



PYRODRY®

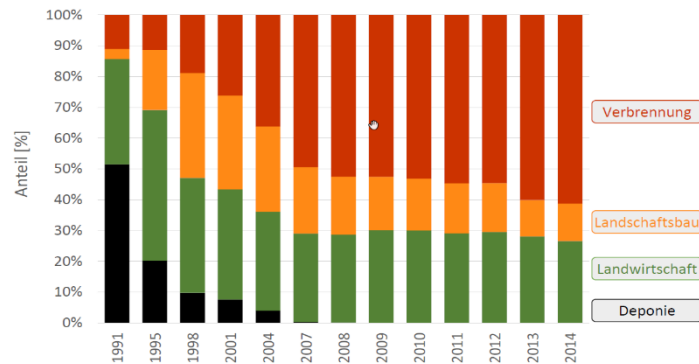
SMART SLUDGE SOLUTION !

General Information

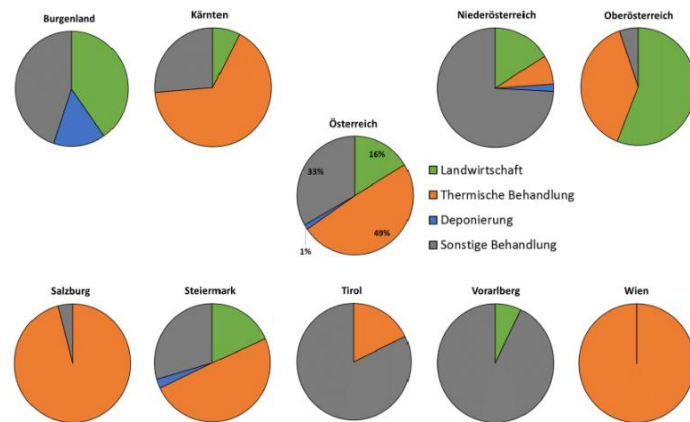
Andreas Hackl

Andreas.hackl@nge.at

What's about sewage sludge – GER, AT, EU...?

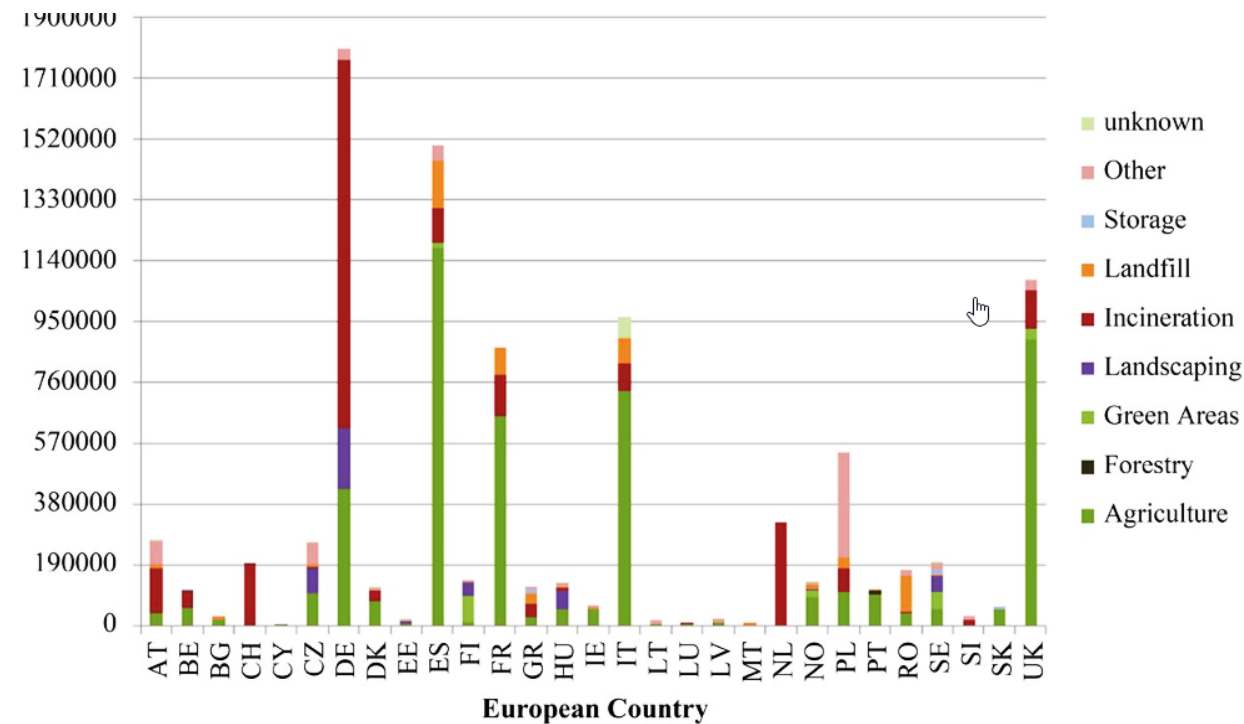


Sewage sludge amount 2019 – **1,74 Mio t [dry matter]**
Agricultural use 2019: **450 kt [TS]** / thermal treatment 2019: **1.290 kt [DM]**



Sewage sludge amount 2018 – **235 kt [DM]**
Agricultural use 2016: **120 kt [DM]** / thermal treatment 2016: **115 kt [DM]**

According EUROSTAT Europa: approx. 10 Mio t/a [DM]



Thermal treatment – why?

Anthropogenic residuals as modern sewage sludge contaminants....

◦ Klärschlamm

Problematische Inhaltsstoffe

- Schwermetalle
 - Insbesondere Kupfer und Zink
 - Weitere Schwermetallkonzentrationen eher „unkritisch“ (i. d. R. DÜMV-konform)
- Umweltgefährdung insbesondere durch Organik
 - Über 100 Schadstoffe bekannt und nachweisbar
 - Toxizität und Umweltwirkungen wenig untersucht und bekannt
 - Arzneimittelrückstände (Diclofenac, Antibiotika...)
 - Krankheitserreger
 - Mikroplastik, Weichmacher
 - PCDD/F, PAK, Tenside
 - Endokrine Disruptoren: Eingriffe in das Hormonsystem

Thermische Verwertung von Klärschlamm
Thomas Händl
Sitzung 4 & 5 (Folie 1) 18. Oktober 2017



... Research indicates that sewage sludge is a sink for microplastics and further handling of sewage sludge is critical to potential dispersal
...Text BAWP 2017

Unterschätzte Gefahr: Mikroplastik auf dem Trockenen

Kleinste Plastikteilchen stellen auch für Lebewesen an Land eine Bedrohung dar und können dort sogar schädlicher wirken als in Meeren. Forschende vom Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) und Berliner Kolleginnen warnen: Die Auswirkungen von Mikroplastik in Böden, Sedimenten und Binnengewässern könnten terrestrische Ökosysteme auf der ganzen Welt dauerhaft negativ beeinflussen.



Polycyclusen im Erdreich. (BILD: Anderson-Abel de Souza Machado)

Sewage sludge as raw material for phosphorus recovery...

NOV. 17, 2017 Phosphorus recovery and small wastewater treatment plants - status

.....In the sewage sludge ordinance now in force, Article 4 and the new §3a mentioned above stipulate that all sewage treatment plants, regardless of their expansion size, must prepare a report by 2023 on how they will dispose of their sewage sludge....

We currently assume that due to the expected reduction in area as a result of the amended Fertilizer Ordinance, agricultural recycling will probably only be available in a few cases: the blocking periods for spreading have been extended, the nitrogen contained in sewage sludge is now also added to the total maximum amount of nitrogen to be applied of 170 kg/ha....Translated with www.DeepL.com/Translator (free version)

DEUTSCHE PHOSPHOR PLATTFORM

Home Veranstaltungen News Plattform Information Kon

In der nun geltenden Klärschlammverordnung gilt mit Artikel 4 und dem erwähnten neuen §3a, dass alle Kläranlagen unabhängig von ihrer Ausbaugröße bis 2023 einen Bericht erstellen müssen, wie sie ihren Klärschlamm entsorgen werden. Das kann bedeuten: Phosphorrückgewinnung, landwirtschaftliche Verwertung oder sonstige Entsorgung. Es ist dabei angedacht, dass es dafür länderübergreifende Standards geben wird, wie dieser Bericht zu formulieren ist.

Weiterhin geht aus den neuen Artikeln 5 und 6 hervor, dass Phosphorrückgewinnung grundsätzlich alle Kläranlagen betrifft, in denen Klärschlamm mit einem Phosphorgehalt von >20g P/kg TS anfallt.

Den Betreibern von Anlagen mit bis zu 50.000 EW wird es jedoch auch zukünftig möglich sein, statt einer P-Rückgewinnung den Klärschlamm landwirtschaftlich zu verwerten (unabhängig vom P-Gehalt). Ebenfalls möglich ist – mit Zustimmung der zuständigen Behörde – eine anderweitige Klärschlammentsorgung (auch bei einem P-Gehalt von ≥20 g P/kg TS) im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes durchzuführen (Art. 5/6 § 3 Abs. 3 AbfKlarV).

Wir gehen aktuell davon aus, dass durch die zu erwartende Flächenreduzierung durch die novellierte Düngeverordnung, die landwirtschaftliche Verwertung vermutlich nur noch in wenigen Fällen zur Verfügung steht: die Sperrfristen zur Ausbringung haben sich verlängert, der im Klärschlamm enthaltene Stickstoff wird nun ebenfalls zur gesamten maximal aufzubringenden Menge Stickstoff von 170 kg/ha dazugerechnet und auf Böden mit mehr als 20mg P2O5/100g darf nur noch bis zu einer Obergrenze von <60 kg P2O5/ha ausgebracht werden. Stattdessen wird dann der Klärschlamm in die Mit- oder Monoverbrennung gebracht werden müssen. Für diesen Fall gilt zukünftig, dass dann der Betreiber der Klärschlammverbrennungsanlage/-mitverbrennungsanlage die P-Rückgewinnung aus der Verbrennungsgasche vornimmt (Art. 5/6 § 3 Abs. 1 Nr. 2 i.V.m. Abs. 2 AbfKlarV), sofern der Schlamm den Grenzwert von 20 g P/kg TS übersteigt.

Sewage sludge treatment process chain



Dewatering

Thermal Drying

Carbonisation

Incineration

1-3% TS

ca. 12.000 kg

20-25% TS

ca. 1.000 kg

90% TS

ca. 250 kg

-40% TS

ca. 135 kg

-70% TS

ca. 80 kg

PyroDry® Process

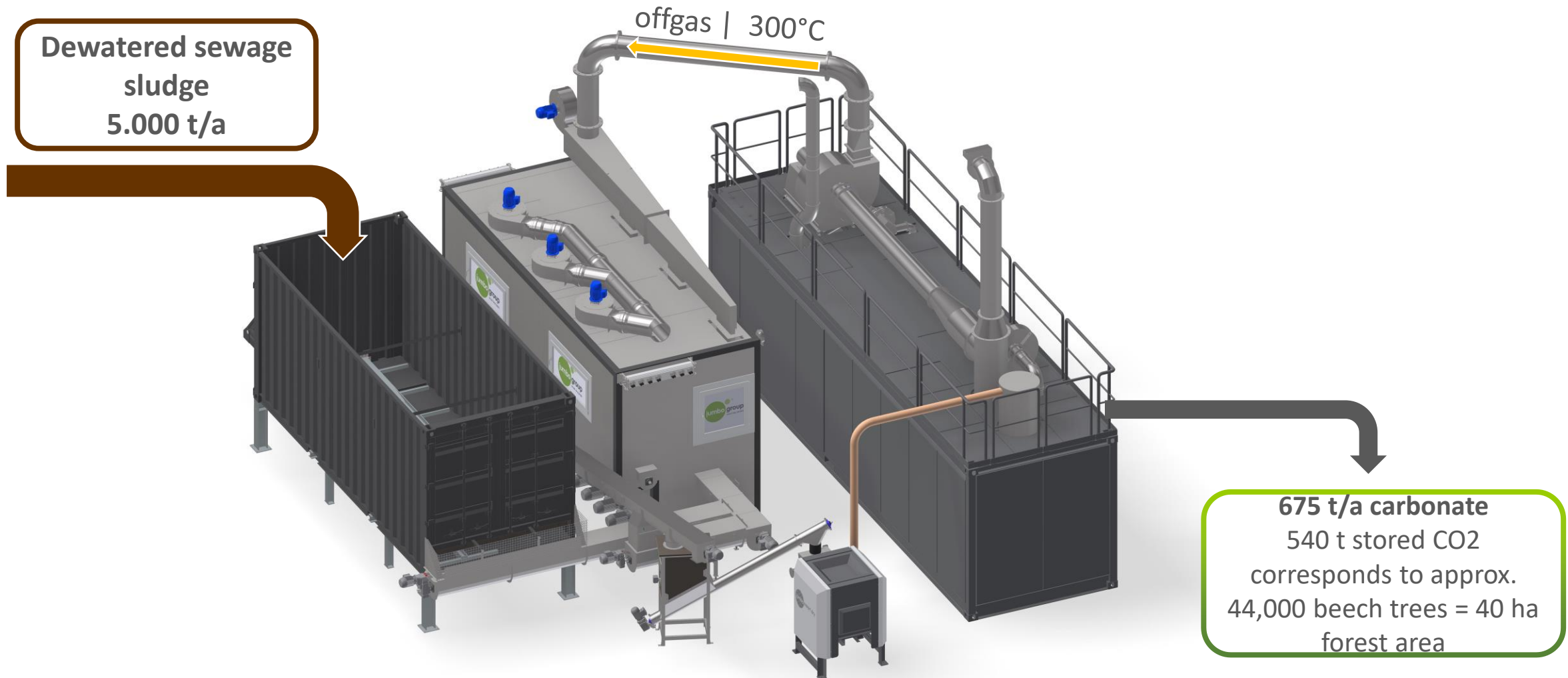
decontaminated, P- and
C-enriched valid
material...

Demonstration plant in Bissingen | GER

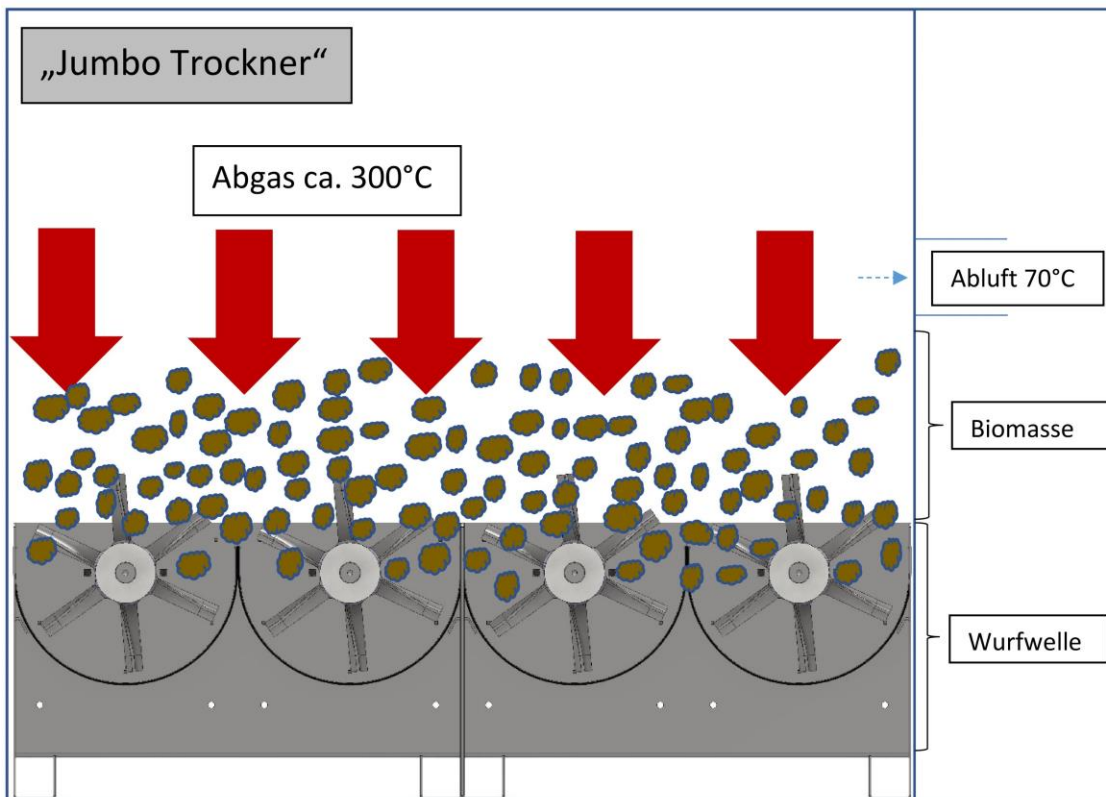
- **"Proof of Concept"** at the wastewater treatment plant in Bissingen (Bavaria) with approx. 35,000 p.e.; test phase from 12/2020 to mid-2021.
- Representation of an **automated continuous operation** in interaction with the current dryer supply via the CHP plant
- Evaluation of **operational functionality** (throughput performance, etc.) including **emission requirements**
- Use of the **high-quality carbonisate** produced for various **application tests**
- Use of the results obtained for **up- or downscale activities**
- Facilitating **visits for potentially interested parties** in coordination with the wastewater treatment plant operation.



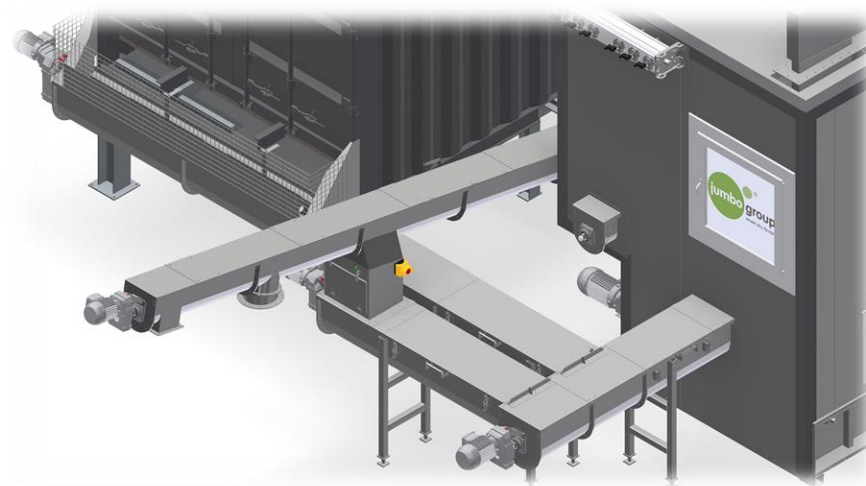
„PyroDry 5000“ – Plant overview



Drying principle of the Jumbo dryer



Hot **exhaust gas with 300°C** is blown into the material cloud, which leads to an immediate aggregate transfer of the water. Thereby the loaded exhaust air always remains secured **below 70°C**

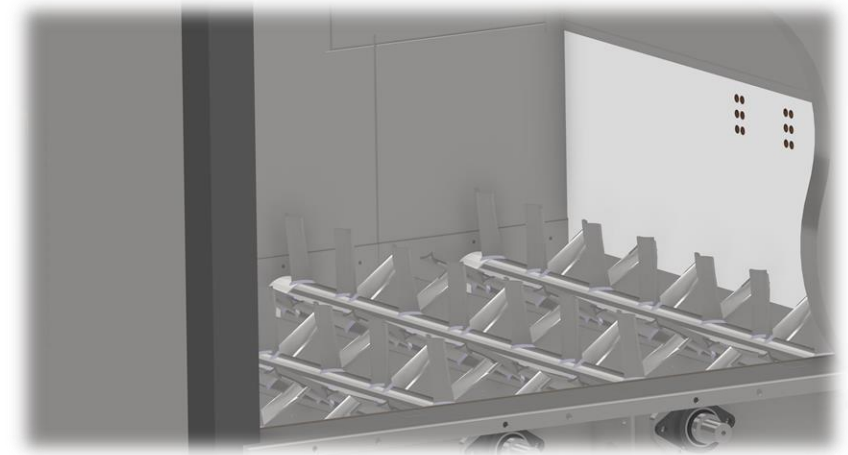


Backmixing Zone:

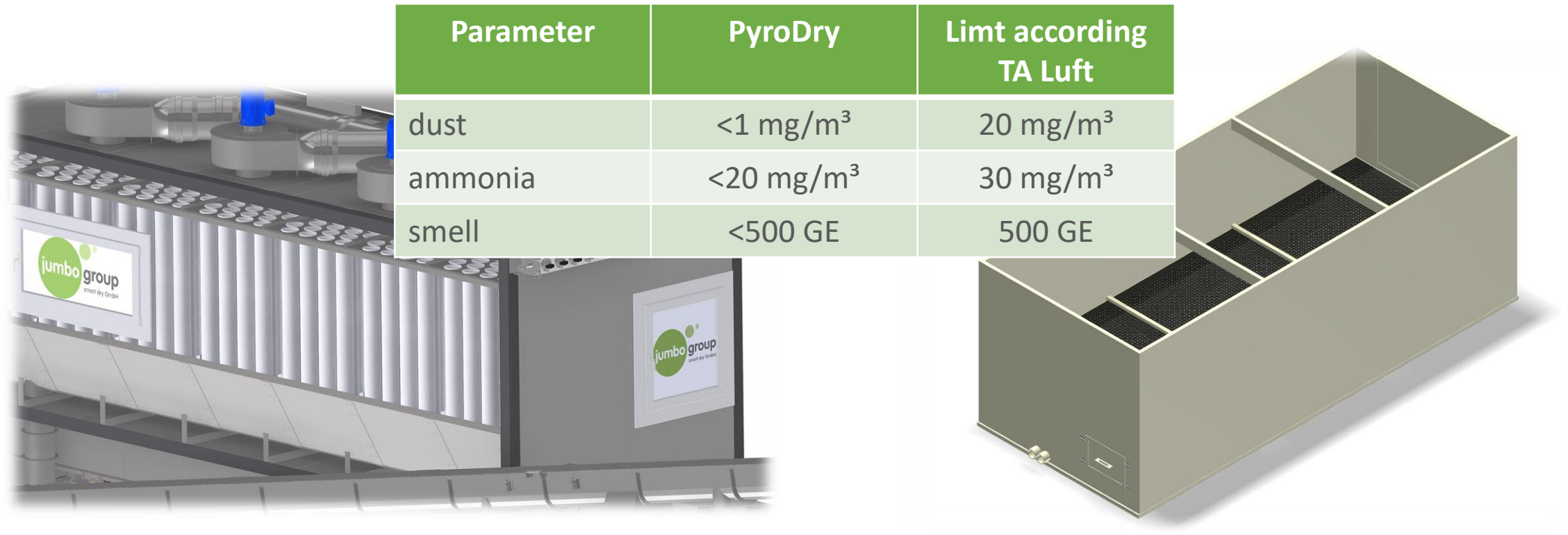
Back-mixing of dry to wet SS to prevent paste phase...

Drying Zone:

View of the throwing units which provide for the mixing and the transport



Exhaust air treatment of the dryer



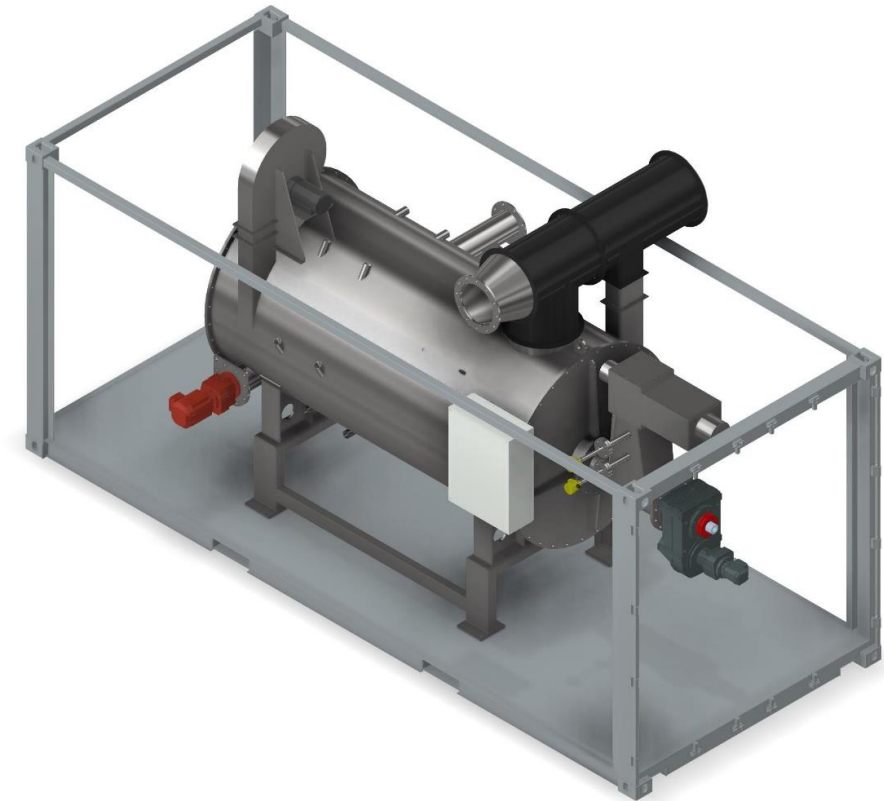
Fine dust fabric filters are located in the dryer. This ensures a **dust content** of the exhaust air < 1 mg/m³.

The saturated exhaust air is passed through a biofilter, where residual ammonia and odor are bound.

Pelletizing and thermal treatment



The pelletizing process was specially developed for sewage sludge and its specificity (high mineral content) and ensures a uniform and dust-free precursor for carbonization



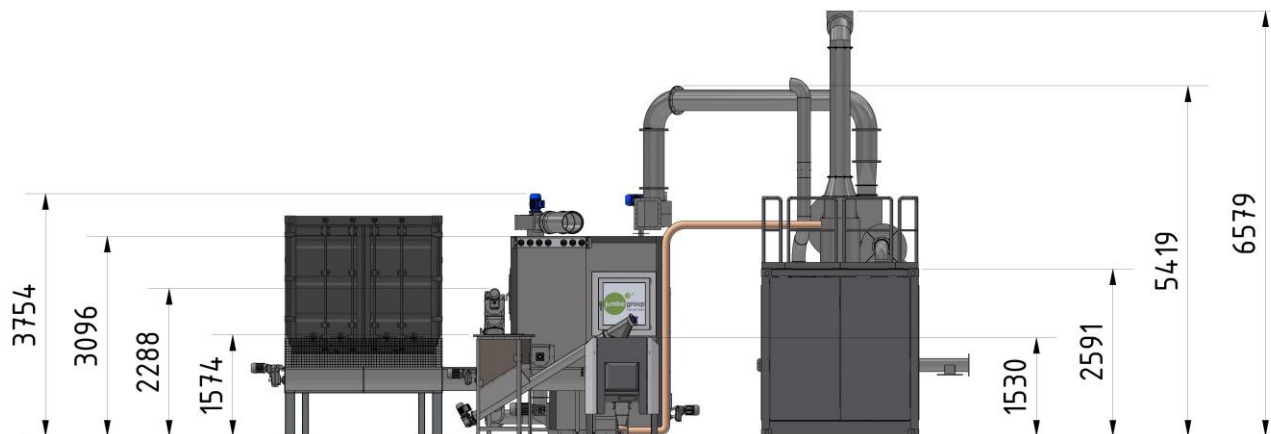
Thermal treatment takes place in the T:CRACKER® at about 500-600°C; organic contaminants are safely destroyed. The resulting flue gas is recycled to the dryer and Carbonisate is recovered as a solid valuable material.

Sizes and costs

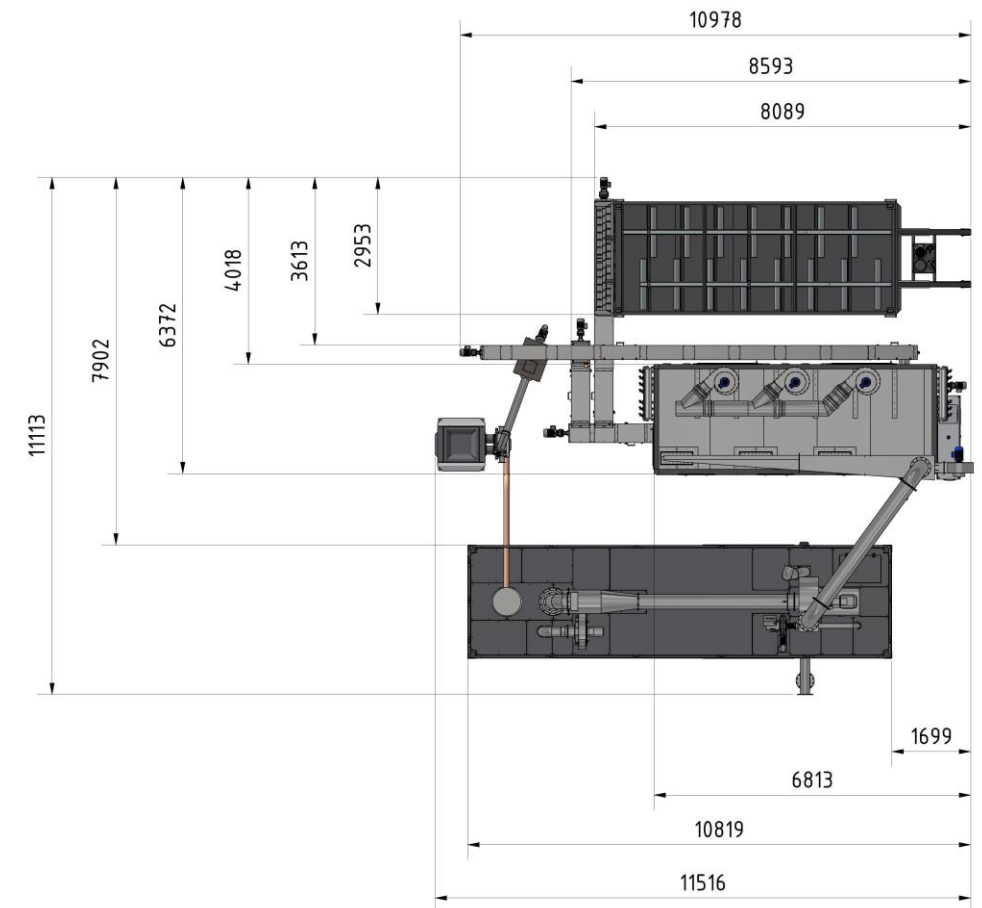
PyroDry Serie	throughput*[t/a]	Operating costs**[k€/a]
5000	3000-5000	110-130
3000	1500-2500	65-80
1500	750-1400	ca. 50
Micro	150-400	In Evaluierung

*dewatered sludge (25%TS) | approx. 12 MJ/kg | availability approx. 8000 h/a

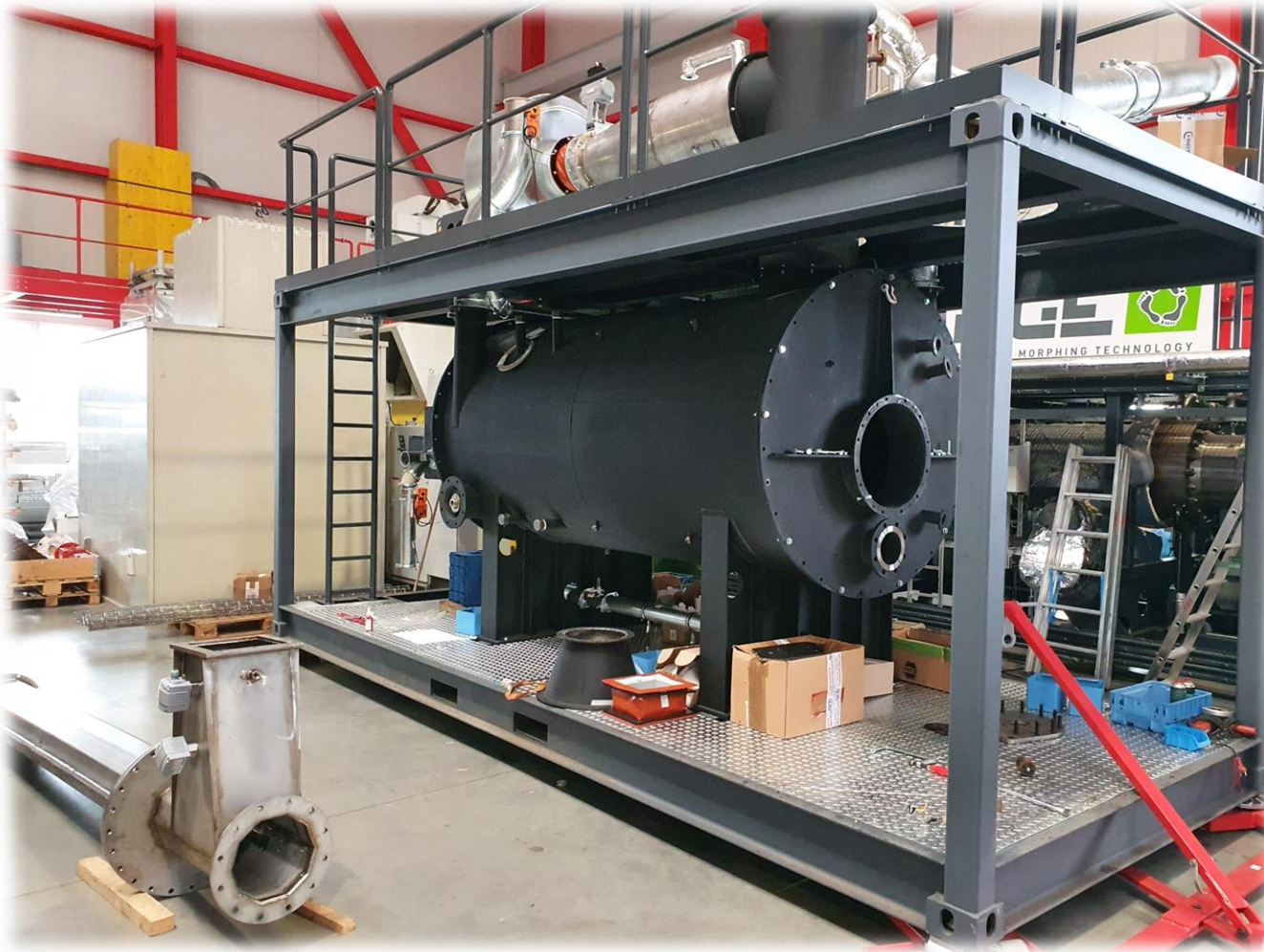
** Assumptions for the non-binding calculation. Determination: Electricity 12 ct/kWh; gas 4 ct/kWh; maintenance/wear approx. 4 €/h; personnel net 1-2 MM; purchase of carbonisate 20-30 EUR/t excl. transport (optional, also depending on SS quality).



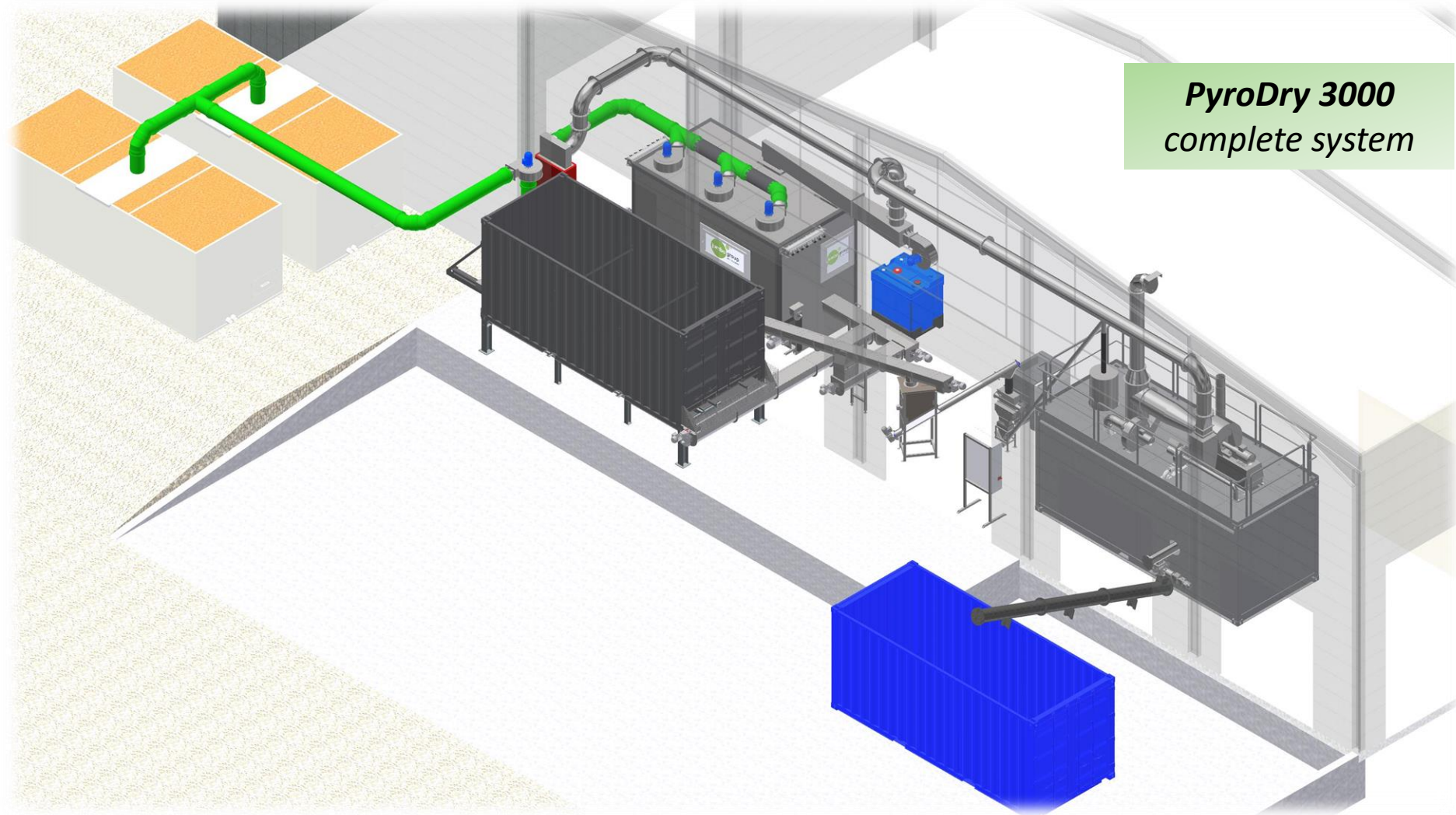
Footprint of a PyroDry 5000 | 15 x 15 x 5 m



Reactor for PyroDry 3000 ...



Test plant at Jumbo...



Logistical advantages

Dewatered sewage sludge
5,000 t/a (200-250 truck trips)



Carbonisate
675 t/a - approx. 1000 BigBags/a
(approx. 50 truck trips)



Application potential Carbonisate

Additive for earth production

- Structure builder/water retention
- Toxic adsorbent
- P-carrier

Activated carbon substitute

- Tests for 4th purification stage planned

Biogas plants - process stabilization

- Fe resp. Activ-C for H₂S “Detoxing” | P as fertilizer

Raw material for phosphorus recycling

- Thermal process incl. C-source | leaching process, whereby residual material with calorific value would be usable...

CO₂-neutral substitute fuel



Summary - USP's



- **Complete treatment (drying and thermal treatment)** of dewatered sewage sludge to an intermediate or final product in the most compact and energy-efficient (**thermal self-sufficiency!**) form.
- Plant technology tailored to the **fully automated operation** of a modern wastewater treatment plant from 10,000 to 100,000 p.e. or a medium-sized waste disposal company.
- **Modular design** with stepwise unit size of up to **5,000 t/a dewatered sludge** or approx. $450 \text{ kW}_{\text{therm}}$ thermal power of the carbonization unit.
- **specific drying capacity at 0.7 kWh/kg** water due to the Jumbo system; paired with highest heat efficiency **due to direct flue gas utilization**
- **Utilization of process engineering synergies** in the area of exhaust air purification - the dryer simultaneously functions as a flue gas purifier with **chemical separation of SO_2** by reaction of existing NH_3 from the drying process.
- Carbon content of the Carbonisate enables a **CO_2 sink** in the range of **0.7-0.9 t CO_2 per t Carbonisate!**
- **Various possibilities of further use of the Carbonisate** adapted to the individual quality of the wastewater treatment plants (keyword: phosphorus recycling)

Comparison sewage sludge – Carbonisat (1)

General data and nutrients ...



Parameter	unit	Sewage sludge (TM*)	Carbonisat
Dry residue	%	88,3	99
Ignition loss	%	61,0	18,6
pH value		8,0	6,0
Heat value	MJ/kg	11,6	7,7
N / NH ₄ -N	%	4,3 / 0,08	0,46 / <0,05
P as P ₂ O ₅	%	7,0	13,7
Ca as CaO	%	3,0	5,8

* DM... Dry Matter

Analytic data from a German waste water plant | 14.05.2021

Comparison sewage sludge – Carbonisat (2)

Heavy metals ...



Parameter	Unit	Sewage Sludge (DM)	Carbonisat	Limit (DüMV)
As	mg/kg	9,7	15,1	40
Pb	mg/kg	42,1	38,5	150
Cd	mg/kg	2,1	<0,5	1,5
<i>Based on P₂O₅</i>	<i>mg/kg</i>	<i>30,0</i>	<i>3,7</i>	<i>50</i>
Cr / Cr ^{VI}	mg/kg	210 / <0,1	300 / <0,1	- / 2
Cu	mg/kg	250	440	900
Ni	mg/kg	48	72	80
Hg	mg/kg	0,84	<0,05	1
Zn	mg/kg	1200	1600	4000
Thallium	mg/kg	0,21	<0,1	1

Comparison sewage sludge – Carbonisat (3)

Organische Inhaltsstoffe



Parameter	Unit	Sewage Sludge (DM)	Carbonisat	Limit (DüMV)
AOX	mg/kg	160	74,7	400
PCB (180)	mg/kg	<0,002	< NWG	0,1
TE-WHO PCDD/F + dl-PCB	ng TE/kg	4,8	<1,0	30
Perfluorierte Tenside (sum PFT)	µg/kg	8,5	< NWG	100
Summe 16 EPA-PAK	mg/kg	1,2	1,0*	<4 (EBC-Feed Klasse I)
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,1	<0,1*	1

* Analyse regards to the EBC standard (European Biochar Certificate) – only 3 institute in Europa are authorized ...



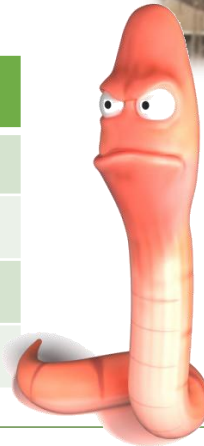
Backup - Carbonisate vs. artificial fertilizer

Uranium in artificial fertilizer - underestimated danger!

Parameter	$\mu\text{Sv/h}$	U mg/kg
Ambient radiation	0,13	
Carbonisate	0,13	2,3
Monoash	0,13	
Rock phosphate	0,15	27
Tripelsuperphosphate (48% P2O5)	0,22	188
NPK Fertilizer Complex 12/12/17	0,29	
NPK (S)- Fertilizer 15/15/15/7,5	0,31	

This makes the earthworm angry...

Parameter	pH-value 3g/60ml
Tripelsuperphosphate (48% P2O5)	3,16
Monoash	8,69
Rock phosphate	8,79
Carbonisate	8,80



The phosphate fertilizer does not start in Europe...

OCP-plant in Safi/Morocco...

Fine dust

Silicosis

Tooth fluorosis

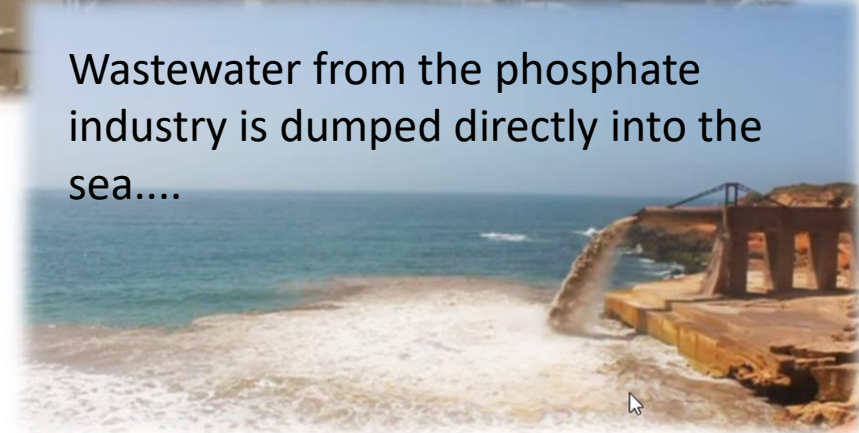
Poisonous U & Cd

Air und water pollution

...



Wastewater from the phosphate industry is dumped directly into the sea....



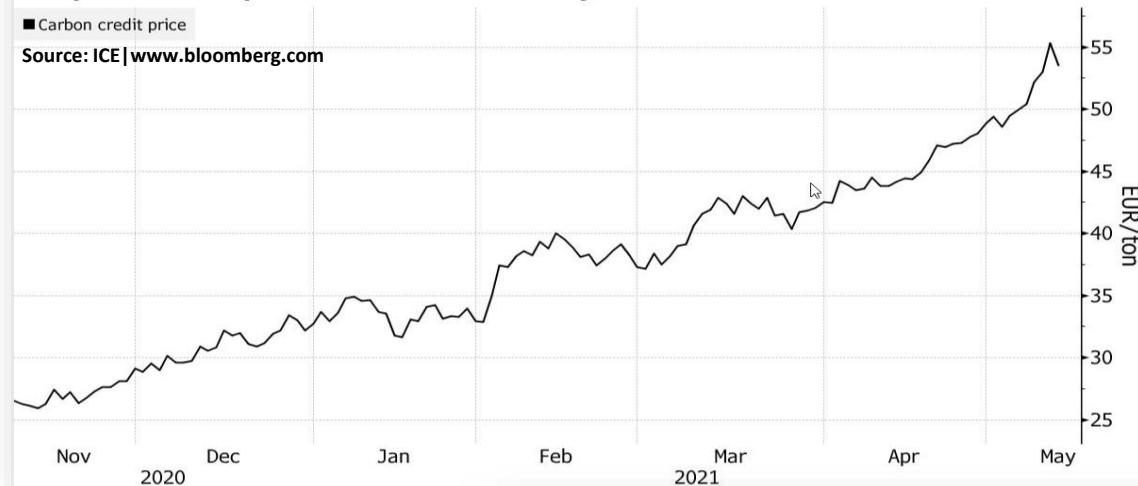
Backup – Bio CCS Potential

Record High

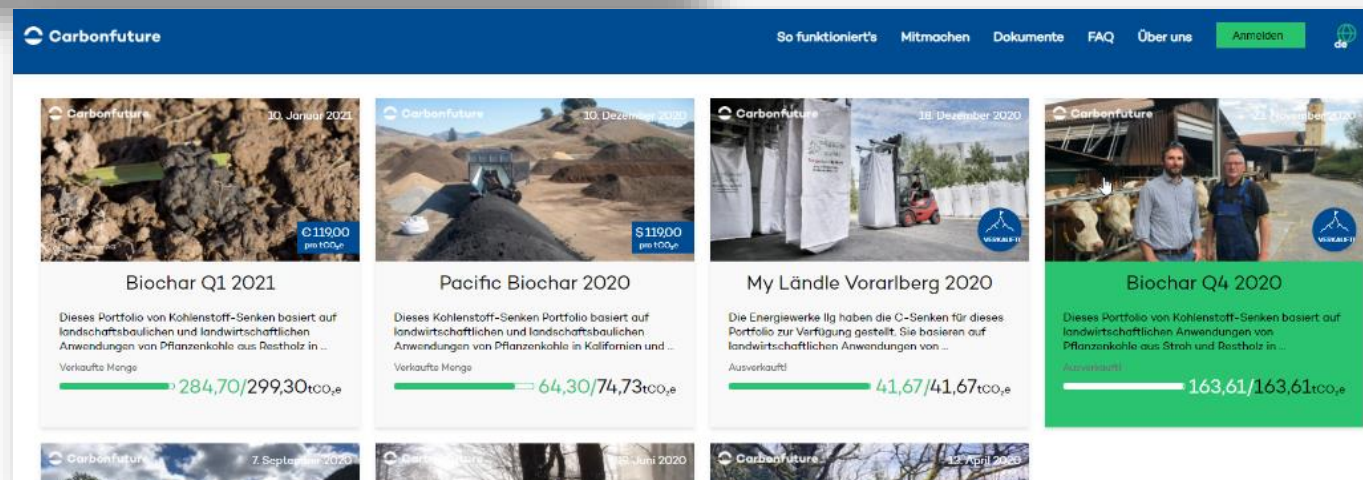
European carbon permits have soared this year

■ Carbon credit price

Source: ICE | www.bloomberg.com

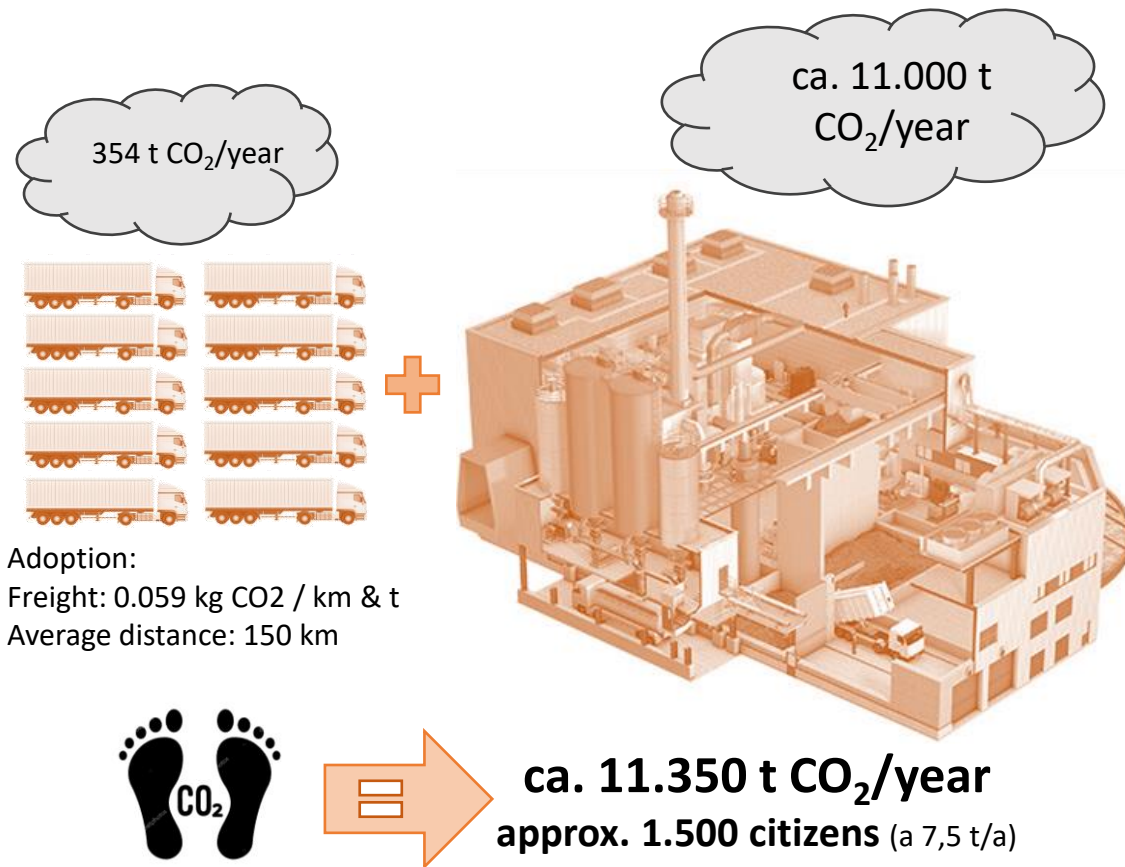


CO₂ – Sequestration
through biochar

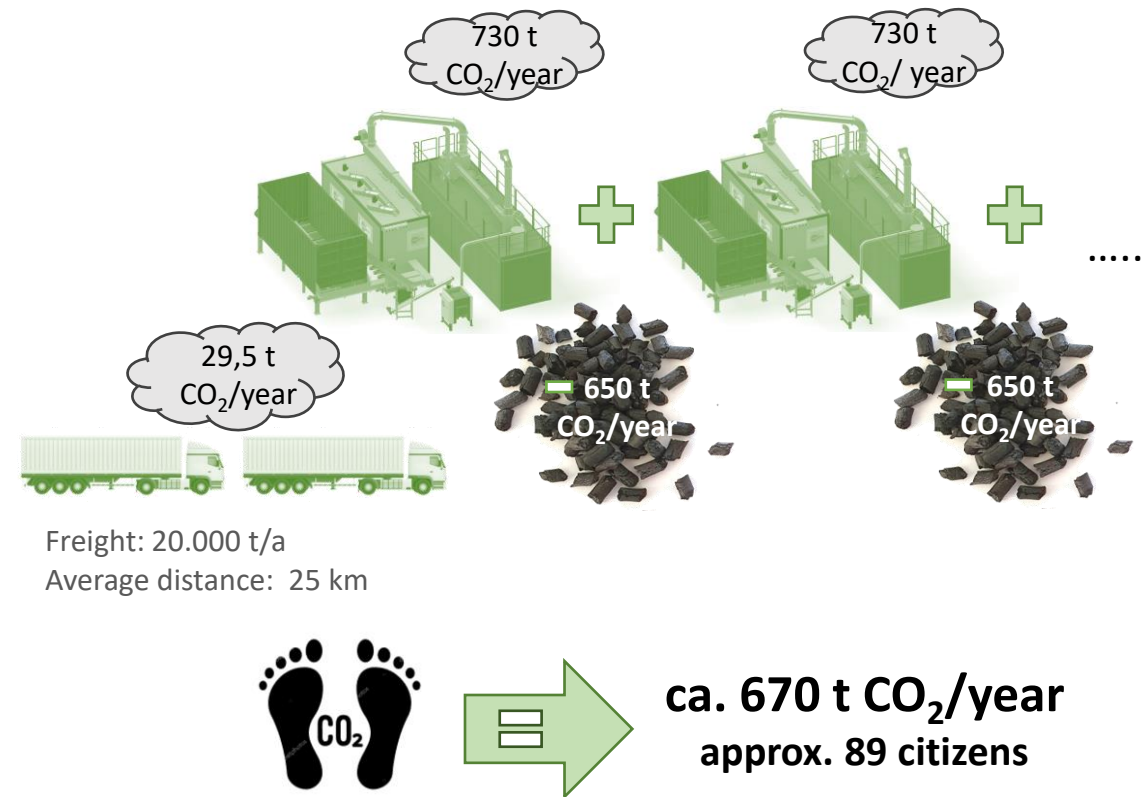


CO₂ footprint in comparison...

Monoincineration – 40.000 t/a dew. sludge



PyroDry® – 8 x 5.000 t/a dew. sludge



CO₂ savings potential...

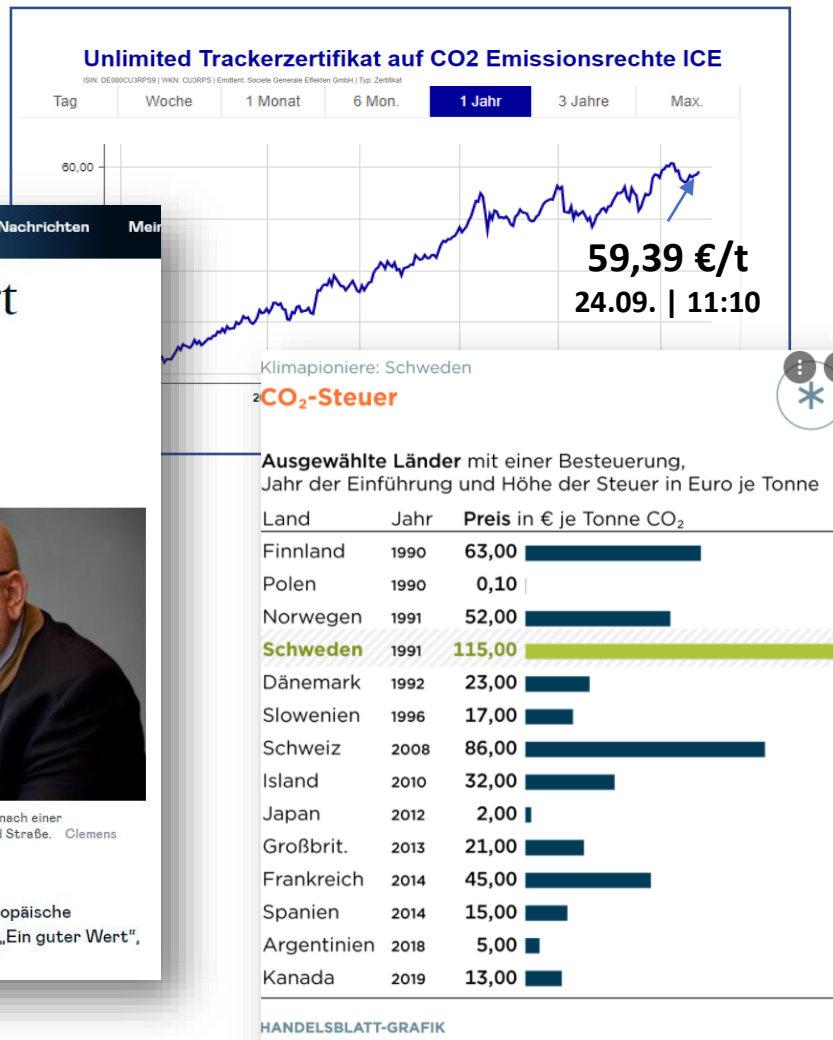
Die Presse Nachrichten Mein

ÖBB-Chef fordert höhere CO₂-Bepreisung im Gütertransport



ÖBB-Chef Andreas Matthä bekräftigt seine Forderung nach einer "Kostenwahrheit" im Gütertransport zwischen Bahn und Straße. Clemens Fabry/Die Presse

Derzeit kostet eine Tonne 50 Euro, die Europäische Investitionsbank will 2030 **dann 250 Euro**. „Ein guter Wert“, findet Andreas Matthä.



PyroDry® vs. Incineration

$\Delta\text{CO}_2 = 267 \text{ kg/t dew. sludge}$

Savings through PyroDry® at different CO₂ pricing...

CO ₂ Price [€/t]	Spec. Savings dew. sludge	Calculated for 40.000 t/a plant
59,39	15,86 €/t	634.400 €/a
115,00	30,71 €/t	1.228.400 €/a
250,00	66,75 €/t	2.670.000 €/a

**1 ha wood saves
ca. 6 t/a CO₂**

**Equivalent area
1.780 ha**

