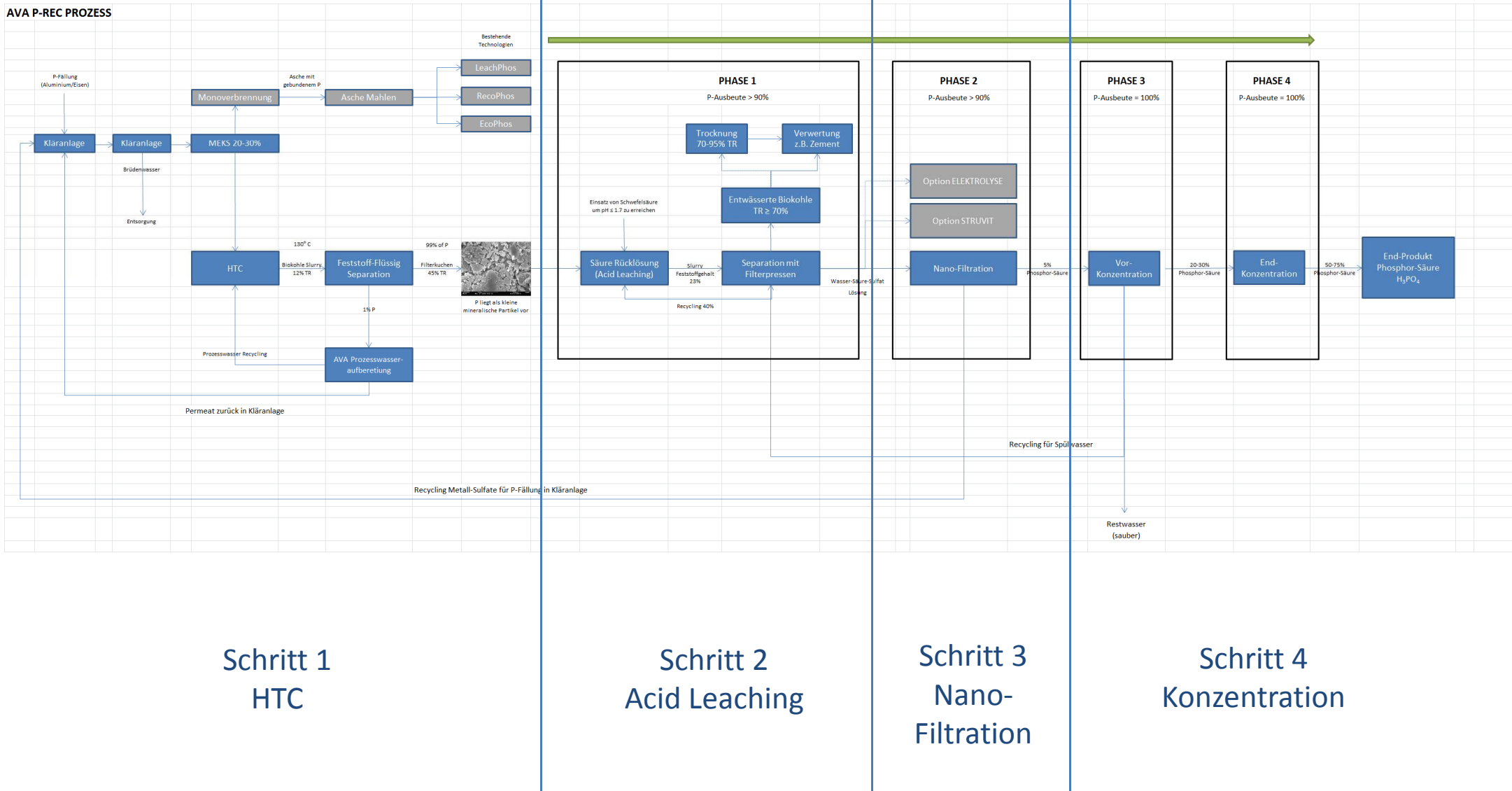
Industrieanlage HTC-0

- Durch den AVA-CO2 HTC-Prozess kann der im Klärschlamm vorhandene Phosphor zu über **80%** effizient und kostengünstig zurückgewonnen werden.
- Dabei wird der Phosphor aus der **HTC-Kohle** zurückgewonnen
- Das Verfahren, welches durch AVA-CO2 entwickelt wurde, zeichnet sich durch sein kostengünstige Charakteristik aus
  - Es handelt sich um ein 3-stufiges Verfahren
    - 1 Stufe: Säure-Rücklösung von P aus der HTC-Kohle
    - 2 Stufe: Nano-Filtration zur Abtrennung der Phosphor-Säure von Metall-Sulfaten
    - 3 Stufe: Konzentration der Phosphor-Säure mit Umkehrosmose / Verdampfung

# VORTEILE DER AVA cleanphos LÖSUNG

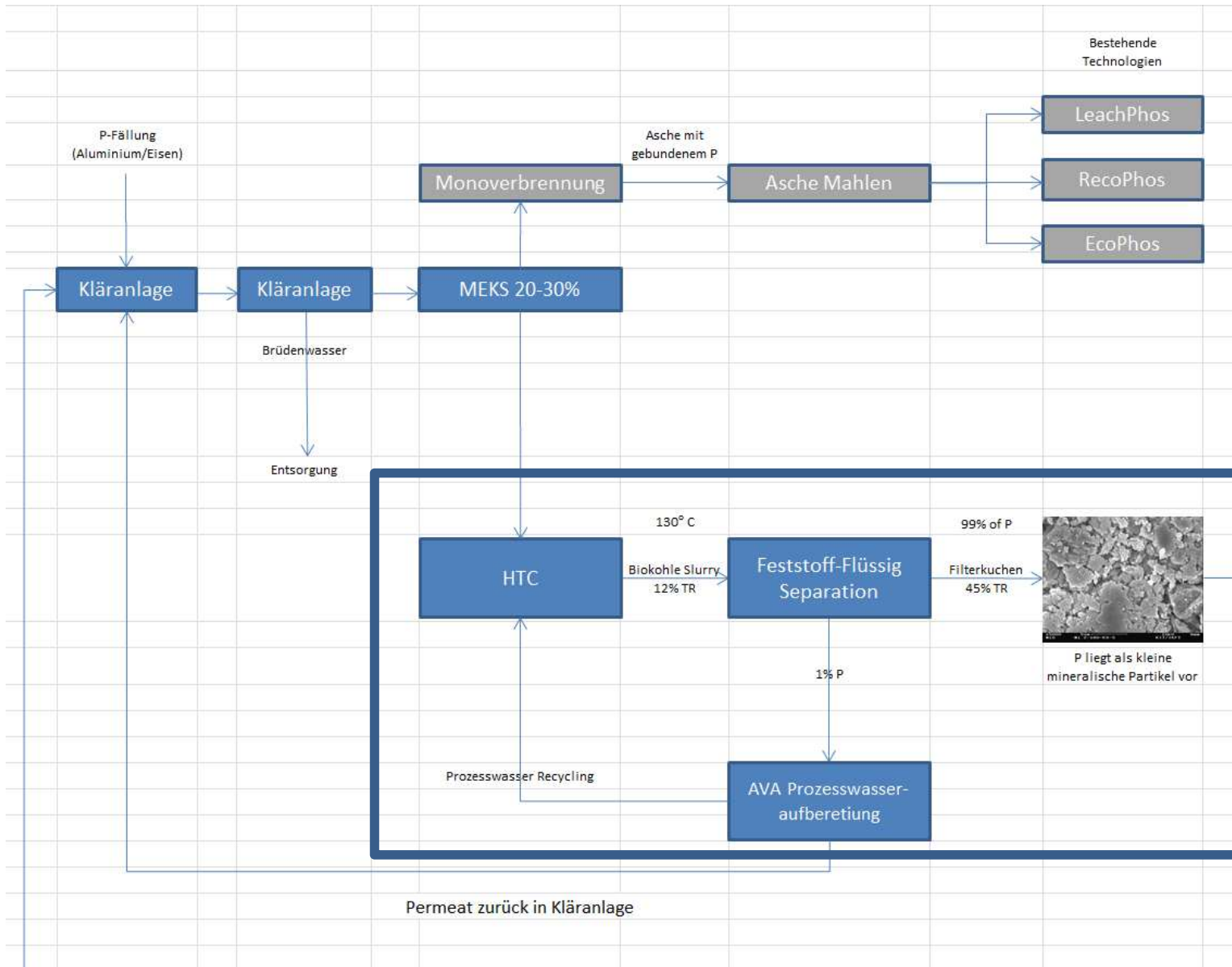
P-Rückgewinnung aus Schlamm	AVA cleanphos aus HTC-Kohle	P-Rückgewinnung aus Asche
Schlamm-Volumen sehr gross	<b>+ Deutlich kleineres Volumen als bei Schlamm (ca. 1 zu 5)</b>	
	<b>+ Biokohle kann sehr einfach gemahlen werden (Küchenmixer)</b>	Asche liegt zum Teil staubförmig vor, Vorreinigung sinnvoll
	<b>+ P liegt frei vor und kann deutlich einfacher mit Säure gelöst werden</b>	P ist in Glasstruktur gebunden. Einsatz von Säure oder Energie sehr hoch
	<b>+ Nur 8-10% der Schwermetalle werden mit dem Phosphor zurückgelöst. In allen Fällen bleiben wir unter der deutschen Düngemittelverordnung</b>	70-80% der Schwermetalle werden mit dem Phosphor zurückgelöst und machen eine Nachbehandlung notwendig

# DER AVA cleanphos PROZESS





# DER AVA cleanphos PROZESS – SCHRITT 1 / HTC



HTC als echte Alternative zur Monoverbrennung.

Hydrothermale Carbonisierung von Klärschlamm bei 210° C und 22 bar.

Metall-Phosphate **reagieren nicht** bei der Karbonisierung und «sitzen» als sehr kleine Moleküle auf den grösseren HTC-Kohle Molekülen.

Nach HTC Separation von Biokohle-Slurry (45% TR).

99% der Phosphate liegen bei AVA-CO2 in der Biokohle vor.

## PHOSPHOR PARTIKEL LIEGEN FREI VOR

Phosphate sind nicht wie bei der Asche aus Monoverbrennungsanlagen in einer Glasmatrix gebunden, sondern liegen frei vor und unterscheiden sich deutlich von den grösseren HTC-Kohle Partikeln.

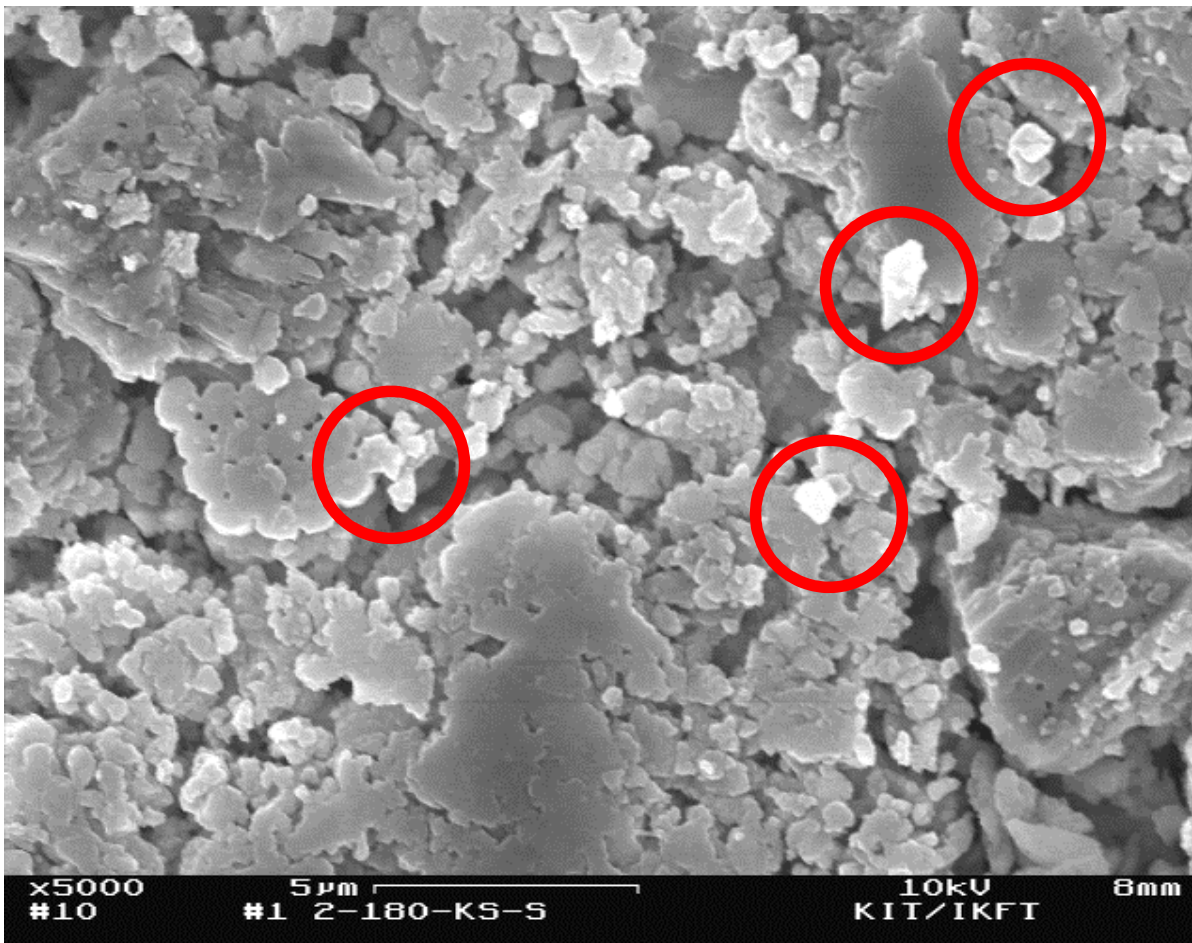
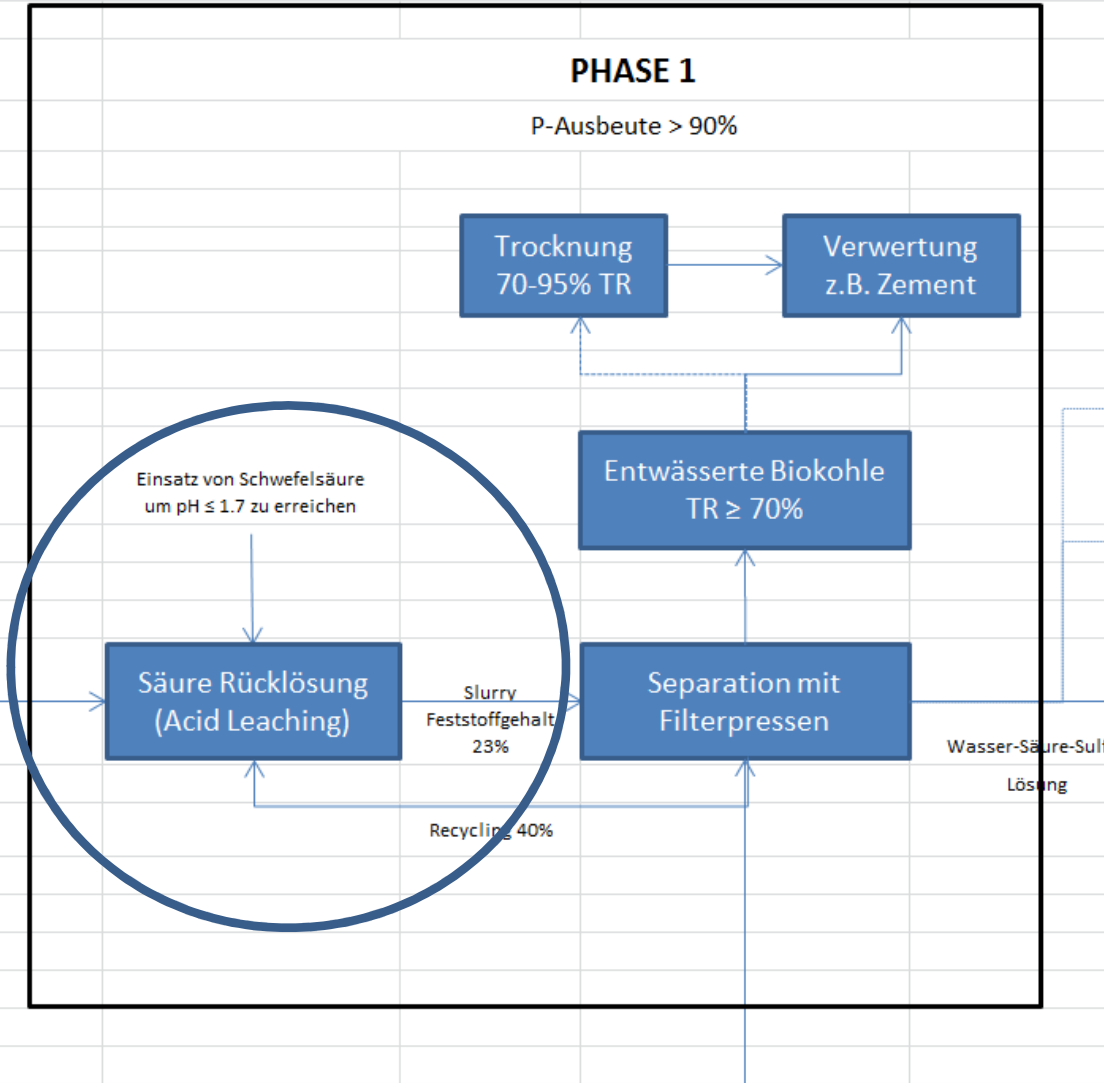


Illustration P-Moleküle auf HTC-Kohle

# DER AVA cleanphos PROZESS – SCHRITT 2 / ACID LEACHING

## PHASE 1

P-Ausbeute > 90%



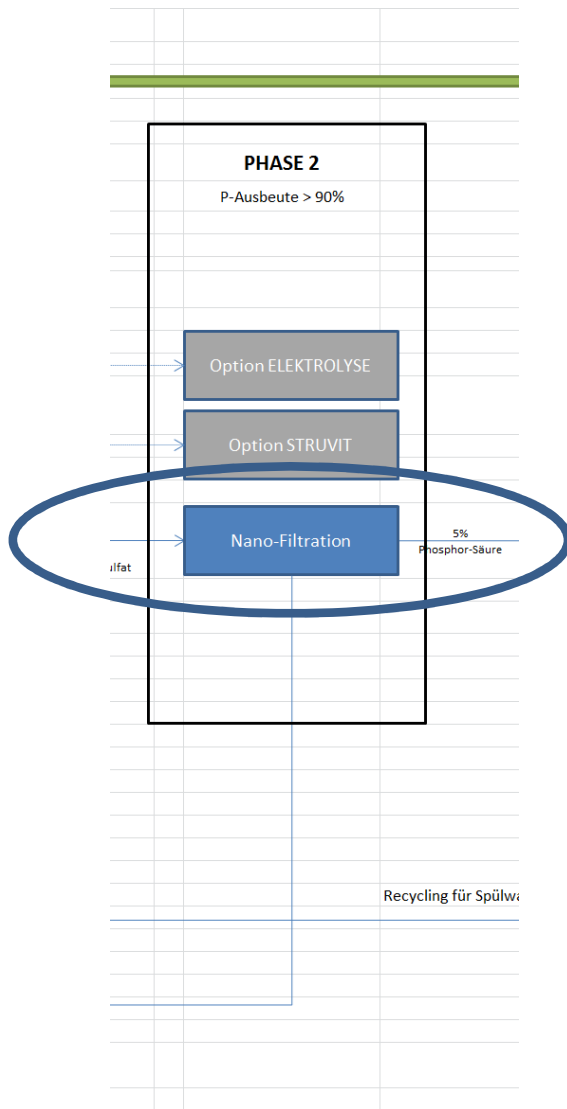
**Standard:** Acid Leaching bei pH von ca. 1,5

**Aufbereitung:** Keine Fein-Mahlung der HTC-Kohle vor Acid Leaching notwendig. Ein «Küchenmixer» reicht aus. Dies im Gegensatz zur Konditionierung von Klärschlamm-Asche.

**Ausbeute:** Über 90% P werden aus der HTC-Kohle zurückgewonnen.

**Säureeinsatz:** Pro Kilogramm Phosphor werden beim AVA cleanphos Prozess nur ca. 6-8 Kilogramm Schwefelsäure (96%) benötigt. Menge ist in Abhängigkeit von pH Wert sowie Kalzium- und Magnesiumgehalt im Klärschlamm.

**Schwermetalle:** Im Durchschnitt gehen nur 8-10% der Schwermetalle in die Phosphor-Säure, da die HTC-Kohle eine hohe Affinität für die meisten Schwermetalle hat. Dies im Gegensatz zur Rücklösung aus der Asche.



**Optionen:** Nach der Säure-Rücklösung des Phosphors aus der HTC-Kohle stehen verschiedene Optionen zur Aufbereitung zur Verfügung.

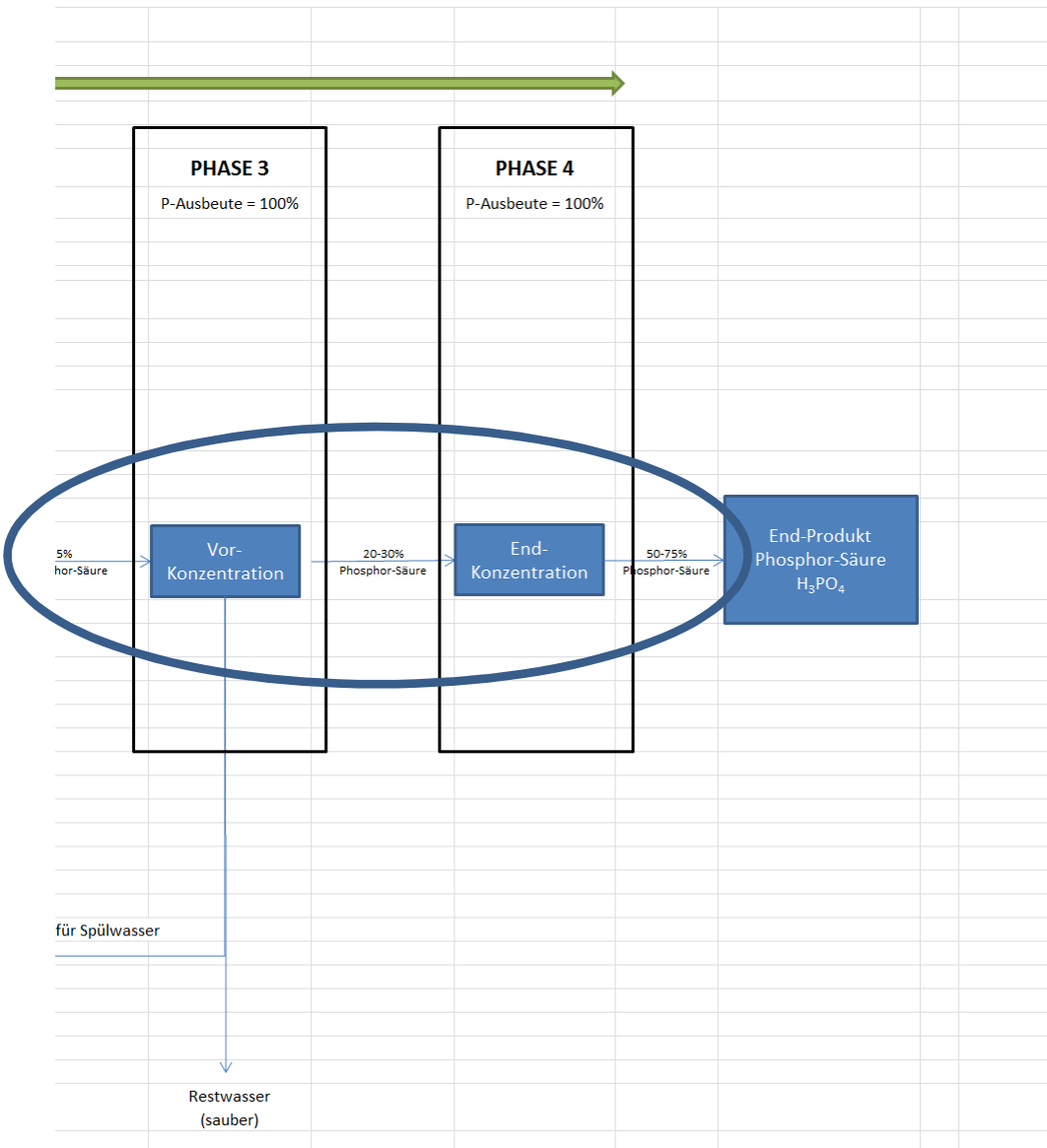
**Nano-Filtration:** AVA-CO2 favorisiert die Nano-Filtration. Kein Fouling, da keine Organik vorhanden. AVA-CO2 hat ausgezeichnete Erfahrungen mit Nano-Filtration gemacht.

**Ausbeute:** Über 90% P werden mit der Nano-Filtration zurückgewonnen.

**Sulfate:** Aluminium und Eisen Sulfate können mit hoher Konzentration als Fällungsmittel zurück in die Kläranlage gegeben werden.

**Schwermetalle:** Der Schwermetallgehalt liegt überall unter den gesetzlichen Vorgaben. Es muss daher kein zusätzlicher Prozess für die Abscheidung der Schwermetalle implementiert werden.

## DER AVA cleanphos PROZESS – SCHRITT 4 / KONZENTRATION

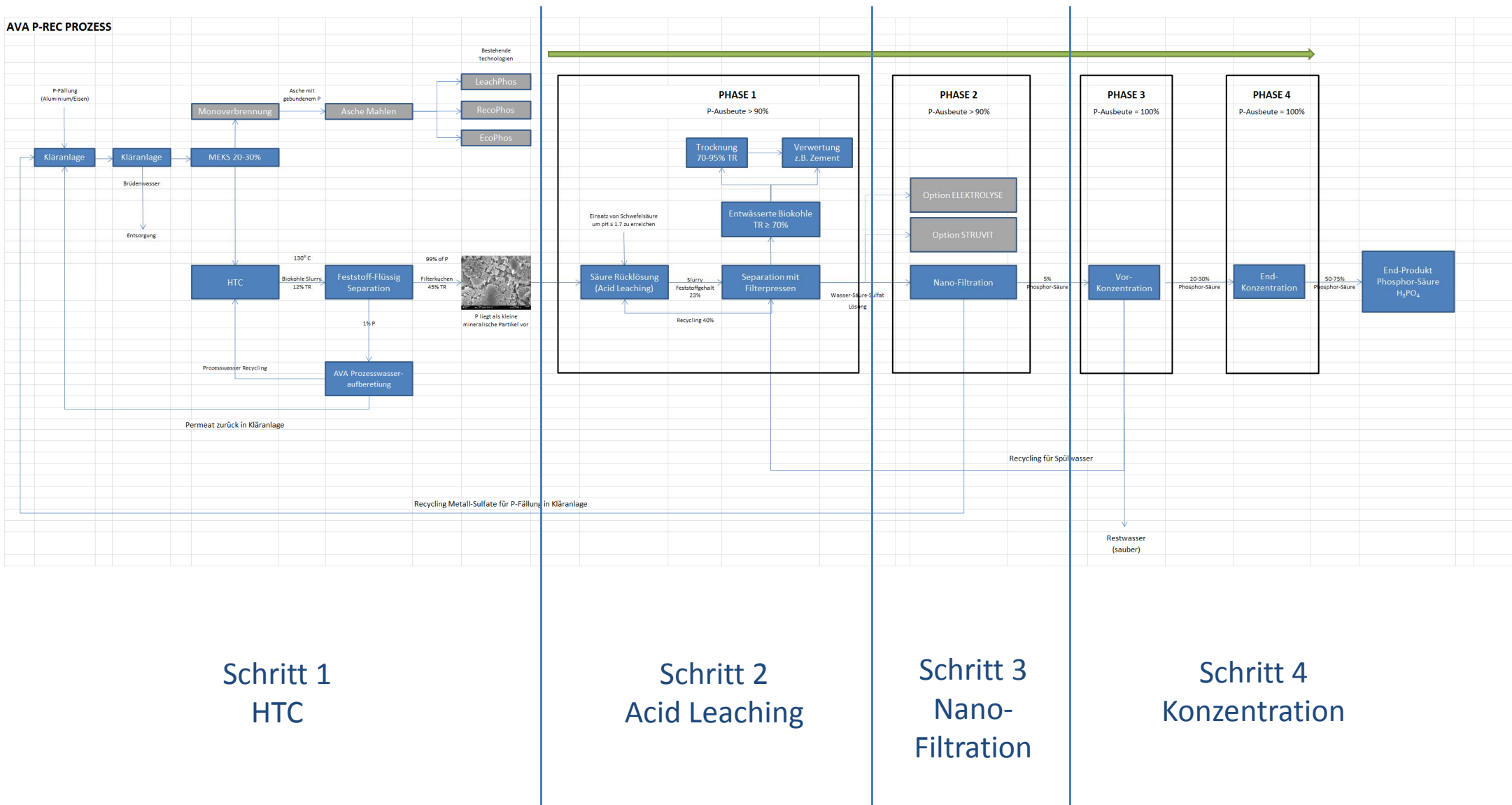


**Vor-Konzentration:** Um die reine, 5%-ige Phosphor-Säure transportfähig zu machen, wird in einer ersten Stufe eine Vor-Konzentration auf ca. 20-30% gemacht.

**End-Konzentration:** Um ein Produkt herzustellen, muss die Phosphor-Säure weiter auf 50-75% konzentriert werden.

Schritt 4 ist nicht AVA-CO2 spezifisch, sondern muss auch für die Phosphor-Rückgewinnung aus Asche implementiert werden. Hier sollte eine regionale oder nationale Lösung angestrebt werden.

# DER AVA cleanphos PROZESS - ZUSAMMENFASSUNG



## VORTEILE DES AVA cleanphos VERFAHRENS

- Das AVA cleanphos Verfahren folgt der einfachen Gleichung:



- **Pro kg Phosphor benötigt das AVA cleanphos Verfahren also ca. 6-8 kg Schwefelsäure**
- **Die Rückgewinnungsquote nach dem Acid Leaching liegt bei über 90%**

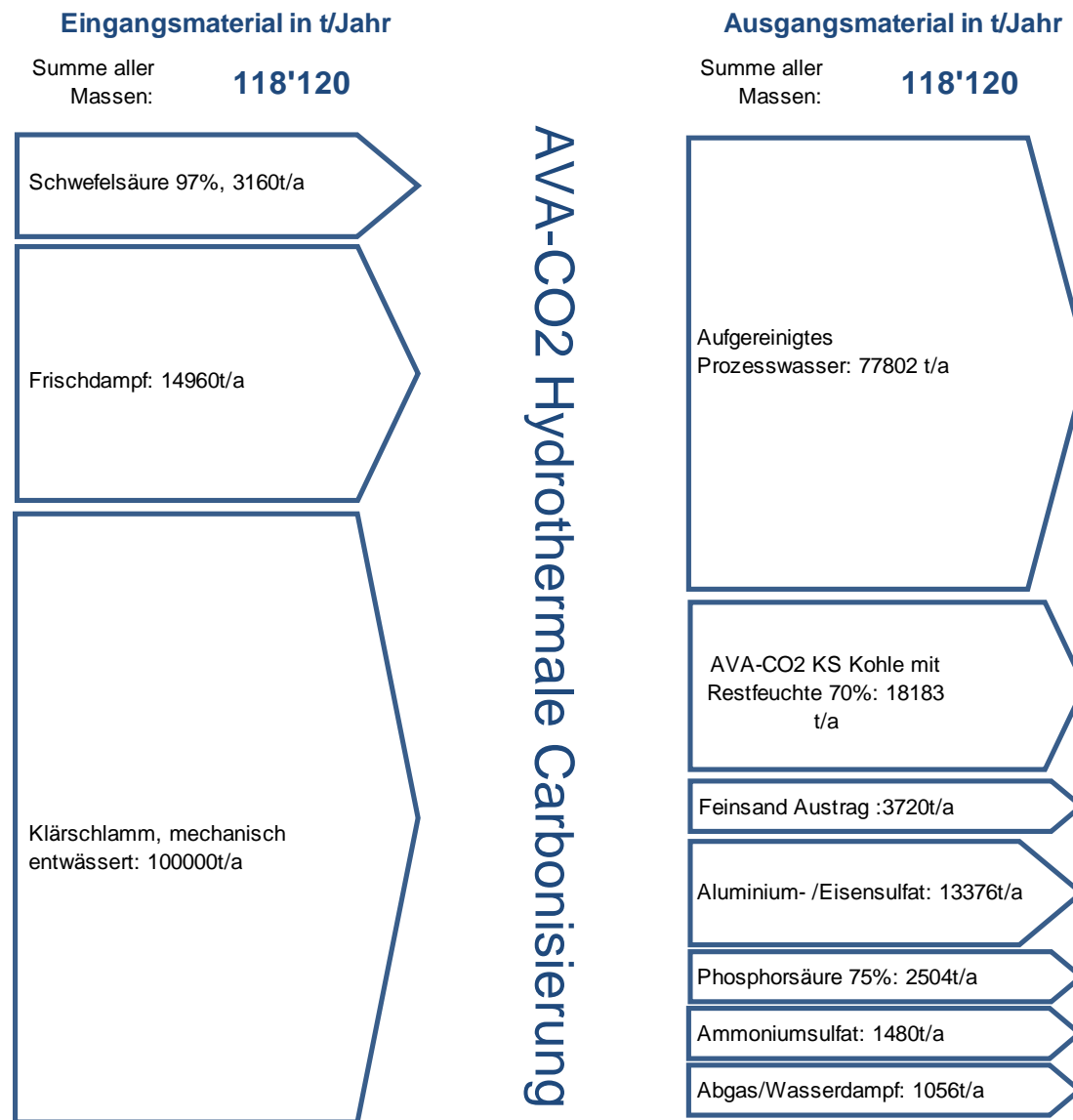
- Vorteil entsteht durch das Produkt HTC-Kohle und nicht durch ein völlig neues, kompliziertes Verfahren
- Sehr guter Rückgewinnungsgrad von über 80% über den ganzen Prozess
- Einsatz von geringeren Säuremengen
- Für die Vorkonditionierung von HTC-Kohle braucht es nur einen «Küchenmixer»
- Schwermetalle verbleiben beim «Leaching» in der HTC-Kohle (90%), daher sehr hohe Reinheit der Phosphor-Säure – alle Grenzwerte der deutschen Düngemittelverordnung werden eingehalten



## VORTEILE DES AVA P-REC VERFAHRENS

- Metall-Sulfate können rezykliert und zur Fällung wieder in der Kläranlage eingesetzt werden (Kreislauf)
- Der Heizwert wird deutlich erhöht, was Werte von bis zu 19 GJ/t erlaubt
- Klärschlamm kann auch in Zukunft in der Mitverbrennung (z.B. Zementwerken) eingesetzt werden – und zwar als P-freie HTC-Kohle für den Ersatz fossiler Kohle
- AVA cleanphos ist eine optionale Lösung. HTC-Anlagen können grundsätzlich auch nachträglich dem Prozess ausgestattet werden
- Als schöner Nebeneffekt ist P-freie HTC-Kohle einfacher zu entwässern, was bei HTC-Projekten zu Kosteneinsparungen führt
- Phosphor-Rückgewinnung ist somit kein Argument mehr für den Bau von Monoverbrennungsanlagen, da HTC eine echte Alternative darstellt

## Massenbilanz einer HTC Anlage mit integrierter Phosphorrückgewinnung





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

[ava-co2.com](http://ava-co2.com)

Söhnke Neumann