

PHOSPHOR-RÜCKGEWINNUNG – BLICK AUF EUROPA

Ludwig Hermann - European Sustainable Phosphorous Platform und Proman



Phosphor Facts (1)

Globale Minenproduktion in t (2018^e, USGS)

- 117,904.000 (P) / 270,000.000 (P₂O₅)

Globale Rohphosphat Nachfrage in t (CRU, 2019)

- 91,703.000 (P) / 210,000.000 (P₂O₅)

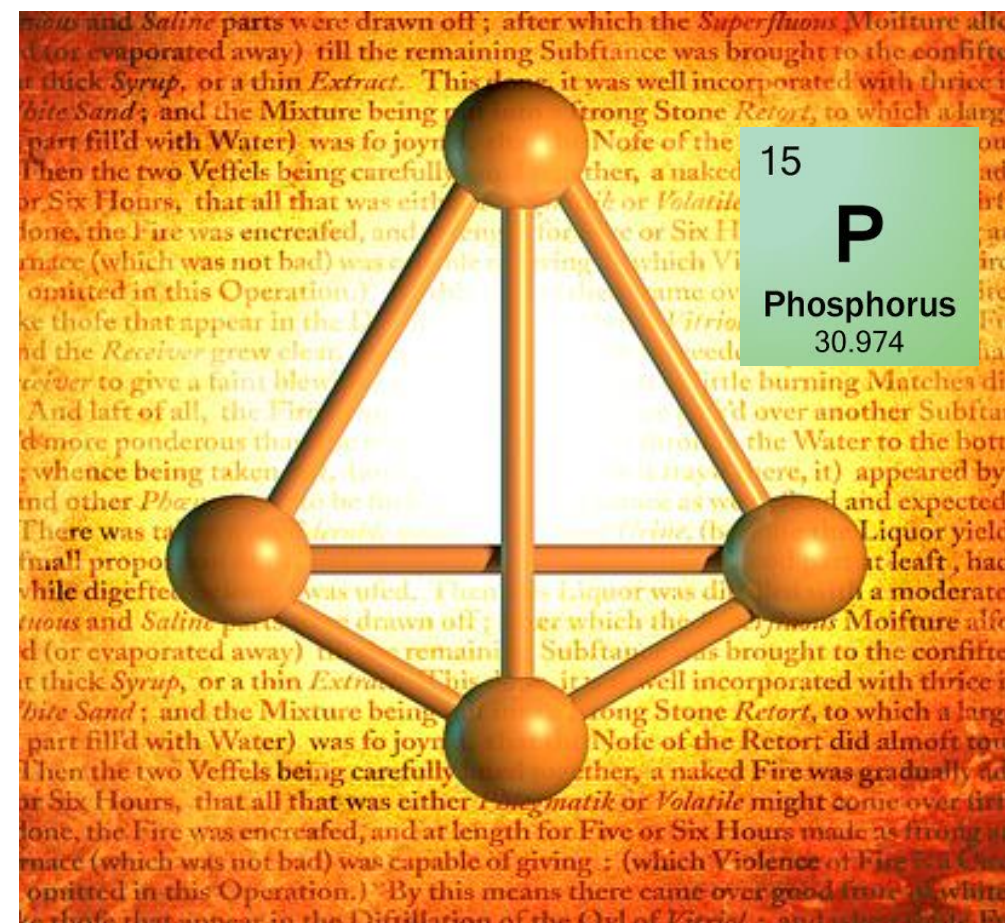
Produktion in t P₂O₅ (2018^e)

- China 140,000.000
- Marokko 33,000.000
- USA 27,000.000
- Russland 13,000.000

P₂O₅ Nährstoffverbrauch im Dünger: 44,000.000 t (IFA)

Geschätzter Einsatz zu P₂O₅ in Sektoren:

- 82-84% als Düngemittel
- 6- 8% als Futtermittelzusatz
- 10-12% in non-food Anwendungen



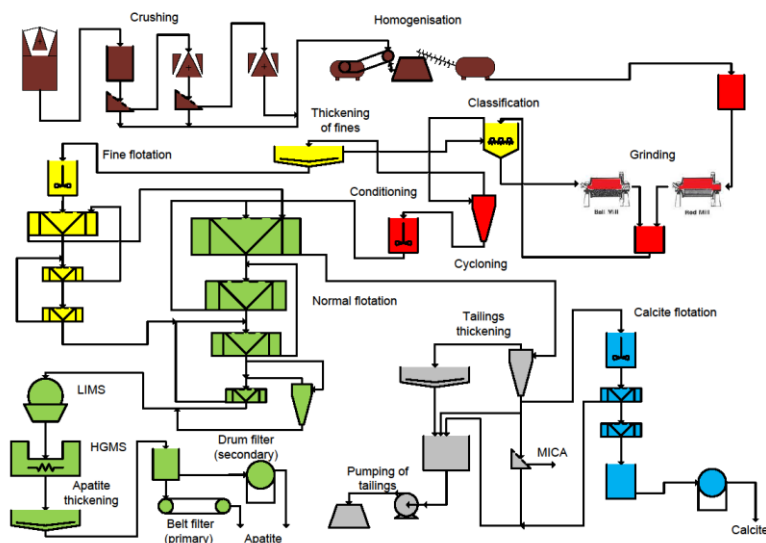
Quellen: USGS Mineral Commodity Summaries, 2019,
CRU Phosphate Conference 2019, International Fertilizer
Association, IFA Statistics, 2017



Produktion in der EU (*Yara Siilinjärvi, Finnland*)



Roherz Abbau	32,000.000 t/a
Rohstoff Konzentrat	11,000,000 t/a mit 4% P_2O_5
Rohphosphatkonzentrat	960.000 t/a mit 36% P_2O_5
Phosphorsäure Produktion	300.000 t/a
NPK Dünger Produktion:	500.000 t/a



Quellen: Yara, Outotec



Siilinjärvi Phosphormine, Finnland (Yara, 2017), L=3 km, B=1 km, Tiefe=240m



Phosphor Facts (2)

- Nicht ersetzbarer Baustein des Lebens
- Endliche Ressource, essentiell für die Ernährungssicherheit
- Wesentliche Komponente der Nährstoff-Kreislaufwirtschaft
- Kritischer Rohstoff für Technologien gegen den Klimawandel
- Schadstoff, verantwortlich für die schlechte Wasserqualität





Vordenker zur Ernährungssicherheit (Quelle: Ulrich und Frossard, 2014)

Thomas Robert Malthus sah 1798 die Bevölkerungsentwicklung durch mangelnde Ressourcen zur Produktion von Nahrungsmitteln bedroht.



Justus von Liebig war um 1850 besorgt wegen Englands exzessivem Import von Knochen, der die Versorgung der übrigen Nationen mit Phosphaten bedrohte.



John Bennet Lawes widmete ab 1872 sein Leben der Wissenschaftsbasierten Landwirtschaft, gründete Rothamsted Research und die erste, Superphosphat-Produktionsanlage, die Rohphosphat mit Schwefelsäure aufschloss.



Vorgaben heute: Sustainable Development Goals (SDGs)

Alle 195 Nationen der UN haben am 25. Sept. 2015 17 Ziele bis 2030 beschlossen.

12 der 17 Ziele sind abhängig von natürlichen Ressourcen.







Haushalte, Industrie & Gewerbe

Fleischindustrie

Landwirtschaft und Gartenbau

Düngemittelindustrie

Übrige Industrie (Chemie, Getränke und Lebensmittel, Waffen)

Abwasser- und Abfallwirtschaft (und Hotspots in der Landwirtschaft)

ARA

Bestehende Infrastruktur
ABWASSERREINIGUNG UND
SCHLAMMBEHANDLUNG

P-RÜCKGEWINNUNG

Kristallisation Fällung
aus Schlammwasser/
nicht entwässertem
Klärschlamm



C1

C1

P-RÜCKGEWINNUNG

**Kristallisation Fällung
mit Säure**
aus entwässertem
Klärschlamm/
nicht entwässertem
Klärschlamm



C2

ENTWÄSSERUNG

Bestehende Infrastruktur
TROCKNUNG

P-RECYCLING- ANLAGE

**Thermochemischer
Teilaufschluss**
aus getrocknetem
Klärschlamm



PYROLYSAT,
SCHLACKE, ASCHES

ABFALLWIRTSCHAFT

Bestehende Infrastruktur

KVA

SVA

ZEMENTWERK



SVA (MONOVERBRENNUNG)



KS-ASCHE

P-RECYCLING- ANLAGE

**Nasschemischer
Säureaufschluss**
aus Asche



C4

**Thermochemischer
Aufschluss**
aus Asche



C5

DÜNGEMITTEL BZW.
AUSGANGSMATERIAL
ZUR DÜNGEMITTEL-
HERSTELLUNG

PRODUKTE C1 C2

MAP, Struvit (entwässert)

MAP, Struvit
(nicht entwässert)

PRODUKTE C3 C4 C5

Dicaliumphosphat

Monocalciumphosphat

Tricalciumphosphat

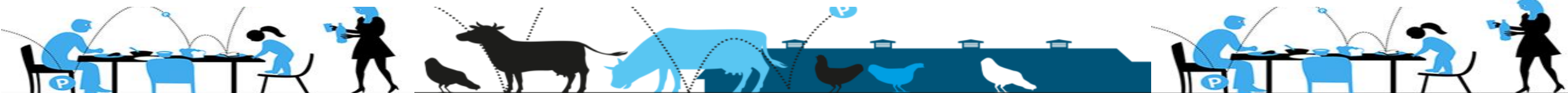
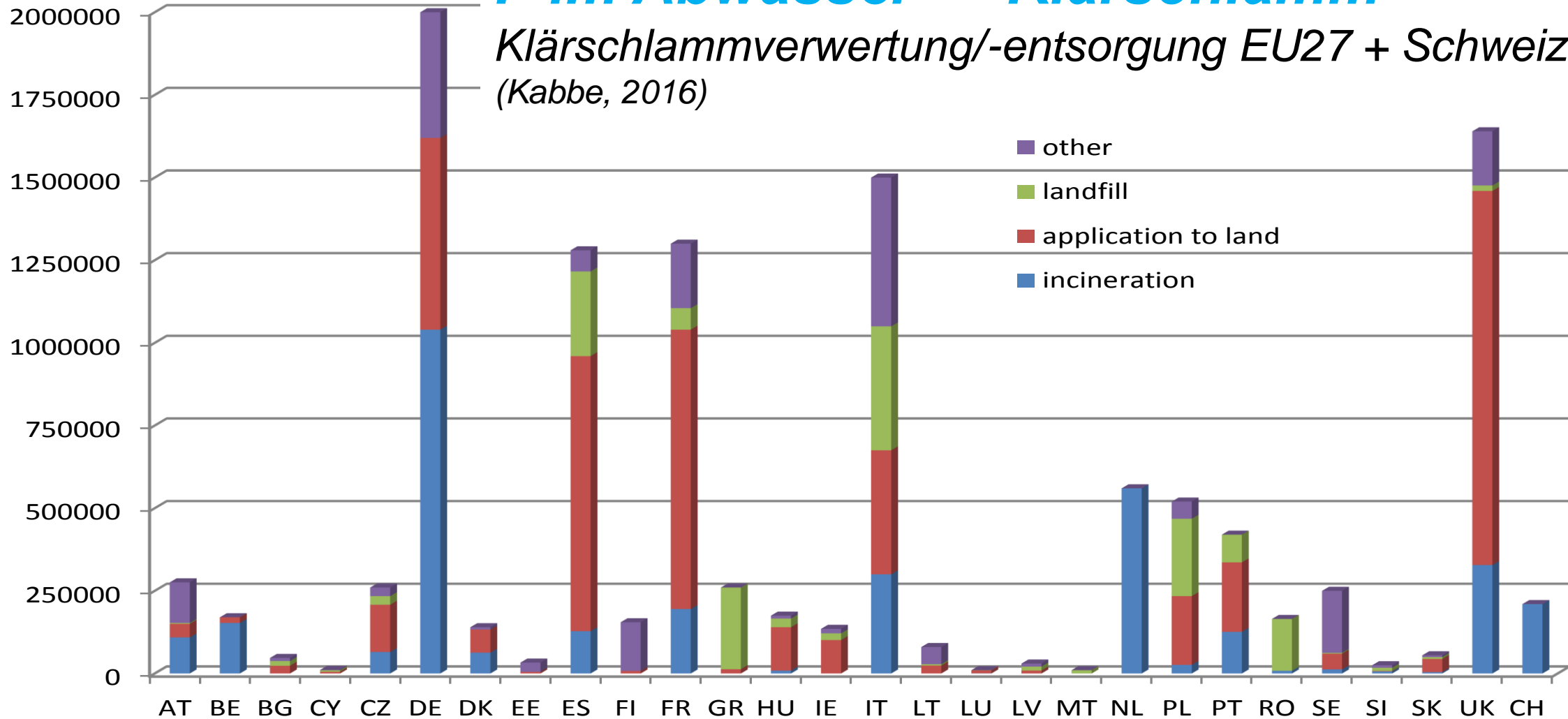
Calciumnatriumphosphat

Phosphor-Säure

Weisser Phosphor

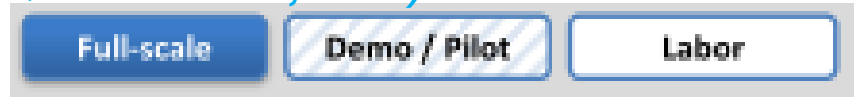
P im Abwasser → Klärschlamm

*Klärschlammverwertung/-entsorgung EU27 + Schweiz
(Kabbe, 2016)*



Wiedergewinnung und Recycling

(Quelle: Kabbe, 2017)



Verfahren mit Potential

Nassschlamm /
Prozesswasser
auf der KA

Wässr. Phase
(ortho-P gelöst)

Nach forcierter P-
Rücklösung

Thermik nach KA
Schlamm und
Asche

Nasschem.
Ascheaufschluss

Thermische
(Vor)-Behandlung

PEARL Struvit	AirPrex Struvit	NuReSys Struvit
PHOSPAQ Struvit	ANPHOS Struvit	REPHOS Struvit
PhosphoGreen Struvit	STRUVIA Struvit	NutriTec Struvit, DAS
Naskeo Struvit	PHORWater Struvit	Ecobalans Struvit, NPK
Budenheim DCP	Gifhorn Struvit/CaP	Stuttgart Struvit
LYSOGEST	WASSTRIP	TDH (allgemein)
DüM-Industrie Mineraldünger	EasyMining CleanMap	LEACHPHOS H ₃ PO ₄
ECOPHOS H ₃ PO ₄ /DCP	TetraPhos H ₃ PO ₄	EuPhoRe Asche
MEPHREC P-Schlacke	AshDec (Outotec) P-calciniert	PYREG P-reiches Pyrolysat
THERMPHOS P ₄	RecoPhos FP7/ICL H ₃ PO ₄ /P ₄	KUBOTA P-Schlacke



Erfolgsgeschichten (organischer Dünger)

Italpollina (IT)

- 200.000 t/a Organische und organo-mineralische Pflanzenernährung aus organischen Abfällen und Rückständen, Verkauf in 80 Ländern

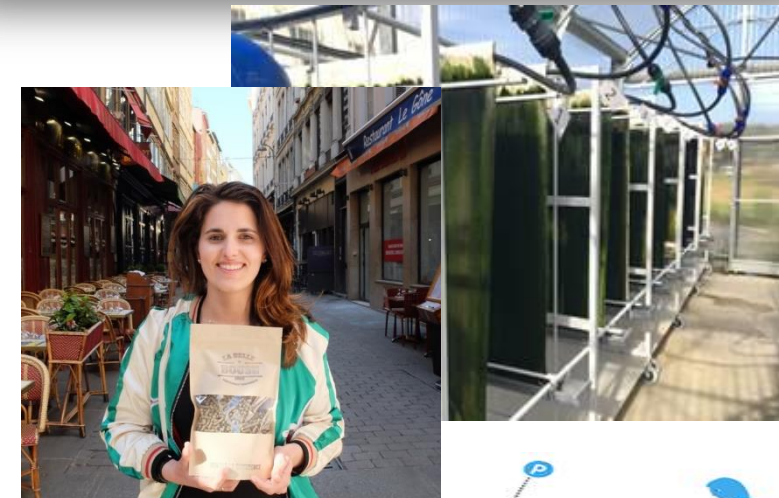
Biomasa Peninsular (ES)

- Wasser- und Nährstoffrecycling über Mikroalgenkultur, Produktion von granulierten und flüssigen Düngern

La Belle Bouse (FR)

- Lokal erzeugter und vermarkteter, organischer Dünger aus Rindergülle

LISIVEG®



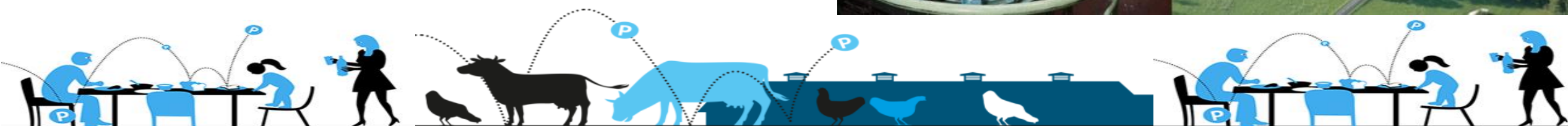
Erfolgsgeschichten (Struvit)

- Zahlreiche (Start-up) Unternehmen haben innovative Technologien entwickelt und implementiert
- 35 Struvite Anlagen in der EU und >60 weltweit in Planung, Bau oder Betrieb (Kabbe 2017)
 - Ostara Pearl, Airprex, NuReSys, Phospaq, Anphos, Veolia, Suez, u.a.

Betrieb mit Optimierungspotential (Waltheus, 2019)

7 Anlagen im Vollbetrieb in den Niederlanden

- Designkapazität 562 t/a P
- Jahresproduktion 2018 173 t/a P





*Ganzjährig operative und in Planung /
Bau befindliche Anlagen in den EU28
im Jahr 2016 (Quelle: Kabbe, 2016).*

⊙ = *operativ*, ⊙ = *in Planung*, ⊙ = *in Bau*

water
net



waterschap
vallei en
veluwe



Erfolgsgeschichten (Asche)

> 500 M€ zusätzliche Investitionen in der EU

- Neue Schlammverbrennungsanlagen (Zürich, Rügen, Mainz, Mannheim, Bitterfeld-Wolfen, u.a.)
- Pilot- und Industrieanlagen zur P-Rückgewinnung aus Klärschlammmasche in Planung oder Bau
 - Hamburg (Remondis)
 - Helsingborg (EasyMining)
 - Solothurn (ZAR-Tecnicas Reunidas)
 - Dunkerque (Ecophos)
- Asche als Rohstoff für konventionelle Dünger
 - ICL Amsterdam



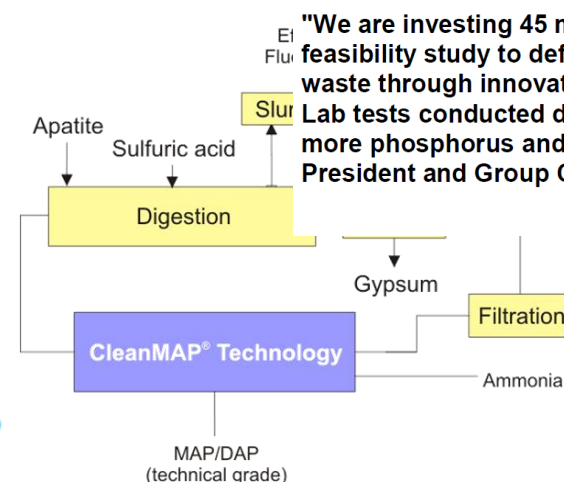
Erfolgsgeschichten (Minenrückstände) (EasyMining / LKAB / Yara)

- EasyMining und LKAB entwickeln Phosphor-Rückgewinnung und die Produktion von technischem, 100% wasserlöslichen MAP (CleanMAP®) und Seltenen Erden (REE) aus den Rückständen der Eisenerzmine von LKAB (Schweden).
- Yara gewinnt P aus der Rückstandslagune der Lagamar Mine (Galvani, Brasilien) und nutzt Recycling-Pyrit von einem Partner zur P-Extraktion in der Siilinjärvi-Mine (Finnland).



LKAB invests in pilot plants for phosphorus and rare earth metals

"We are investing 45 million kronor in pilot plants as part of a pre feasibility study to define a process that enables recycling of mine waste through innovative processing, producing critical raw materials. Lab tests conducted during the year confirmed that we can produce more phosphorus and rare earth metals than estimated," says President and Group CEO, Jan Moström.



Gute Erfolge und dennoch viele Barrieren

- Keine Nachfrage nach Recyclingprodukten
- Preis-/Wertermittlung für Produkte (Business Plan) schwierig bis unmöglich
- Return-on-Investment unsicher bis nicht ausreichend (selbst bei bescheidener Gewinnerwartung)
- Höherer Projektentwicklungsaufwand für wirtschaftlichere Anlagen mit höherer Kapazität (erfordern Zusammenarbeit von ARAs / Kommunen)
- Langfristige Lieferverträge (z.B. für Asche) und Gebührenverrechnung schwierig, wenn P-Recycling (EU Wettbewerbsregeln tendenziell kontraproduktiv)

Bisherige Anlagen nur durch Zusatznutzen motiviert!



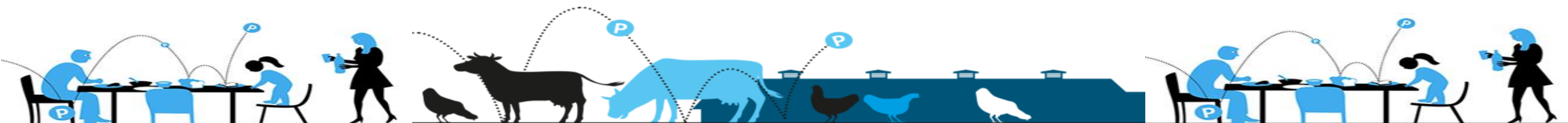
Europäische Politik die Nährstoffrecycling antreibt (1)

Reduktion von Nährstoffeinträgen in Boden/Wasser/Luft

- **Kommunale Abwasserbehandlungsrichtlinie 1991/271**
- **Nitratrichtlinie 1991/676**
- **Wasser Rahmenrichtlinie 2000/2000**
- **Grundwasser Richtlinie 2006/118:**
Phosphor seit 2014 unter Beobachtung
- **Richtlinie zur Reduktion von nationalen Emissionen, Revision 2016 → 19% Reduktion von Ammoniak Emissionen bis 2030**



Phosphor ist die Hauptursache für den verfehlten Qualitätsstatus nach der EU Wasser Rahmenrichtlinie 55% der Flüsse und 74% der Seen im UK überschreiten die P-Grenzwerte für einen guten ökologischen Status.



Europäische Politik, die Nährstoffrecycling antreibt (2)

2014: EU Konsultative Communication Über den nachhaltigen Gebrauch von Phosphor

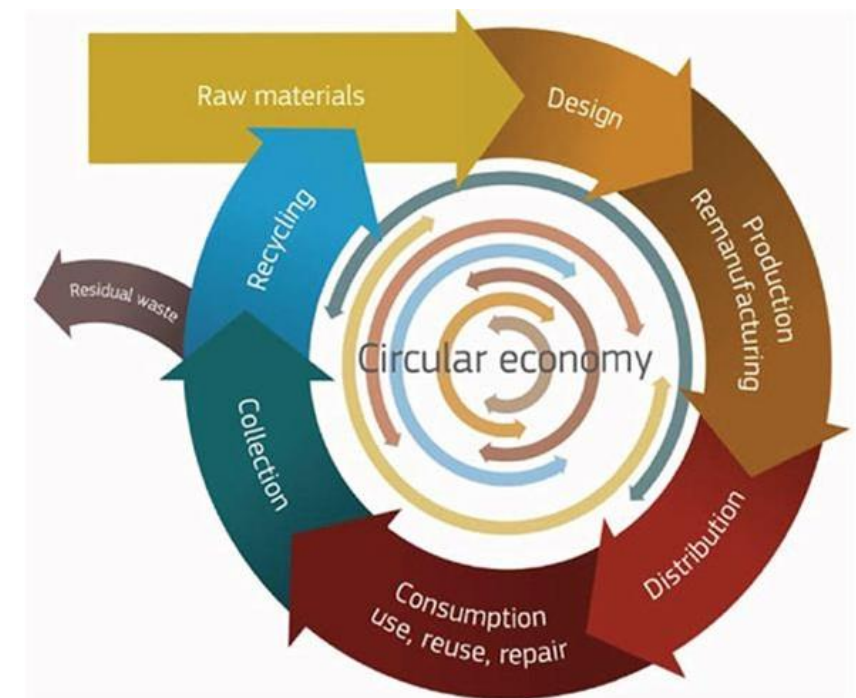
- Die Vorschläge inkludieren: Mehr Wissen und Forschung, P-Recycling, Risiko von Boden-Belastungen durch mineralische oder rezyklierte Dünger

siehe: www.phosphorusplatform.eu/scope107

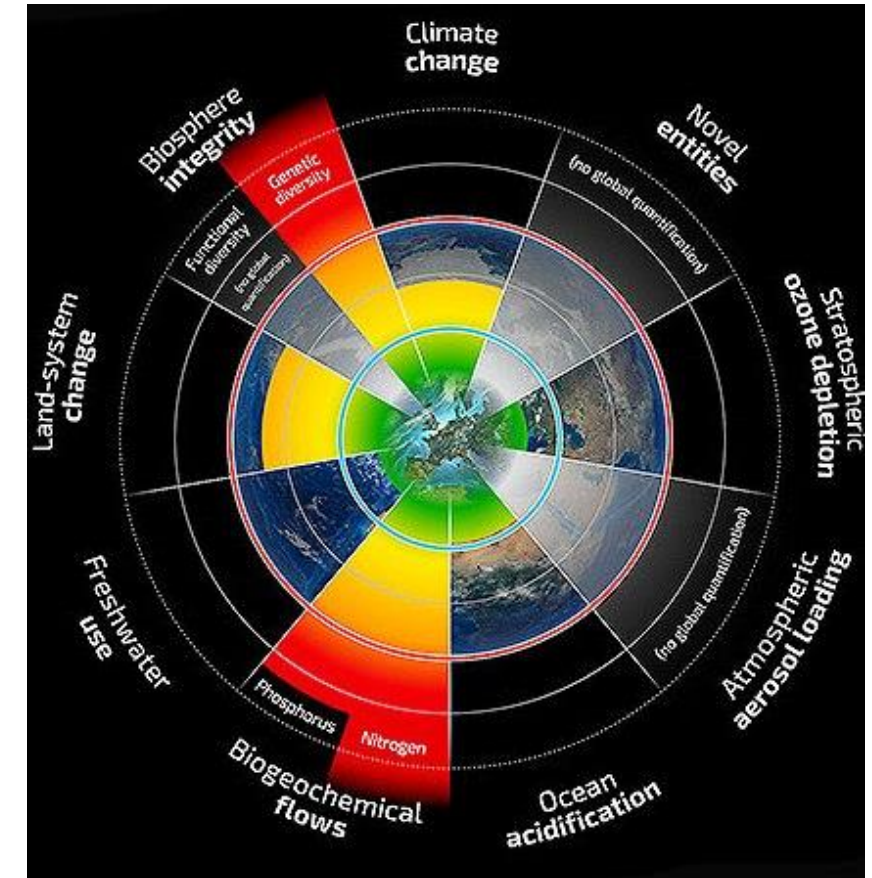
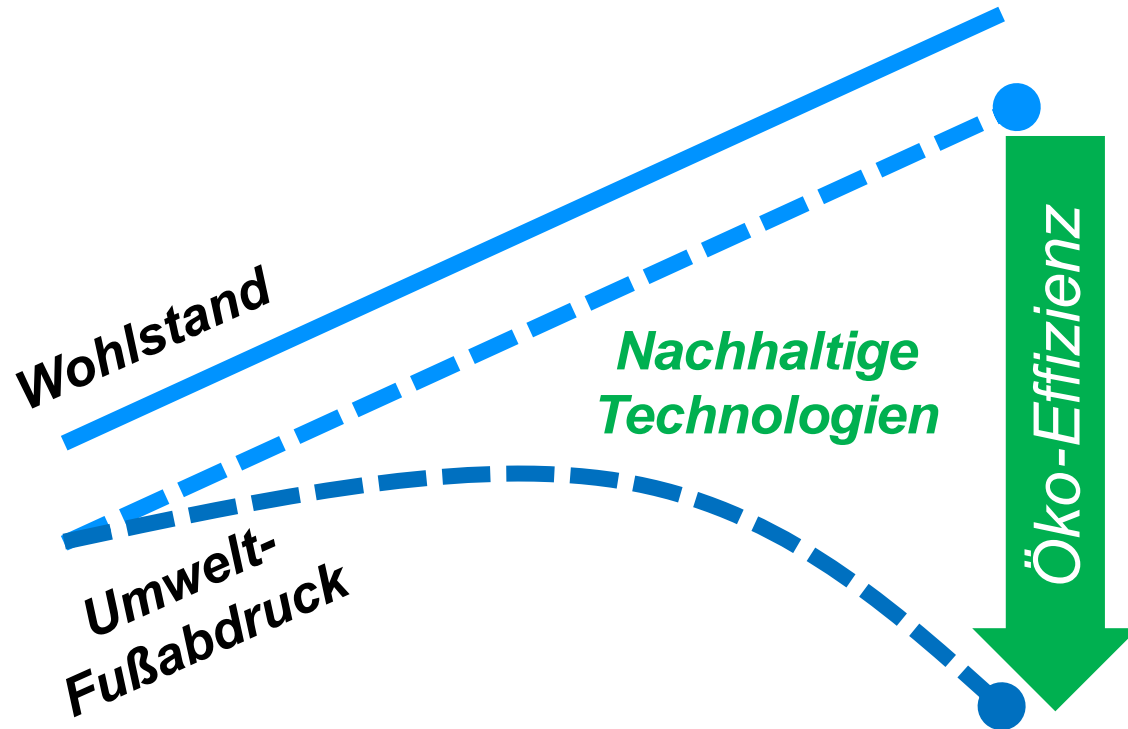
2015: EU Circular Economy Package

- In Reaktion auf die öffentliche Fragestellung:
- 30% der Antworten nannten Bio-Nährstoffe als “Stoffe mit der höchsten Priorität in der EU“ (Q5, Q3)
- Insgesamt, nannten 54% Bio-Nährstoffe oder Phosphor (auf alle Fragen)

siehe: www.phosphorusplatform.eu/scope118



Hauptanforderung an eine Nährstoff-Kreislaufwirtschaft: Produziere mehr mit weniger!



N + P haben Grenzen der ökologischen Unbedenklichkeit überschritten



Erster Output des Circular Economy Package

Revision Düngermittelverordnung (Ersatz für Reg. (EC) 2003/2003)

Ziele der neuen Verordnung – beschlossen im EP, 27.03.2019

- Faire Bedingungen für alle Düngerprodukte, Mineraldünger (wie bisher) und organische Dünger, aus fossilen oder recycelten Rohstoffen***
- Besserer Schutz für Umwelt und Gesundheit***
- Nährstoffrecycling ermöglichen und Abhängigkeit von kritischen Rohstoffen verringern***
- Bürokratischen Aufwand und rechtliche Unsicherheiten ausräumen***



Prinzip der neuen Verordnung

Component Material Categories

CMC 1: Non-polymer virgin materials

CMC 2: Simple plant parts or extracts

CMC 3: Compost

CMC 4: Energy crop digestate

CMC 5: Other digestate

CMC 6: Food industry by-products

CMC 7: Micro-organisms

CMC 8: Agronomic additives

CMC 9: Nutrient polymers

CMC 10: Other polymers

CMC 11: Animal By-products

Product Function Categories

PFC1 - Fertiliser

(A) Organic

(B) Organo-mineral

(C) Inorganic

(I) Solid

(II) Liquid

(I) Solid

(II) Liquid

(I) Macronutrient

(II) Micronutrient

PFC2 - Liming material

PFC3 - Soil Improver

(A) Organic

(B) Inorganic

PFC4 - Growing medium

PFC5 - Agronomic additive

(A) Inhibitor

(B) Chelating agent

PFC6 - Plant Biostimulant

(A) Microbial

(B) Non-Microbial

PFC7 - Fertilising product blend

EC Dünger = Abfallende EU-weit



Nationale Politik, die Nährstoffrecycling antreibt:

- Recyclinggebot
 - Schweiz, Deutschland, Österreich in Planung
- Deponiesteuern
 - Dänemark (€ 63/t), Niederlande (€ 32/t), Österreich (€ 9,2-29,80)
- Gebühren auf P im Kläranlagenablauf
 - Dänemark (€ 22/kg)
- Freiwillige und bindende Vereinbarungen mit Industrie und Kommunen
 - Niederlande, HELCOM, Baltic Sea Action Group
- Strategische Ziele, z.B. European Leader in Circular Economy
 - Finnland
- Expertenteam zur Entwicklung einer nationalen Strategie
 - Schweden
- Förderung von Forschung, Entwicklung und Implementierung von Anlagen
 - Deutschland, Niederlande, Finnland, Schweiz



European Sustainable Phosphorus Platform ESPP



European Sustainable Phosphorus Platform

Success story: Romerike Biogas Plant Oslo

- Since 2012
- 100 000 t/y fertiliser from commercial & household food wastes
- Sorting (optical, mechanical) – Thermal hydrolysis (THP) – Anaerobic digestion
- Biogas used to fuel city buses
1 kg food waste = 0,13 l diesel

http://www.mira.knapstad.no/documents/food_waste_recycling.pdf



European Sustainable Phosphorus Platform February 2017 n° 124

SCOPE NEWSLETTER

Policy EIP-Agri Focus Group Recycled Nutrients <i>Proposals for themes for Operational Groups and areas where R&D is needed.</i>	Amorphous calcium silicate hydrates A-CSH <i>A mobile batch unit was used to test P-recovery by sorption onto CSH and fertiliser effectiveness was tested.</i>
Regulatory status of struvite <i>Authorisation of recovered struvite as a fertiliser</i>	P-recovery from biowastes <i>P extraction from dairy cattle slurry with low acid dose and precipitation of calcium phosphate not struvite.</i>
Meetings CIWEM UK P pollution conference <i>How to optimise reductions of phosphorus pollution and incite phosphorus stewardship</i>	Agricultural Waste Products <i>Technology review of use of modified or unmodified of Agricultural Waste Products for P-removal and P-recovery</i>
Global Organic Resources Congress (GORC) Dublin <i>Innovations in the bioeconomy and organics in the circular economy</i>	Hydrated poultry litter ash as PK-fertiliser <i>LCA benefits of chicken manure bio-energy and crop effectiveness of the ash as P and K fertiliser</i>
Lombardy – South Holland working together on manure recycling <i>Companies, regulators and scientists from the two regions</i>	Phosphorus management Phosphorus in surface waters <i>Assessing eutrophication and restoring water quality</i>
	Improving crop phosphorus use <i>Understanding of plant and cellular mechanisms for P</i>

Platform Members Activities Links & Resources Success Stories SCOPE & News Events

Participate Collaborate Innovate

Struvite sales success in UK

European Sustainable Phosphorus Platform
Sustainable management of Phosphorus is crucial for agriculture, food, industry, water and the environment. ESPP brings together companies and stakeholders to address the Phosphorus Challenge and its opportunities...

SUBSCRIBE to eNews & SCOPE Newsletter

Email address:

Country:

To UNSUBSCRIBE or to update your preferences: enter your email address and click on 'Confirm'.


IN THE SPOTLIGHT

Everglades Foundation George Barley Water Prize - Stage 2 US\$ 80 000 prize

Now open for submissions – deadline to request materials is 15th July 2017

Stage 2 of the Everglades Foundation George Barley Water Prize is **currently open for applications** for teams capable of testing their solution for two consecutive weeks processing c. 24 litres/hour (see exact specifications in application materials). Applicants will submit daily inflow and outflow samples from their technology. A total of \$80,000 will be awarded in November of this year to the top 3 teams in Stage 2. You can apply to stage 2 whether or not you applied to stage 1. **The deadline to request Stage 2 application materials is 15th July 2017 and the deadline to submit applications is 31 August 2017.** Beyond Stage 2, the Pilot Stage, the third stage of the George Barley Water Prize, will qualify 10 teams to compete at a Pilot location in Canada in early 2018, with awards totalling \$800,000. Finally, the Grand Prize will see the top 4 teams compete in Florida for the ultimate \$10 million award. Information www.barleyprize.com

THE PHOSPHORUS CHALLENGE



NEWS

ESPP eNews no. 12 - June 2017

June 15, 2017
Newsletter about nutrient stewardship - European Sustainable

MEMBERS

TWITTER

@phosphorusfacts

7 Nov. Nutrient sustainability for food industry, led by ESPP at Sustainable Food and Beverage Conference, Coventry UK @wbcsd @eaAgriFood

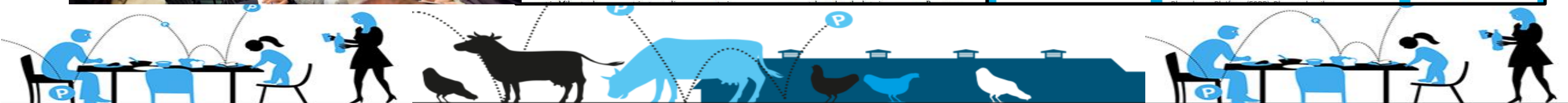
RT @vroumeas: #Wine is leading in the food industry to reduce their environmental impacts with immediate quality gains #AEC17 #circularcon...

EU research call Innovative biobased fertilising products for sustainability of fertilising practices in agriculture <https://t.co/CU0Xun7k93>

EU fertiliser criteria proposals for struvite, biochars, ashes (STRUBIAS) <https://t.co/4Yeo6sKRSO> @NutrientP @eureau @dpp_ev @BSAG_@SEFP

18 Oct. European Nutrient event – phosphorus recovery & EU R&D meeting <https://t.co/4Yeo6sKRSO> @dpp_ev @BSAG_@NutrientP @Phosphorus_Ie

5 sept. ESPP stakeholder meeting to discuss EU Fertilisers Regulation <https://t.co/4Yeo6sKRSO> @dpp_ev @BSAG_@NutrientP @Phosphorus_Ie



ESPP Daten und Fakten

- Non-Profit Vereinigung nach belgischem Recht in Brüssel
 - **Transparente Entscheidungsprozesse, Repräsentation**
 - Statuten sind öffentlich <https://www.phosphorusplatform.eu/platform/about-espp>
 - EU Transparency Register no. 260483415852-40 <http://ec.europa.eu/transparencyregister/>
- 100% Mitglieder-finanziert
 - **Schlüssel zur Unabhängigkeit und Glaubwürdigkeit**
- > 45 zahlende Mitglieder: Industrien, KMUs, Forschungsinstitute und -projekte, Regierungsvertreter von Kommunen, Regionen und Staaten
 - **Ausgleich zwischen industriellen und öffentlichen Interessen**
 - **Verankert im richtigen Leben (Zahlung = Verpflichtung)**



Wie ESPP arbeitet

- **Entscheidungen im Konsens**
- **Mediation hat Vorrang gegenüber Vertretung von Gruppeninteressen**

ESPP

- repräsentiert Wissenschaft, Wirtschaft und Politik
- bemüht sich im Dialog um Konsens und
- erarbeitet Positionspapiere und ausgewogene Vorschläge für die Legislative



Joint statement on the EU Fertilising Products Regulation
20th November 2017

Our organisations jointly underline the importance of addressing a number of **important outstanding issues in the proposed EU Fertilising Products Regulation**, including those indicated below. Not all of our organisations are directly concerned by all of the points listed, but we consider that they require attention to achieve a final regulatory text which is workable in implementation, which will facilitate innovation and development of the nutrient circular economy and nutrient stewardship, whilst ensuring the protection of farmers, consumers and the environment.

The signatories call the co-legislators to **conclude this important dossier rapidly**, because implementation is strongly awaited by industry and stakeholders to develop the Circular Economy, whilst **ensuring dialogue** with industry and operators to **ensure that the final text is functional**.

In this context, the European Parliament report adopted 24/10/17 and the Council discussions provide in many respects a good starting point for trilogue discussions.

We particularly underline the following issues:

Positive from the European Parliament as adopted

- Confirm the proposed “Mineral” (<1% organic carbon) and “Low-carbon” fertilisers definitions¹ both in Annex I (PFCs) and Annex III (labelling).
- Need to **resolve the exclusion of industry by-products**, which are not waste, as highlighted by the European Parliament².
- Importance of developing **implementation guidance** and of ensuring **assessment of Regulation implementation**³.
- Favour the **co-existence of production lines for CE-marked and National fertilisers** on the same production sites by validating the production site if lines for the processing of input materials authorised are clearly separated from production lines for the processing of other input materials⁴.
- Confirm the objective to **accelerate and support the “STRUBIAS” process**⁵.
- Polymers**, for controlled release fertilisers and for improving stability⁶: ensure that biodegradability criteria are feasible and agronomically appropriate.

Page 1 / 4



ESPP bewegt: Angenommene Vorschläge

EU Düngemittelverordnung: ESPP Vorschläge, die von IMCO übernommen wurden:

- Aufnahme der “low carbon” Düngerkategorie (mit Fertilizers Europe, ECOFI), Nachverfolgbarkeit
- Ausweiten der Eingangsstoffe auf Nebenprodukte der Nahrungsmittelindustrie, pflanzliche Stoffe
- Übernahme von ESPP Vorschlägen durch die JRC STRUBIAS Arbeitsgruppe

Forschungsförderung

- Calls und Projekte zu Nährstoffrückgewinnung und zum nachhaltigen Umgang mit Nährstoffen

EU Liste der Kritischen Rohstoffe

- Rohphosphat wurde 2014 aufgenommen, Elementarer Phosphor (P_4) 2017

CEN Normen

- Die Position zu Normen wird P-Recycling begleiten

Der Wandel zum nachhaltigen Einsatz und zur Wiederverwertung von Nährstoffen!



ESPP Aufgaben im Kontext der neuen Regulative

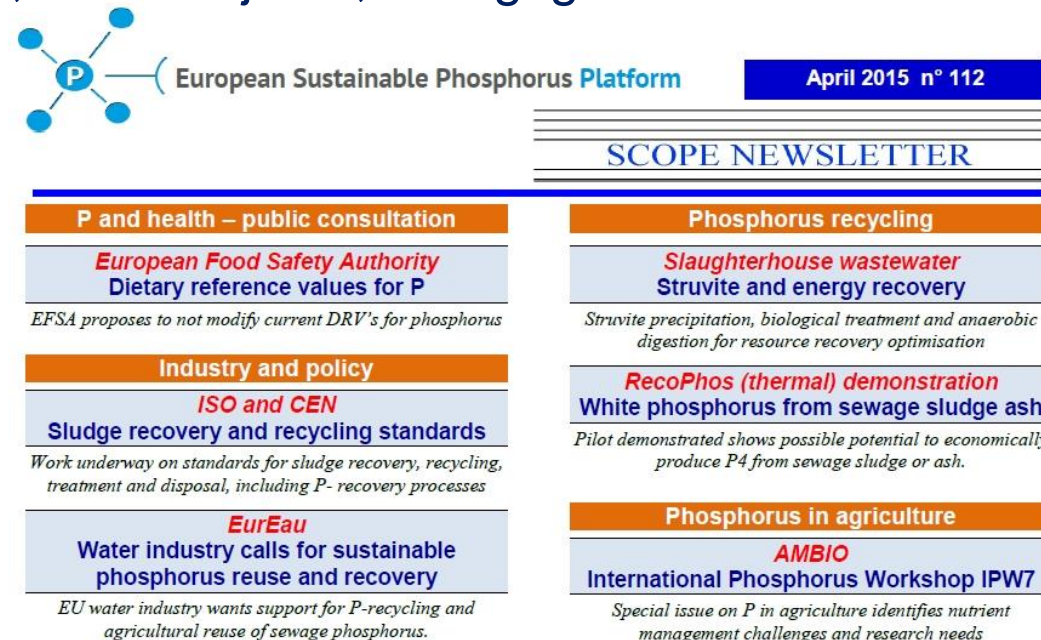
- *Monitoring Inkraftsetzung der Düngemittel Verordnung*
 - Abstimmung im Europäischen Rat im Dezember 2018 ✓
 - Parlament – Abstimmung über das Dossier am 27. März 2019 ✓
 - Publikation im Amtsblatt und Inkraftsetzung erwartet für Juni/Juli 2019
- *Monitoring der JRC STRUBIAS Arbeitsgruppe*
 - Prozess und Zeitplan zur Finalisierung
 - Integration in den Annex II der DüMV, Beschluss
- *Implementation und Follow-up der Verordnung*
 - Kommunikation und Erklärung
 - Prozess um unvorhergesehene Probleme zu identifizieren und zu lösen
- *Interpretation des Verordnungstextes*



ESPP Kommunikationskanäle

→ verfügbar für nationale Netzwerke und Mitglieder

- **ESPP Website** www.phosphorusplatform.eu
 - Veranstaltungen, Mitgliederseiten, News, F&E Projekte, Erfolgsgeschichten
- **SCOPE Newsletter**
 - Science und Innovation
- **Twitter** [@phosphorusfacts](https://twitter.com/phosphorusfacts)
- **eNews**
 - monatlich
 - Politik, Praxis
- **45.000 Mailadressen**



Nächste Schritte

- *Politische Steuerungsmechanismen*
 - *Steuern auf Ressourcen statt auf Arbeit*
 - *Kostenwahrheit durch Einfluss von “Externalities” auf die G+V Rechnung*
- *Berücksichtigen u.a.*
 - *N₂O (Lachgas-) Emissionen*
 - *Zukünftige Integration von N-Recycling*
 - *Energiebilanz von Kläranlagen*
 - *Umweltimpact (LCA) von Lösungsvorschlägen*
- *Neue, „Mehrwert-“ Geschäftsmodelle der Industrie*



Vielen Dank!

Ludwig Hermann - European Sustainable Phosphorous Platform

info@phosphorusplatform.eu

www.phosphorusplatform.eu

[@phosphorusfacts](https://twitter.com/phosphorusfacts)

