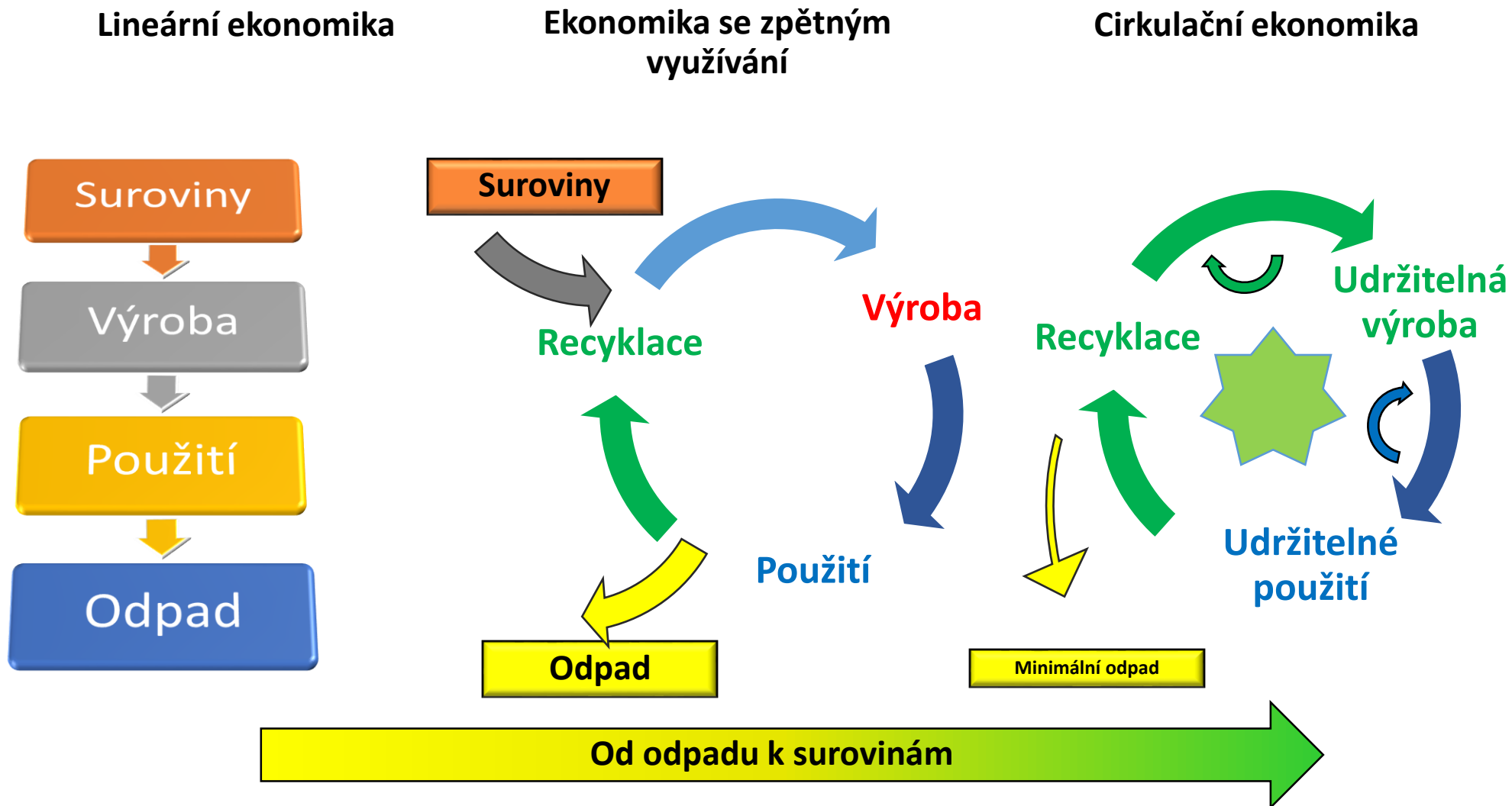


Technologie pro materiálovou transformaci čistírenských kalů

Miroslav Kos



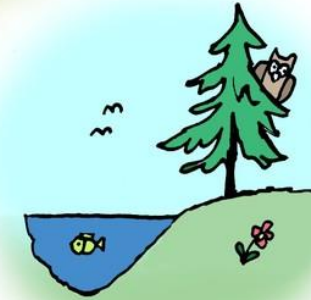
Budoucnost – orientace na stavby
související s aplikací cirkulární
ekonomiky v této oblasti

Motivace

- ✓ Ochrana zdraví
- ✓ Ochrana prostředí
- ✓ Nutrienty (N,P)
- ✓ Obnovitelná energie
- ✓ Opětovné použití vody



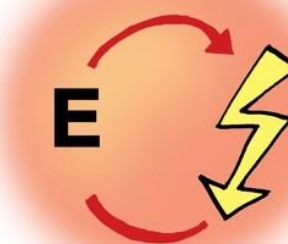
Ochrana zdraví



Ochrana životního prostředí



Recyklace
Nutrientů



Recyklace
Energie



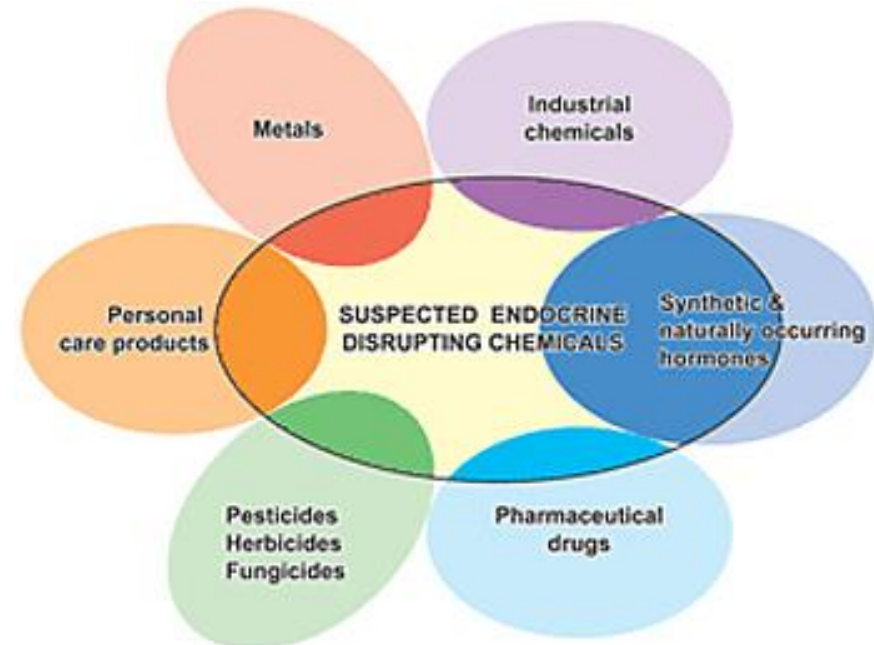
Recyklace
Vody



Současný způsob nakládání s kaly (95 % finálně skončí na půdě!!!)



- *patogeny*
- *zbytky léků*
- *těžké kovy*
- *mikroplasty*
- *drogy*
- *biocidy*
- *hormony*
- *látky narušující činnost žláz s vnitřní sekrecí*



Some chemicals from the "families" above are potentially endocrine disruptors

Ve smyslu principu předběžné opatrnosti vzhledem k aplikaci čistírenských kalů na půdu a kompostování, **je nezbytné zvážit pokračování této praxe.**

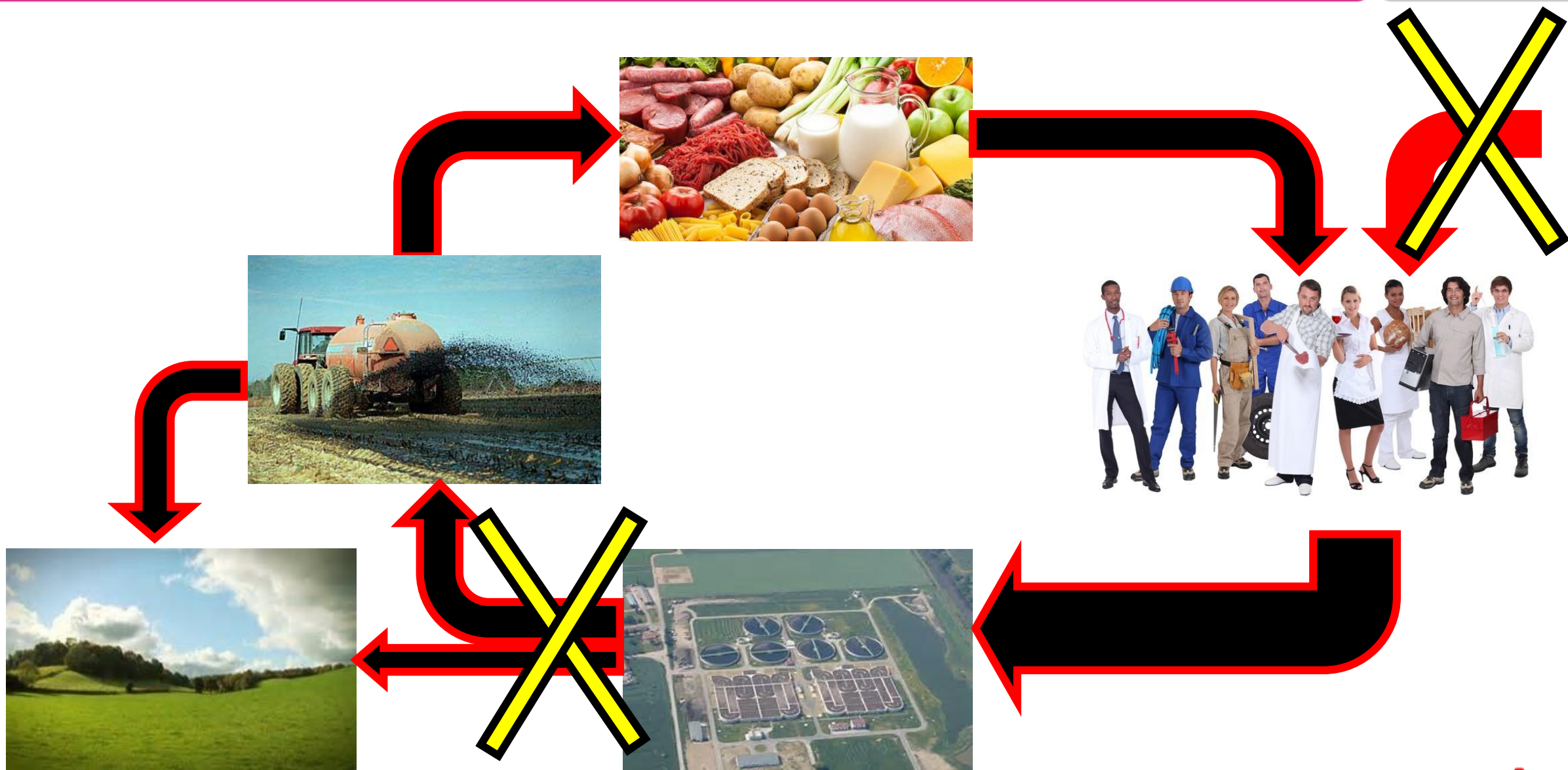
Rovněž skutečnosti ze studií OECD, poukazující na zvyšující se znečištění čistírenských kalů umělými nanomateriály a s tím související nejistoty vyplývající se současné praxe aplikace čistírenských kalů, jsou **významným důvodem na přehodnocení současné praxe**

Pharmaceuticals



Harm = Poškodit

Recyklace mikropolutantů nebo jejich odstranění (?)



2. Výzva –
Jde o
potravinu!

15

- 0,502(3)

P

Phosphor

30,974

2,06

[Ne]3s²3p³

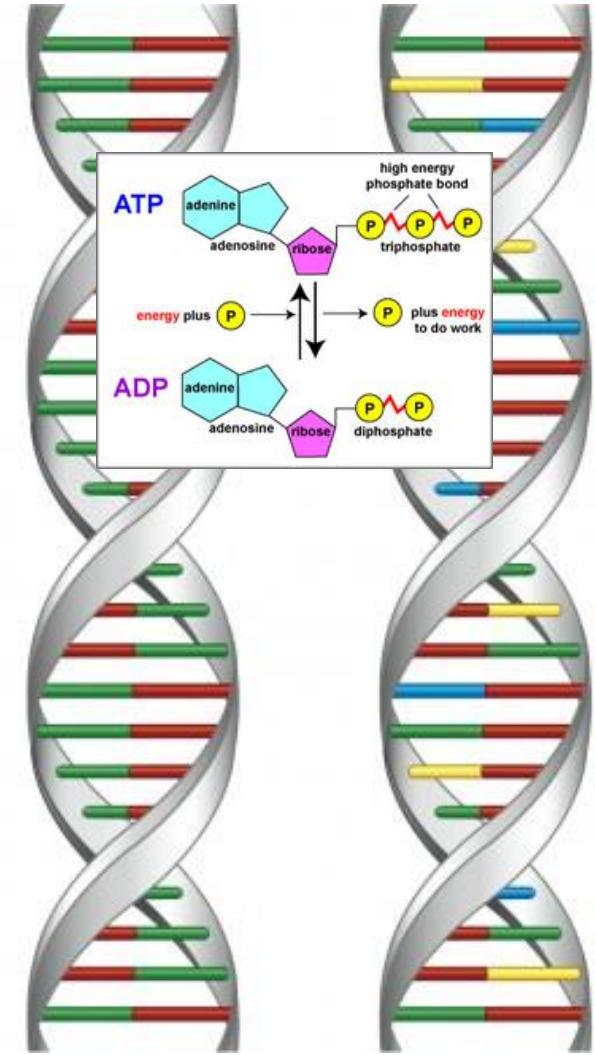
44 / 281

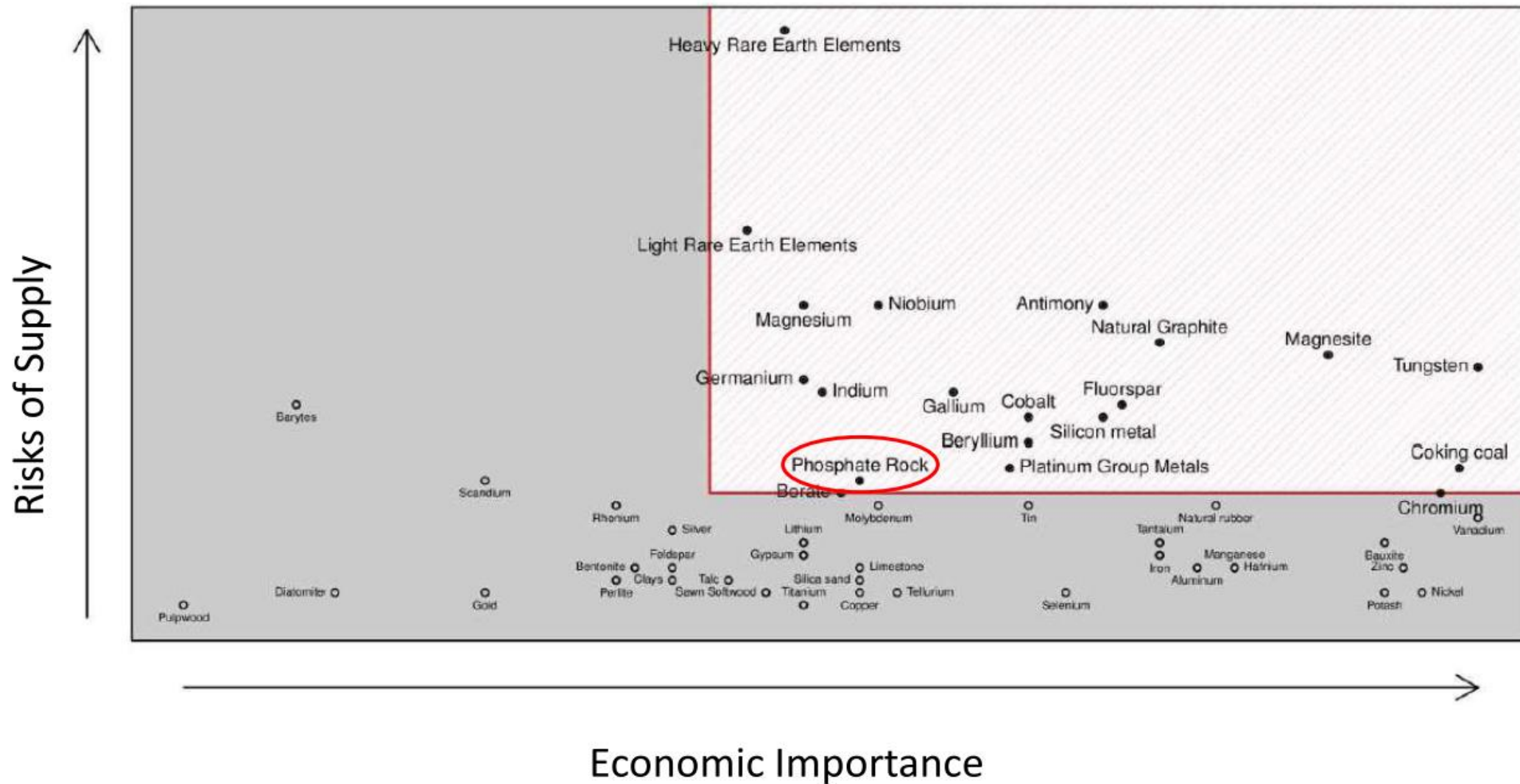
5, 3, -3

Fosfor je na seznamu látek, které budou lidstvo v nejbližší době limitovat:

- ❖ Fosilní paliva (ropa, zemní plyn, uhlí)
- ❖ Fosfor (jako biogenní prvek)
- ❖ Voda

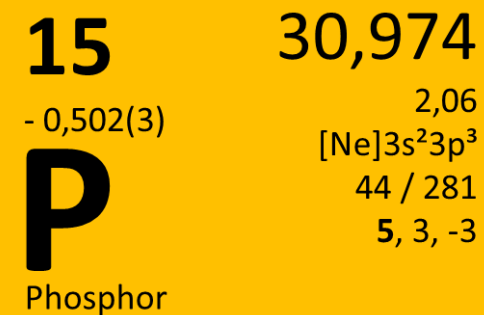
- *Udržitelnost fosforu je celosvětově uznávaná výzva, spojená s globál bezpečností potravin, eutrofizací povrchových vod a čištěním odpadních vod.*
- *Některé země (Německo) již vytvořily politický rámec týkající se fosforu v zájmu zvýšení jeho recyklace, na podporu inovací recyklace P, zlepšení tržních podmínek a začlenění jeho udržitelného využívání.*
- *Důvodem je skutečnost, že těžitelné zásoby fosforu dojdou kolem roku 2050, nevyváženost zdroje x spotřeba již nastane kolem roku 2025.*





Surovinová politika byla schválena usnesením vlády ČR č. 441 ze dne 14. června 2017. Z tohoto usnesení a dalších doprovodných dokumentů vyplývá snaha stanovit v budoucnu přísnější pravidla pro nakládání s nerostným bohatstvím ČR, zejména se strategickými surovinami ČR.

- **strategické energetické suroviny** (pouze uran),
- **superstrategické/kritické suroviny EU** (antimon, beryllium, boráty, kovový křemík, fluorit, fosfátové rudy, galium, germanium, hořčík, chróm, indium, kobalt, koksovatelné uhlí, kovy platinové skupiny, magnesiit, niob, prvky lehkých vzácných zemin, prvky těžkých vzácných zemin, přírodní grafit, wolfram),
- ostatní suroviny **aktuálně významné** pro českou ekonomiku (lithium, tantal, zirkonium a titan).



Čistírenský kal

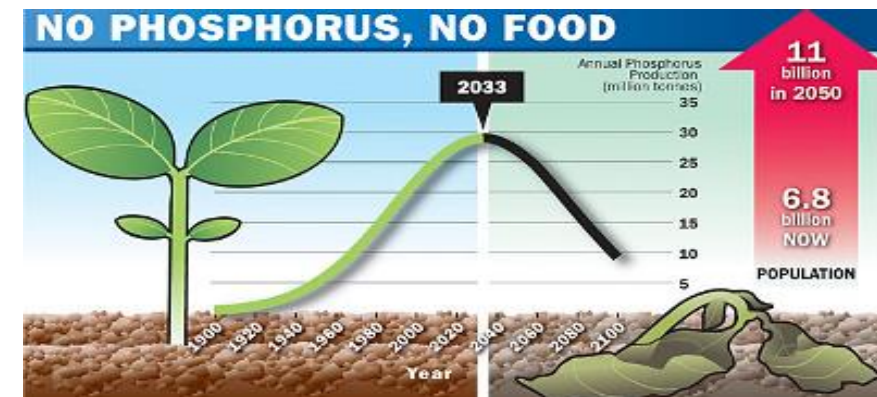


Umwelt 
Bundesamt



Monospalováním čistírenských kalů je získáván popel, ze kterého lze získat P některou ze známých metod::

- Pně zvládnutá velkokapaticní technologie
- Základem je produkce tepla, nikoliv elektrické energie
- Zatím je popel skladován a výhledově bude získáván především mokrou cestou
- Kvalitní čištění spalin je součástí technologie
- Problematická je produkce CO₂



Současná představa o materiálové transformaci na hnojivo

Malé a střední zdroje znečištění

Technical Guide on the Treatment and Recycling Techniques for Sludge from municipal Wastewater Treatment with references to Best Available Techniques (BAT)

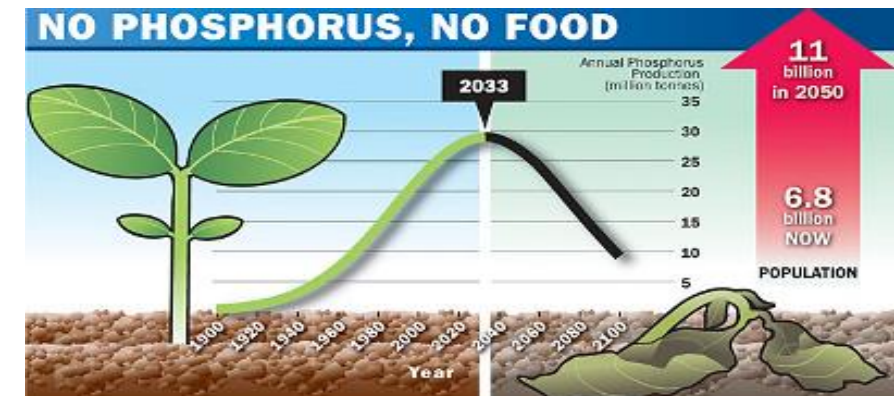
Umwelt
Bundesamt



Současná vize využití čistírenských kalů – materiálová transformace - hnojivo

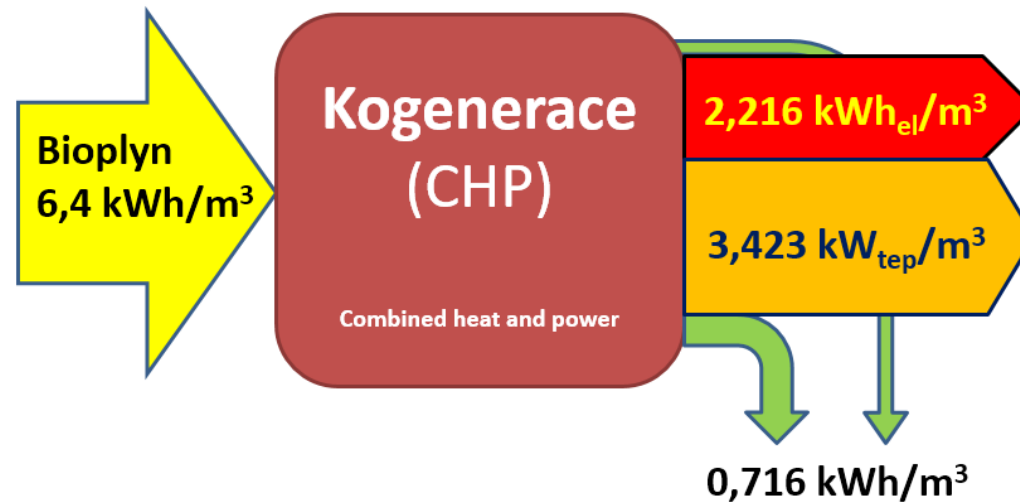
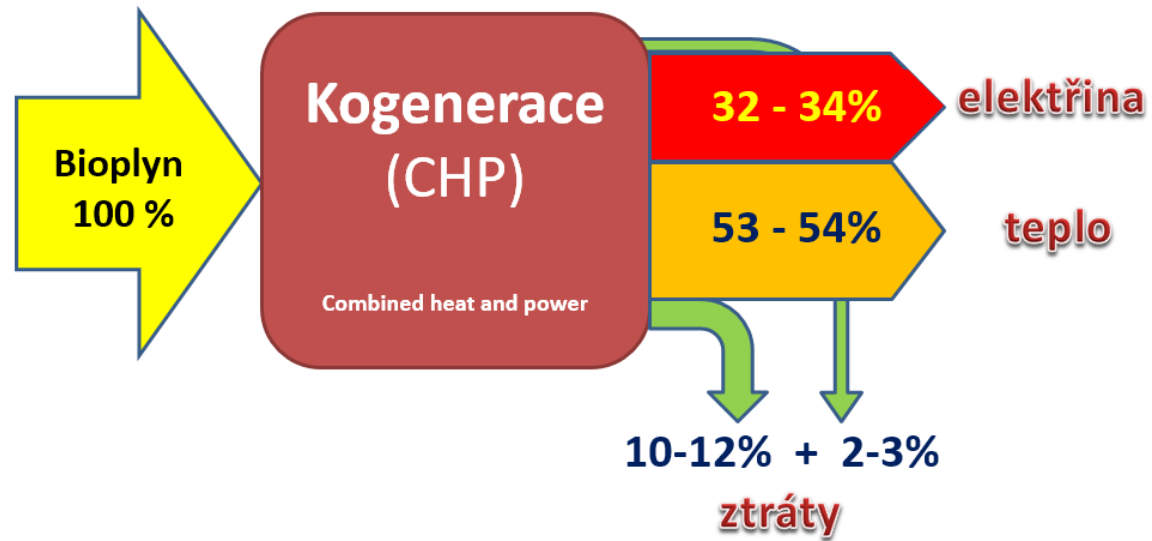
Využití fosforu z čistírenských kalů ve formě biocharu jako součást hnojiv má tyto pozitivní efekty:

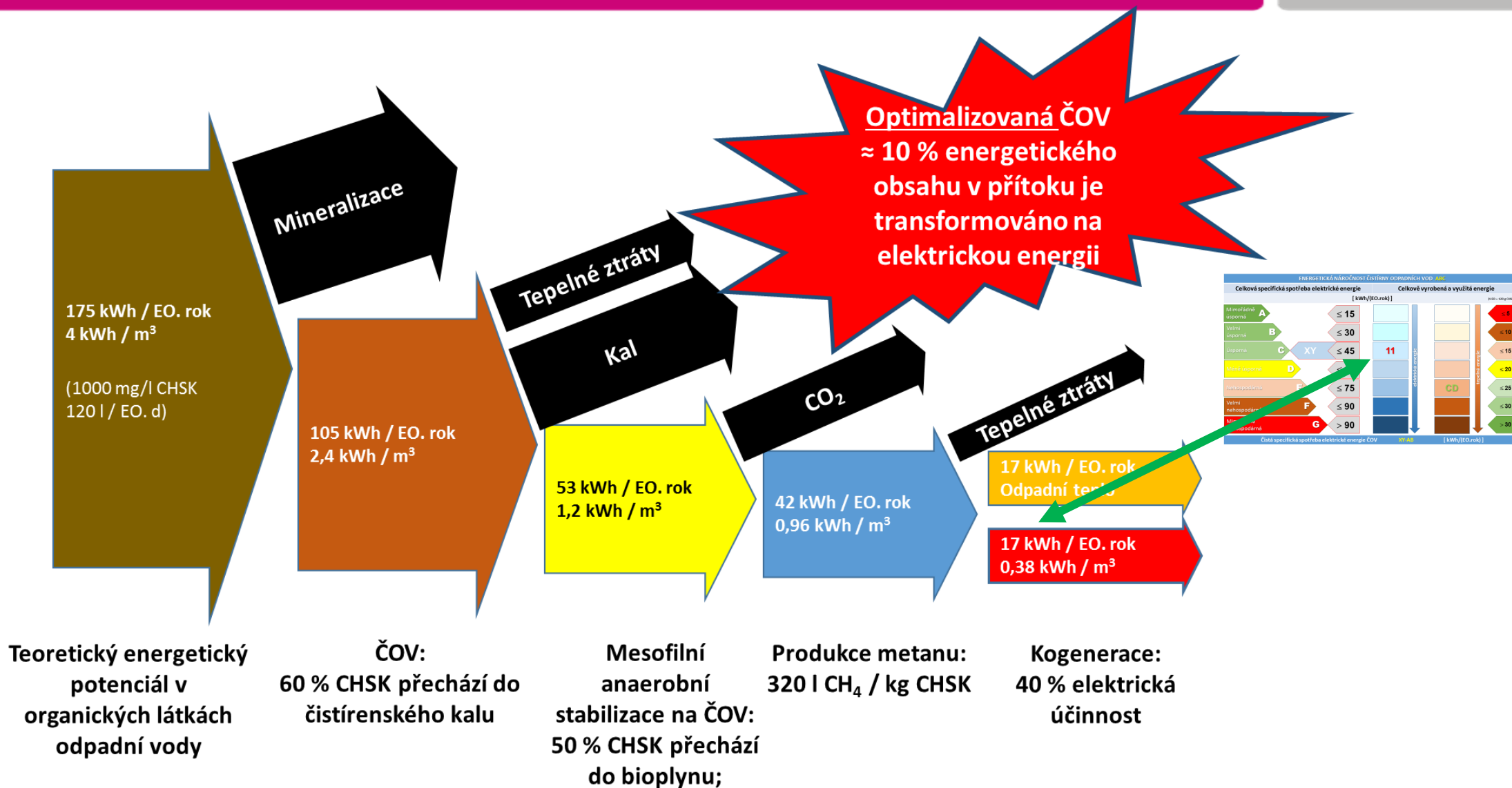
- snížení ztrát dusíku a fosforu do podzemních vod v důsledku jejich postupného uvolňování z biocharu,
- podporuje transformaci dusíku v půdě,
- může snížit emise oxidu dusného a metanu z půdy do ovzduší (skleníkové plyny!!),
- v důsledku zvýšené kapacity iontové výměny dochází ke zvýšení úrodnosti půdy,
- zvýšení zadržování vody v půdě,
- zvýšení množství prospěšných mikroorganismů v půdě.



aqueous phase	sewage sludge [SS]	sewage sludge ash [SSA]
REM-NUT®¹ [2; ion exchange, precipitation]	Gifhorn process⁷ [4.1; wet-chemical leaching]	AshDec® depollution¹² [5; thermo-chemical, ash depollution, Cl-source: e.g., $MgCl_2$]
AirPrex®² [3.1; precipitation/crystallization]	Stuttgart process⁸ [4.1; wet-chemical leaching]	AshDec® Rhenania¹³ [5; thermo-chemical, Rhenaniaphosphat, Na_2SO_4]
Ostara Pearl Reactor®³ [3.2; crystallization]	PHOXNAN⁹ [4.2; wet-oxidation]	PASCH¹⁴ [5; acidic wet-chemical, leaching]
DHV Crystalactor®⁴ [3.2; crystallization]	Aqua Reci®¹⁰ [4.2; super critical water oxidation]	LEACHPHOS®¹⁵ [5; acidic wet-chemical, leaching]
P-RoC®⁵ [3.2; crystallization]	MEPHREC®¹¹ [4.3; metallurgic melt-gassing]	EcoPhos®^{16*} [5; acidic wet-chemical, leaching, P-acid production]
PRISA⁶ [3.2; precipitation/crystallization]		RecoPhos®¹⁷ [5; acidic wet-chemical, extraction]
		Fertilizer Industry^{18*} [5; acidic wet-chemical, extraction]
		Thermphos (P₄)^{19*,**} [5; thermo-electrical]

3. Výzva – Jde o obnovitelnou energii !





Hygienizace kalu, zvýšení
produkce bioplynu (energie),
snížení produkce kalu

Hygienizace kalu a příprava
pro materiálovou
transformaci

Hygienizace kalu, energetické
využití a materiálová
transformace k získávání P

Hydrolýza kalu

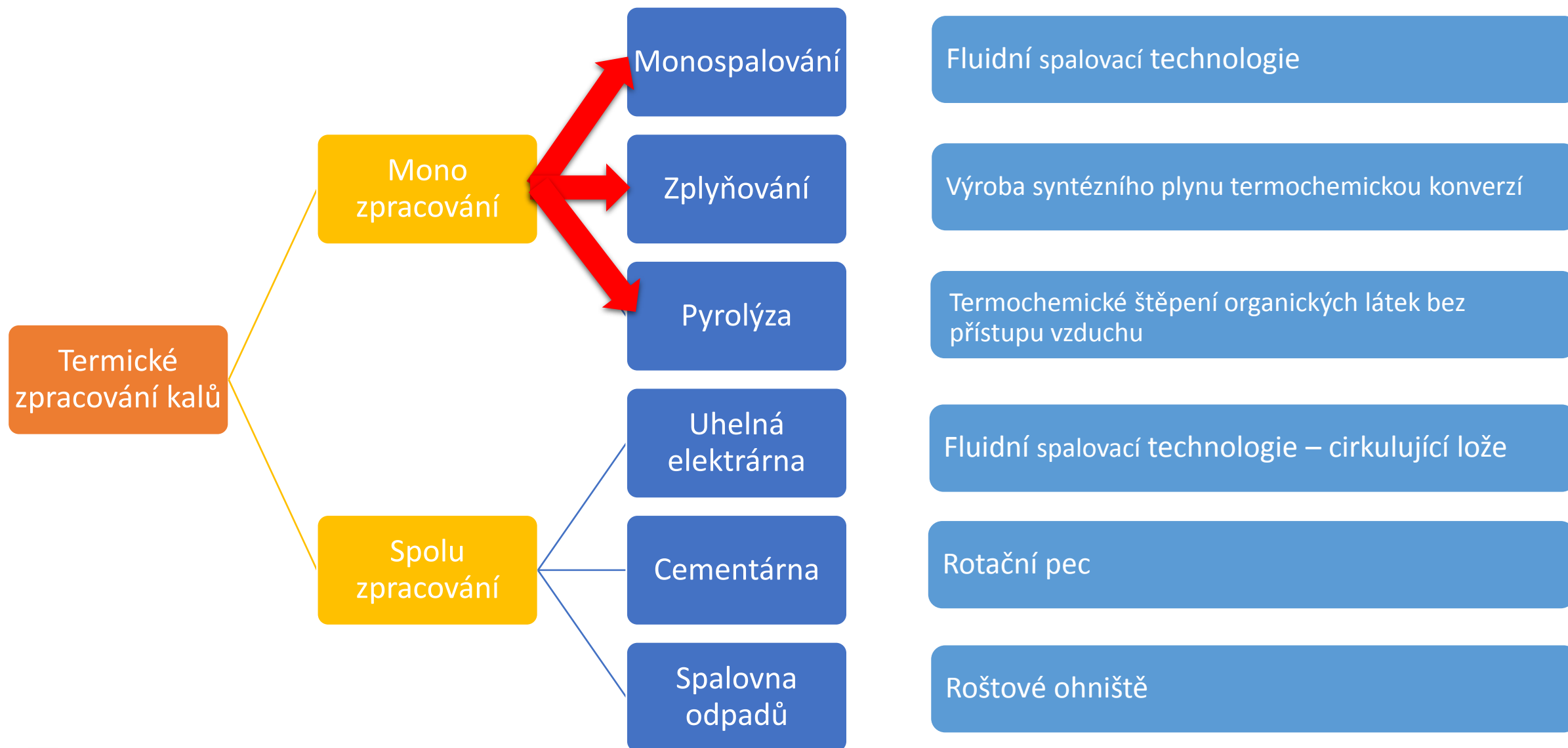
- Řešení pro velké ČOV
- Regionální řešení
- Výhledově doplnění o sušení a termické zpracování kalu

Sušení kalu

- Pro střední a velké ČOV
- Sub-regionální řešení
- Výhledově nutné doplnění o sušení a termické zpracování kalu

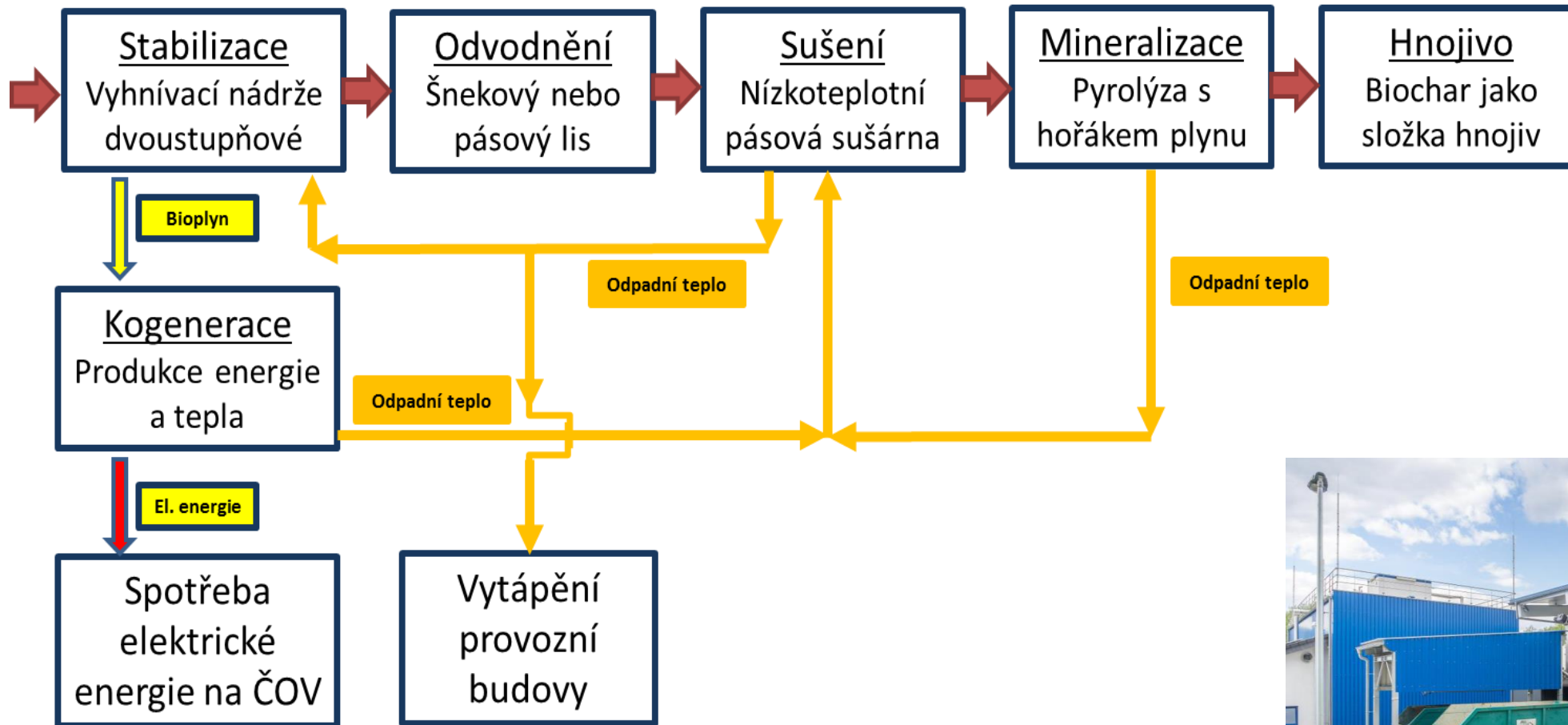
Sušení kalu a termické zpracování kalu

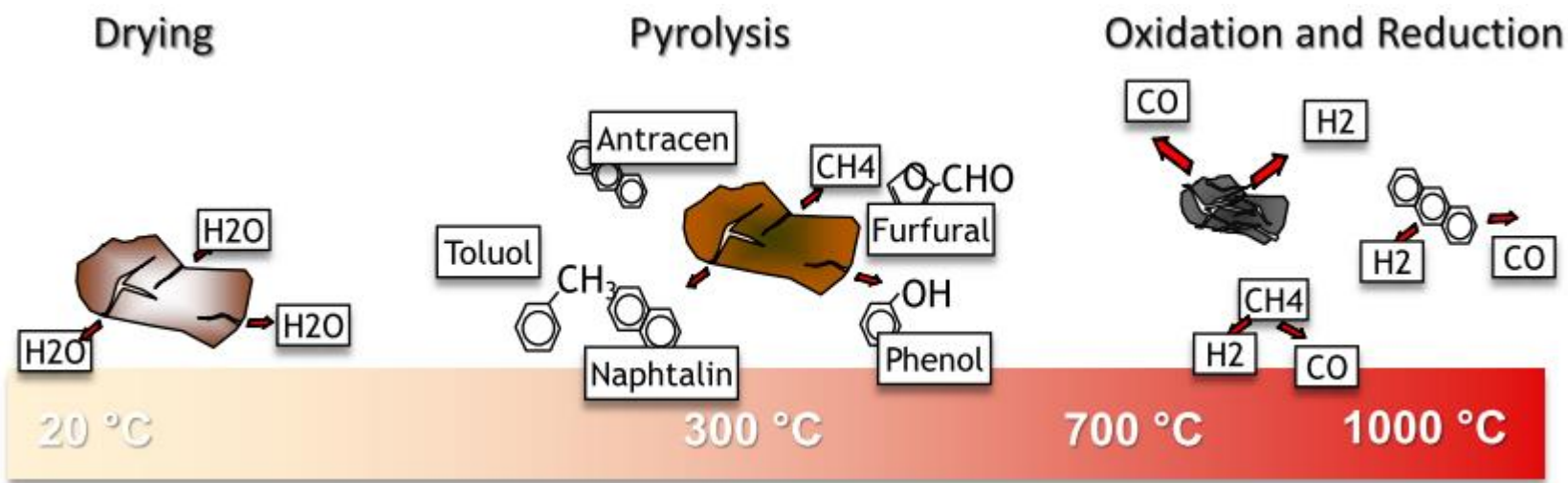
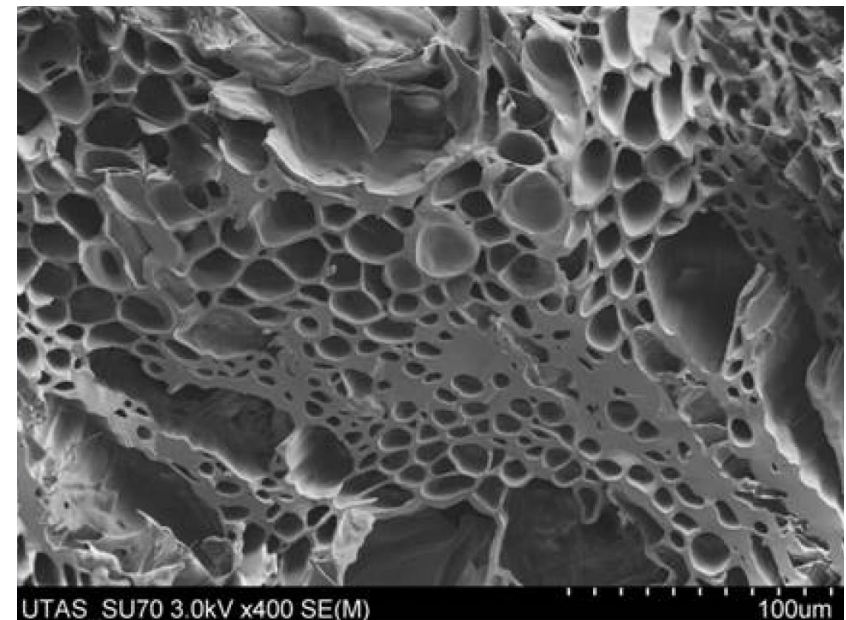
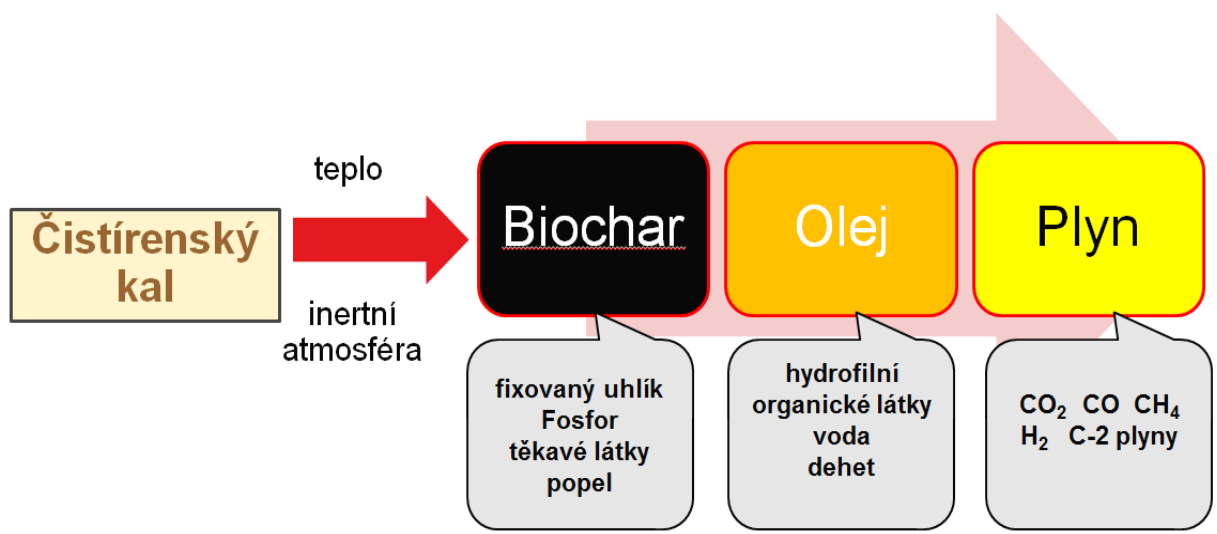
- Konečné řešení mikropolutantů a výhledové získávání P
- **Regionální řešení se svozem kalů z menších lokalit**





Nízkoteplotní sušení kalu a pyrolýza – základ moderního hospodaření s kaly



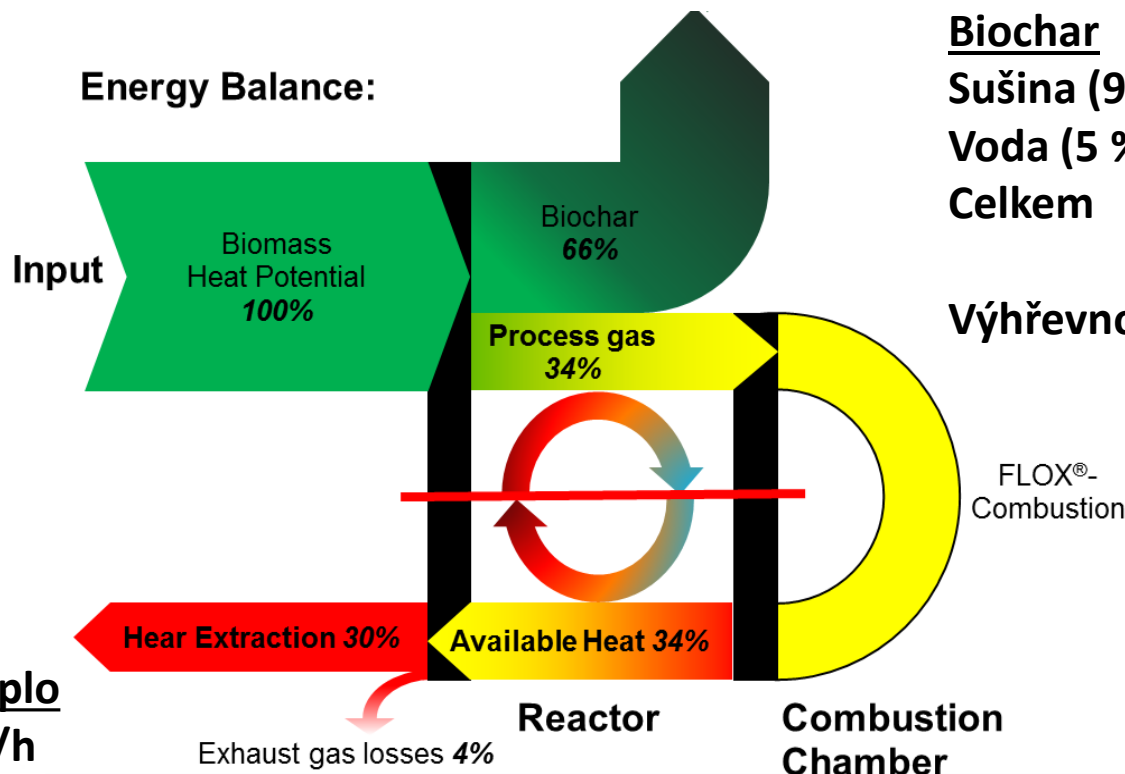


Sušený kal

Sušina (90 % hmot.) 234,7 kg/h
Voda (10 % hmot.) 26,0 kg/h
Celkem 260,7 kg/h

Výhřevnost sušiny kalu 11 MJ/kg
Celkový energetický tok
2 500 MJ/h
62 GJ/d

Odpadní využitelné teplo
750 MJ/h
18 GJ/d

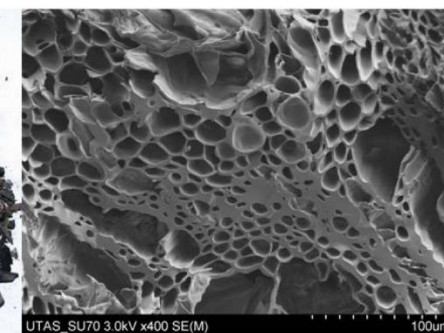


Biochar

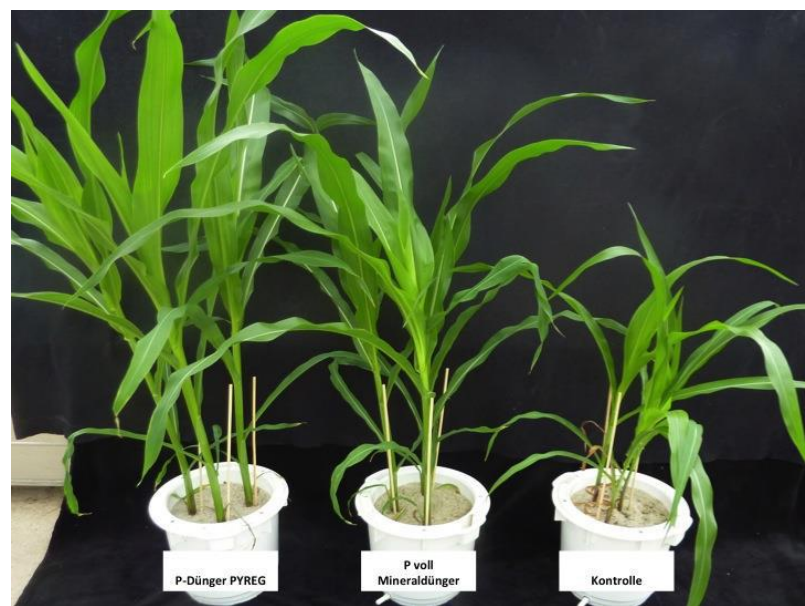
Sušina (95 % hmot.) 129 kg/h
Voda (5 % hmot.) 6 kg/h
Celkem 135 kg/h

Výhřevnost biocharu 7 MJ/kg
1 650 MJ/h
39,6 GJ/d

- Pyrolýzní produkt čistírenského kalu obsahuje relativně vysoké obsahy nutrientů, jako např. fosforu, ale má relativně nízký obsah uhlíku.
- V důsledku toho biochar může a nemusí být považován za biochar, a to v závislosti na použité normě a vzhledem k různým surovinám pro produkci biocharu
- Podle IBI (International Biochar Initiatives Biochar Standards), i když ostatní kvalitativní ukazatele jsou vyhovující, je potřeba aby produkt pyrolýzy mohl být považován za biochar mít obsah uhlíku vyšší než 30% C pro třídu Class II (B) biochar (IBI 6/2015).
- European Biochar Certificate (EBC, 2012) Standard mají vyšší limit pro obsah uhlíku. Má-li být považován za biochar, musí mít alespoň 50% uhlíku (TOC). Pro obsah uhlíku pod touto hodnotou je označovány jako "pyrolýzní popel obsahujícího biochar" nebo "pyrolysates".
- Podle návrhu směrnice EU o hnojivech musí kategorie KfV 1(A)(I): **Tuhé organické hnojivo** obsahovat minimálně **15% C_{org}**, 2,5 %N_{celk}, 2,0% P₂O₅ a 2,0% K₂O



Biochar – součást moderních substrátů pro kultivaci rostlin





Spalovny kalu

cca. 20 zařízení v provozu s kapacitou 4.000 do 95.000 t/r

Zplyňování

3 zařízení v provozu: Balingen, Mannheim, Koblenz

2.300 – 5.000 t/r (Sülzle-Kopf)

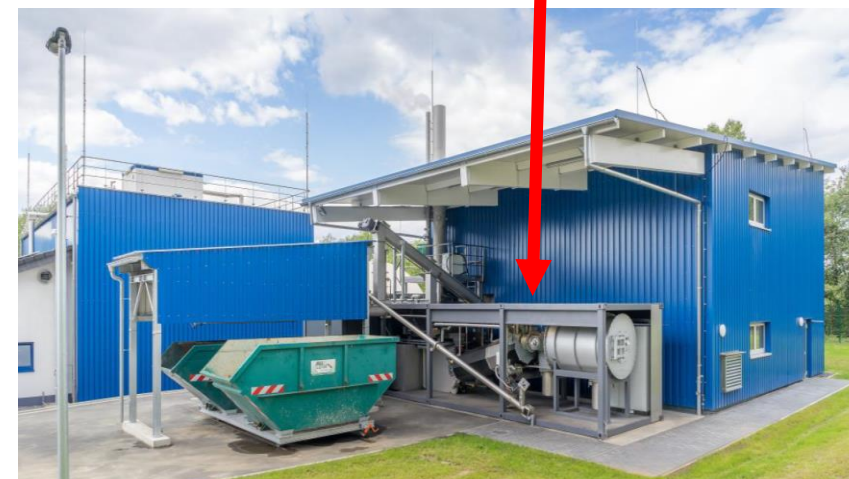
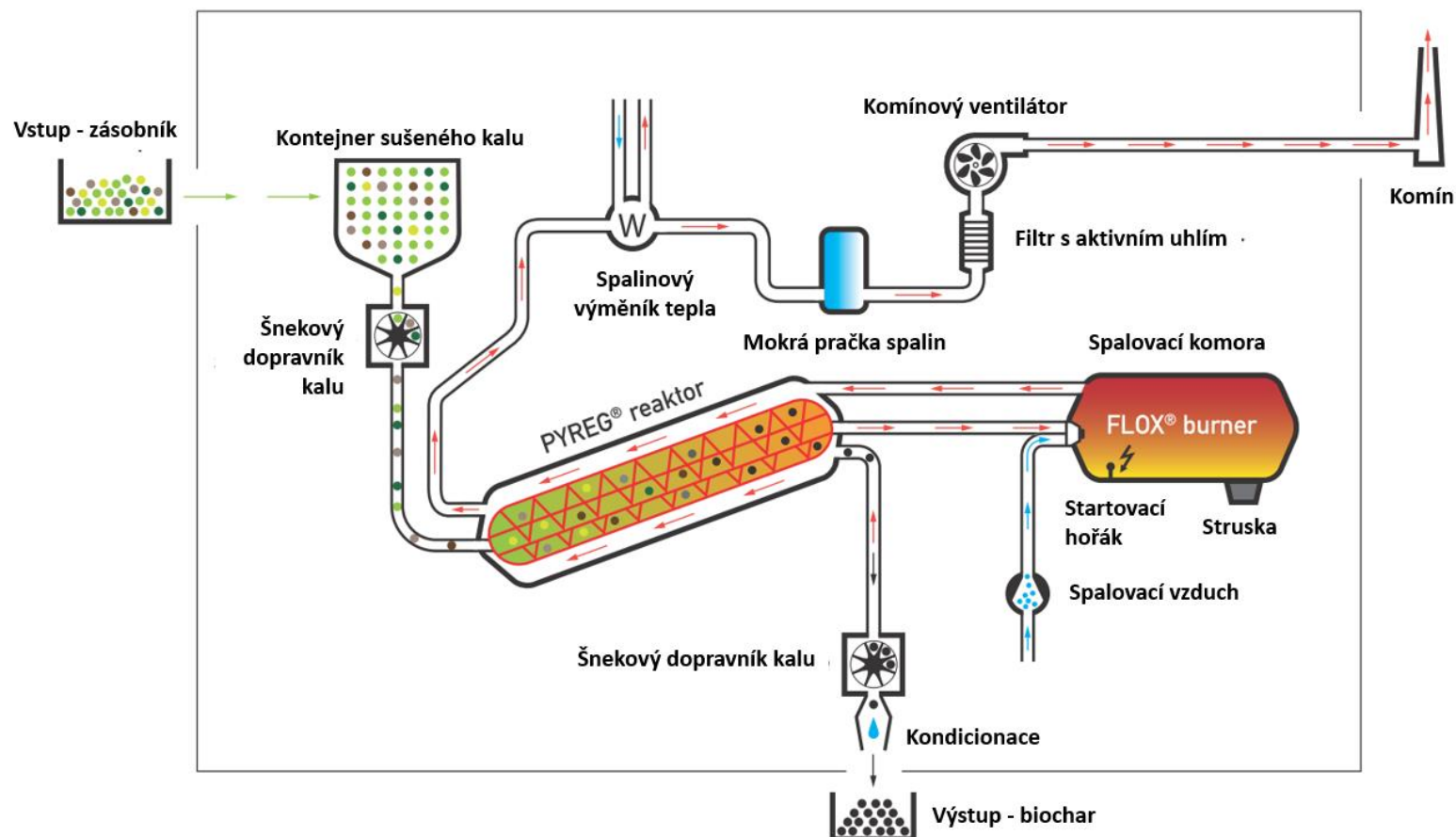
Pyrolýza

Koncepce malých modulů

3 zařízení v provozu: pilotní zařízení Dörth, Linz-Unkel, Homburg
Emmerich (v přípravě)

Od kapacity 1.000 t/rok (Pyreg, Pyromax, Thermosystems)

Pomalá pyrolýza s produkcí biocharu PYREG

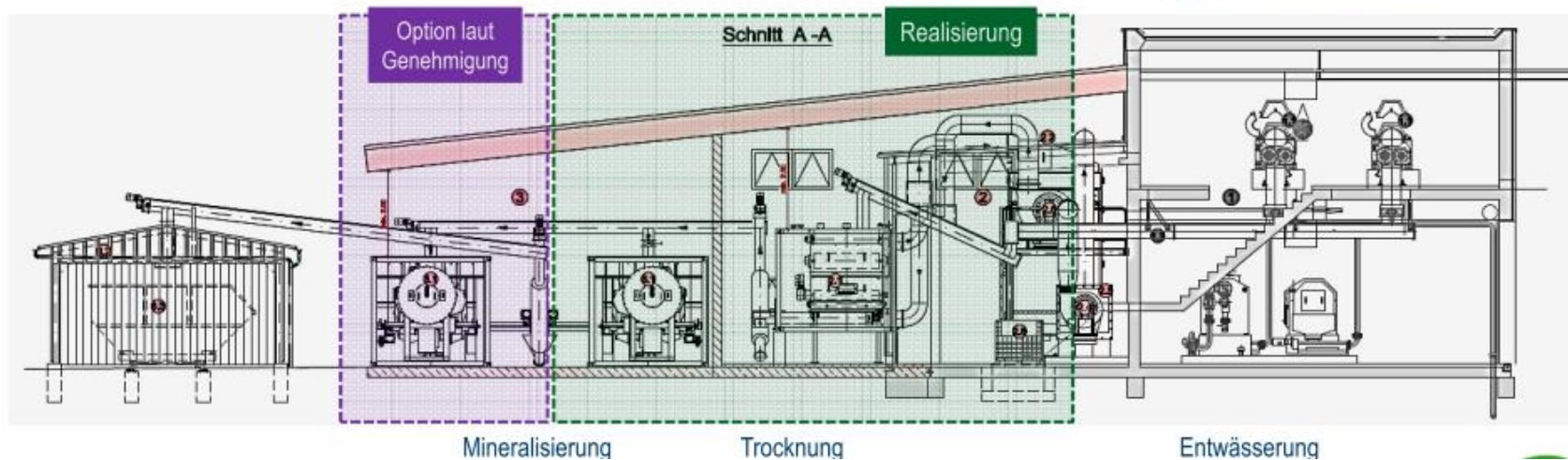


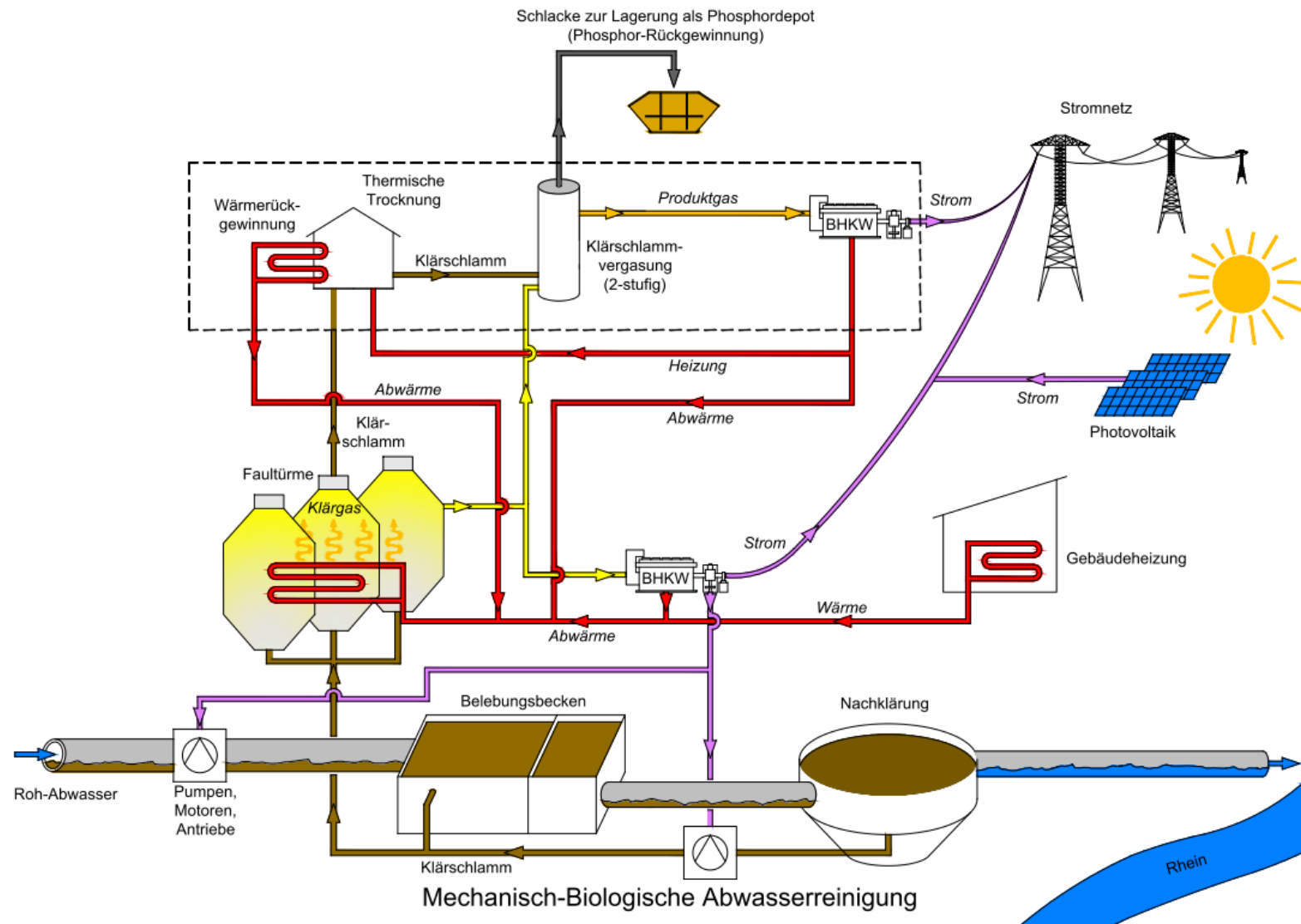
Klärschlammanfall: 4.700 t OS/a

(Mittelwert 2011 – 2015)

Endprodukt: 800 t OS/a

Volumenreduzierung: > 80 %



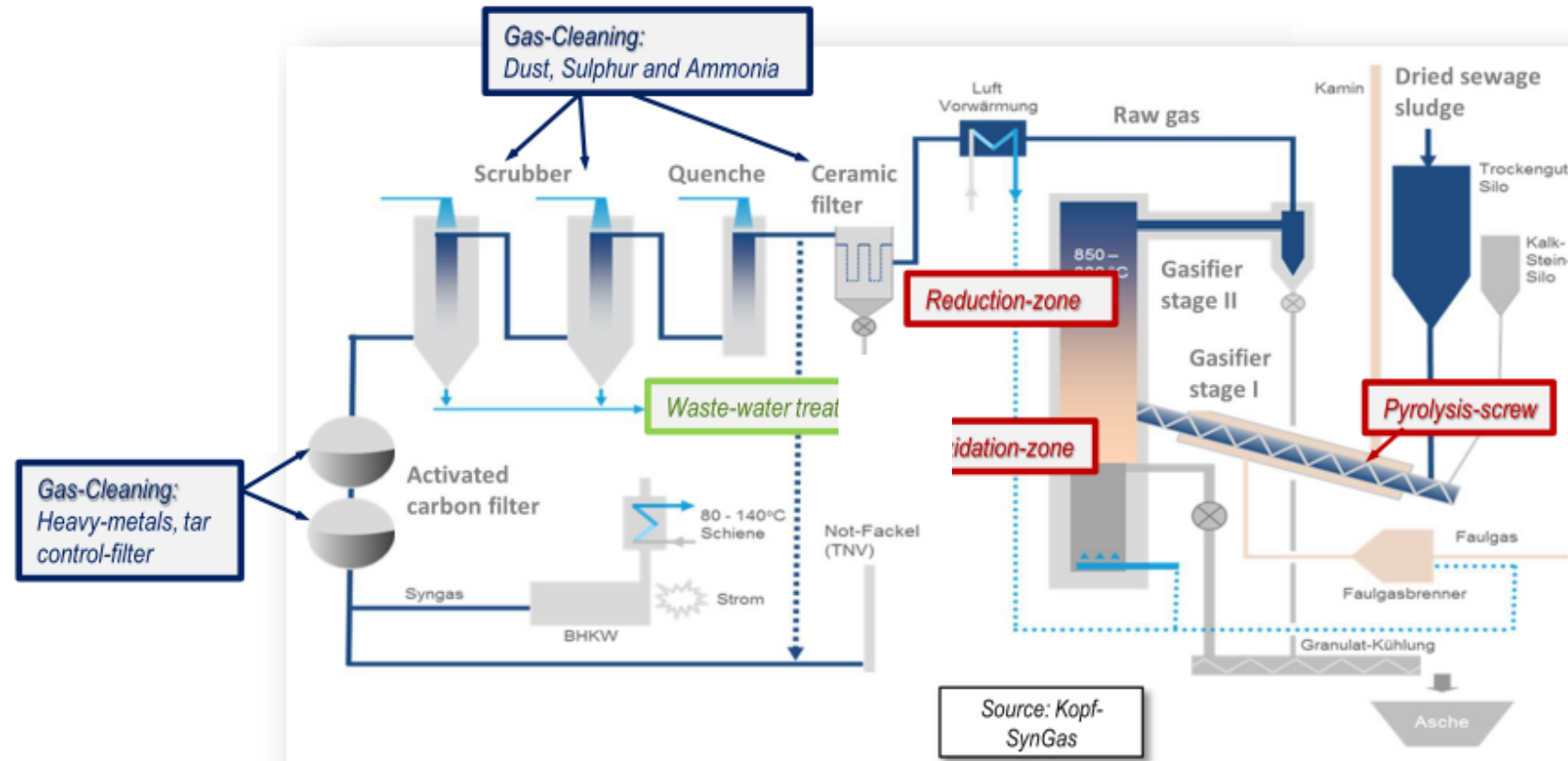


SÜLZLE
KOPF



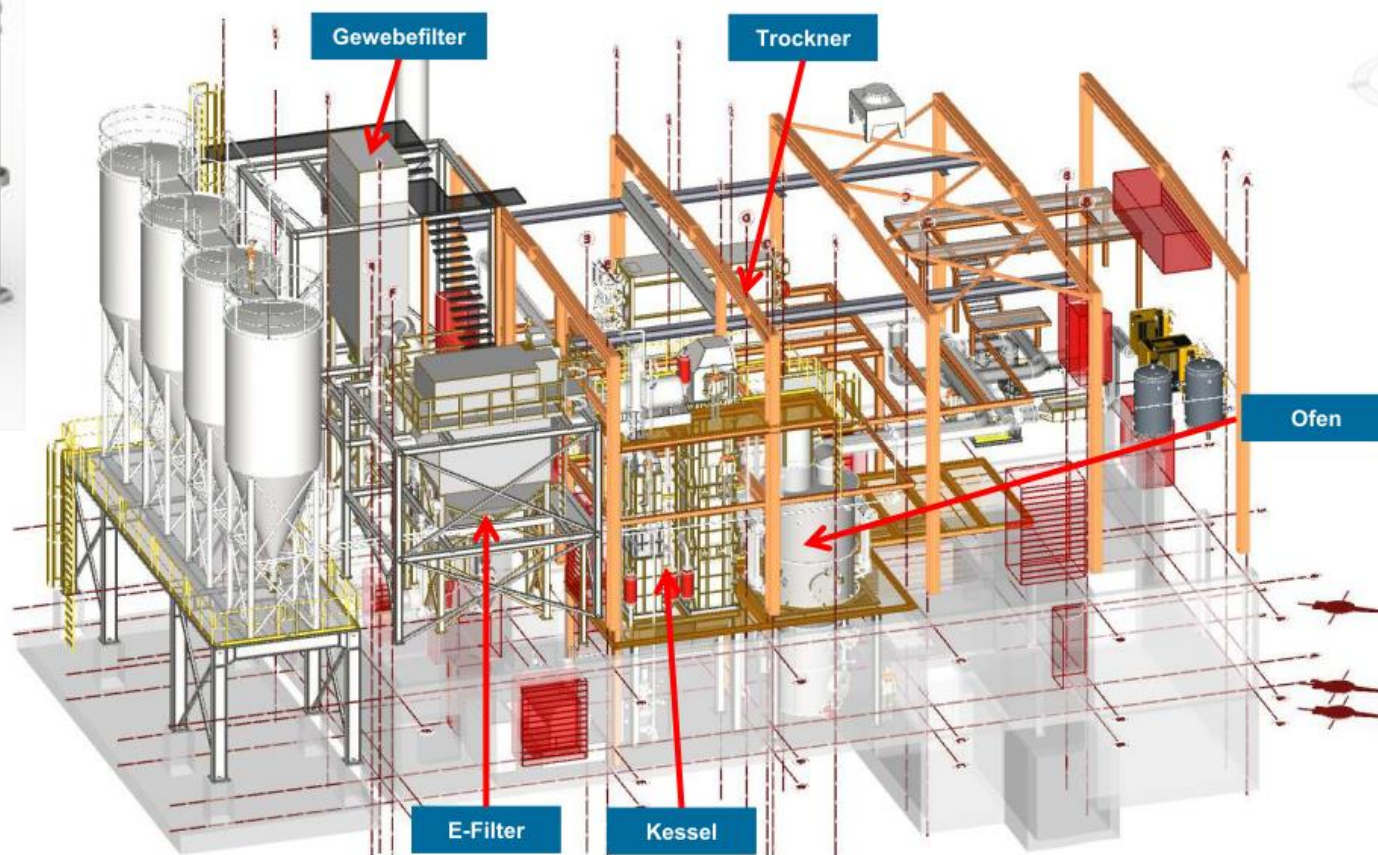
"Sulzle - Use of Immanent energy for sludge treatment - a central step towards self-sustaining sewage flow management"

	Dr.-Ing. W. Götzmann + Partner GmbH		
	Beratende Ingenieure		
	Wasser - Abwasser - Umwelttechnik - Verkehr - Energie		
	Friedrichstraße 1, 70469 Stuttgart, Tel. (0711) 257 07-4, Fax (0711) 257 07-57		
	H-Z-Offenbach 11, 70372 Stuttgart, Tel. (07143) 904 49-0, Fax (07143) 904 49-1		
	Stadt Koblenz		
	Kläranlage Koblenz		
	„Nutzung Immanenter Energien für eine selbstversorgende Klärschlammbehandlung – ein zentraler Schritt auf dem Weg zu autarken Klärwerken“		
	Schemaplan		
Modellab: ---	gezeichnet: ---	geprüft: ---	
Gezeichnet: Stuttgart, November 2015		Z.-Nr.: ---	
Anerkannt:			
Der Bauherr:			



Kopf SynGas-plant in Koblenz (D)

- New concept: screw-pyrolysis → pyrolysis gas oxidation → char reduction in ash-bed
aim: Low-tar contents.
- 4000 t_{Dry} p.a. → around 1 MW nominal fuel capacity → around 350 kW_{el}



Porovnání produkce elektrické a tepelné energie různými procesy zpracování kalů (kapacita 40 t/d org. sušiny kalu smíšeného kalu, cca 47,6 t/d sušiny)



Table 3. Comparison of Gross Energy Yields from Sludge using Different Sludge Treatment Strains.

	Treatment Method	Electricity kWh/day			Heat kWh/day			Unit Energy kWh/ton DS	
		Biogas	Thermal	E_{TOTAL}	Biogas	Thermal	H_{TOTAL}	Electricity	Heat
1	IN	—	25,870	25,870	—	146,576	146,576	675	3,815
2	AD+IN	22,945	16,813	39,758	34,417	95,275	129,692	1,035	3,375
3	AAD+IN	36,056	11,640	47,696	54,085	65,950	120,045	1,240	3,125
4	GS	—	41,385	41,385	—	131,055	131,055	1,075	3,340

IN: Incineration, AD: Anaerobic Digestion, AAD: Advanced Anaerobic Digestion, GS: Gasification.

Table 1. Calorific Value of Various Types of Sewage Sludge [1].

Type of Sludge	VSS Content (VSS %)	Calorific Value (kJ/kg)
Raw primary sludge	84	23,000
Activated sludge	69	19,000
Anaerobic digested sludge	59	17,000
Anaerobic digested sludge	47	12,300
Anaerobic digested sludge	38	8,900

+ 20 % produkce elektrické energie při hydrolýze kalu



Pyrolýza

Malé pyrolýzní jednotky přímo na ČOV začleněné do kalového hospodářství produkují využitelné suroviny (biochar) místo odpadu. Plyn je využit k ohřevu pyrolýzního reaktoru.

Biomasa

Použití upravených kalů z ČOV je využitím biomasy bez vlivu na produkci potravin a využití půdy k jejímu vzniku

Hnojivo nové generace

Proces bez přídavných chemikálií a využitelný v regionálním měřítku jako součást substrátů.

**Biochar – hnojivo**

Biochar je oddělený uhlík, který je mnohostranně využitelný v chemickém a farmaceutickém průmyslu a v zemědělství. Obsahuje agrochemicky využitelný fosfor.

- ✓ Finanční podpora z 69. výzvy Operačního programu Životní prostředí 2014-2020 (OPŽP)
- ✓ „S Evropskou komisí jsme se na konci loňského roku dohodli na podpoře nových forem zpracování odpadu, patří sem například inovativní a u nás ještě nerozšířená technologie pyrolýzy nebo zplyňování odpadu. Novinkou je také využití fosforu z čistírenských kalů, to jsou všechno technologické novinky, které nám sníží množství odpadů na skládkách,“ doplňuje ministra Brabce ředitel odboru odpadů MŽP Jaromír Manhart.
- ✓ Alokace této výzvy činí 800 milionů korun, které budou poměrově rozděleny na dílčí alokace pro každou skupinu typových projektů
- ✓ Příklady podporovaných projektů: **výstavba/modernizace zařízení na tepelné zpracování odpadních kalů z čistíren odpadních vod (vč. znovuzískání fosforu),**
- ✓ Žádosti o podporu v rámci prioritní osy 3, investiční priority 1, SC 3.2, jsou v informačním systému koncového příjemce (dále jen IS KP14+) zpřístupněny a přijímány od 1. 9. 2017 (9:00) do 1. 12. 2017 (20:00)
- ✓ Určení výše podpory: Max. 85 % způsobilých nákladů. Bližší informace o výši podpory (dotace) jsou v příslušné tabulce v kapitole B 6.3.2.3 Pravidel pro žadatele a příjemce podpory v OPŽP 2014 – 2020. Na některé typové projekty bude možné kromě dotace využít i zvýhodněného úvěru.

KSM 3: KOMPOST

1. Hnojivý výrobek s označením CE může obsahovat kompost získaný aerobním kompostováním výhradně jednoho nebo více z těchto vstupních materiálů:
 - a) biologický odpad ve smyslu směrnice 2008/98/ES pocházející z tříděného sběru biologického odpadu u zdroje;
 - b) vedlejší produkty živočišného původu kategorie 2 a 3 podle nařízení (ES) č. 1069/2009;
 - c) živé, či neživé organismy nebo jejich části nezpracované, či zpracované výhradně manuálně, mechanicky nebo gravitačně, rozpuštěním ve vodě, flotací, extrakcí vodou, parní destilací nebo zahříváním výhradně za účelem odstranění vody nebo extrahované ze vzduchu jakýmkoli postupem s výjimkou
 - organické části směsného komunálního odpadu z domácností oddělené mechanickou, fyzikálně-chemickou, biologickou a/nebo manuální cestou,
 - kalů z čistíren odpadních vod, průmyslových kalů nebo vybagrovaných kalů a
 - vedlejších produktů živočišného původu kategorie 1 podle nařízení (ES) č. 1069/2009;



Děkuji za pozornost!