

Biomasse = Abfall ?



Biomasse → Energie + Produkt!



In der heutigen Zeit stellt Biomasse eine wichtige Ressource dar und sollte daher nicht nur einfach kompostiert oder sinnlos verbrannt werden.

Unsere Drehrohr – Thermolyse – Systeme bieten eine effektive wirtschaftliche Umnutzung von vermeintlichen Abfallstoffen in hocheffiziente Energie und deren diverse Verwendungen.

Die nachfolgende Präsentation soll Ihnen einen Überblick über die Individualität der Einsatzmöglichkeiten geben.

Unterschiedliche Vorbereitung des Einsatzmaterials und DGE-Drehrohröfen von 300 Kg/h bis 2.000 Kg/h Materialdurchsatz, ermöglichen uns den kundenspezifischen Einsatz unserer standardisierten Anlagenkonzepte.

Zusätzliche mögliche Veredlungsprozesse der erzeugten Produkte erhöhen beträchtlich die Wirtschaftlichkeit.

Wählen Sie die Ihrer Meinung nach, zu Ihrer Problematik und Ihren Anforderungen passenden Komponenten aus und wir erstellen die auf Ihre Belange zugeschnittene Lösung.

Die **Kompostierung** ist das am häufigsten genutzte „Verfahren“ zur Biomasseentsorgung. Das bei aerober Zersetzung freigesetzte CO₂ ist als CO₂-bilanzneutral zu sehen.

Bei der anaeroben Zersetzung (**Faulen**) entsteht Methan welches bis zu 21-fach klimaschädigender als CO₂ wirkt.

Bei der CO₂-neutralen **Verbrennung** kann sehr viel Feinstaub entstehen. Je nach Zusammensetzung der Biomasse entstehen bei der Verbrennung neue Schadstoffe.
(Stroh → Dioxine)

Bei der **Torrefizierung** wird bei niedrigen Temperaturen (250-300°C) ein Teil der flüchtigen Bestandteile ausgetrieben und man erhält ein Produkt mit höherem Heizwert bei verringertem Volumen.
Je nach Prozeßführung muß Energie zugeführt werden.

Bei der **Thermolyse** werden alle flüchtigen Stoffe ausgetrieben und die organische Struktur (größtenteils) aufgebrochen, um einen möglichst hohen Anteil an Prozessgas zu bekommen. Als Feststoff erhält man einen mineralienhaltigen Koks, der u.a. als Bodenverbesserer CO₂-mindernd eingesetzt werden kann.

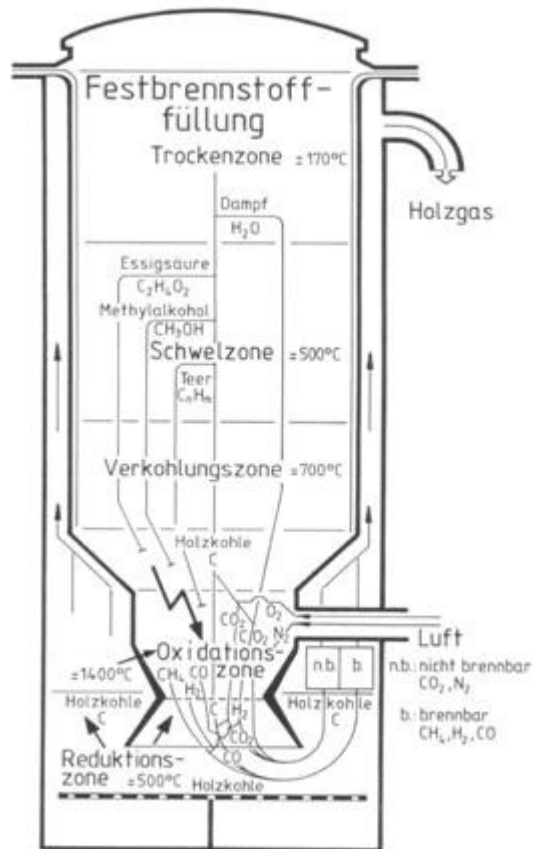
Bei der **Vergasung** werden alle kohlenstoffhaltigen Verbindungen gecrackt und es entsteht im Idealfall eine Gasmischung aus H₂ und CO. Bei Biomassen mit niedrigem Ascheschmelzpunkt ist der Einsatz allerdings kritisch.

CO₂-Äquivalent



Verfahren	Umsetzung des Kohlenstoffes	CO ₂ -Äquivalent	
Verrottung	50% CO ₂ 50% CH ₄	6,25	
Verbrennung	100 % CO ₂	1,00	
Vergasung	100 % CO	1,00	
Thermolyse	30 % CO ₂ 70 % C _{fix}	0,30	Bei Verwendung des C _{fix} als Bodenverbesserer, Farbstoff, Rohstoff, Energieträger

Grundlagen



Imbert Holzvergaser

Entnommen aus www.holz gibt gas.com

Bei der aus der Vergangenheit bekannten (Holz-) **Vergasung** wird idealerweise Sauerstoff und Dampf über ein Glutbett geführt. Hierbei entsteht ein Gas aus H₂ und CO.

In den meisten Vergasungsreaktoren wird allerdings Luft verwendet. Daher beinhaltet das Prozessgas einen hohen Anteil an Stickstoff und hat so einen vergleichsweise niedrigen Heizwert.

Bei der **Flash-Pyrolyse** wird das aufzugebene Produkt häufig im Wirbelbett schlagartig auf ca. 300-500°C erhitzt. Die typische Verweilzeit beträgt hierbei nur Sekunden.

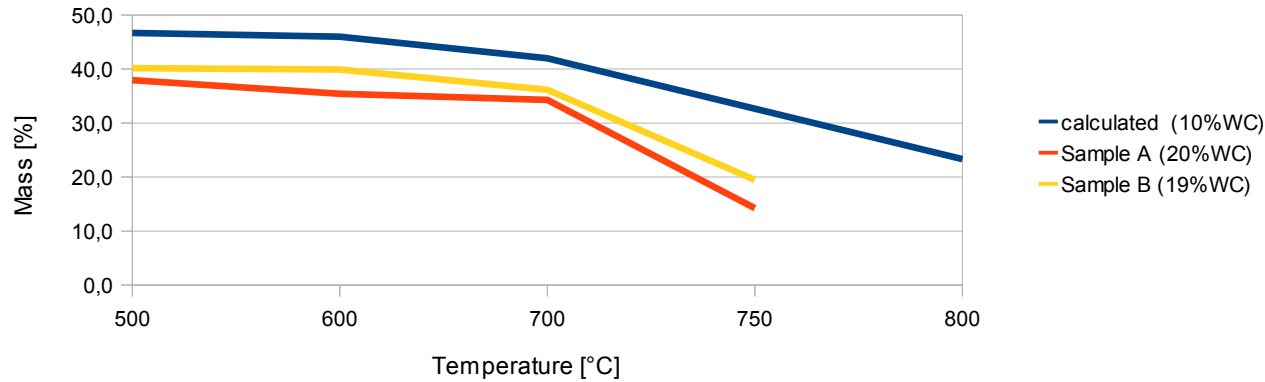
Bei der **Drehrohr-Thermolyse** wird das aufzugebene Produkt unter Luftabschluss langsam auf ca. 500°C erhitzt. Dabei zersetzt sich organisches Material in mehreren Stufen und es entsteht ein heizwertreiches Gas.

Die typische Verweilzeit im kontinuierlichen Reaktorraum beträgt 30 – 60 Minuten.

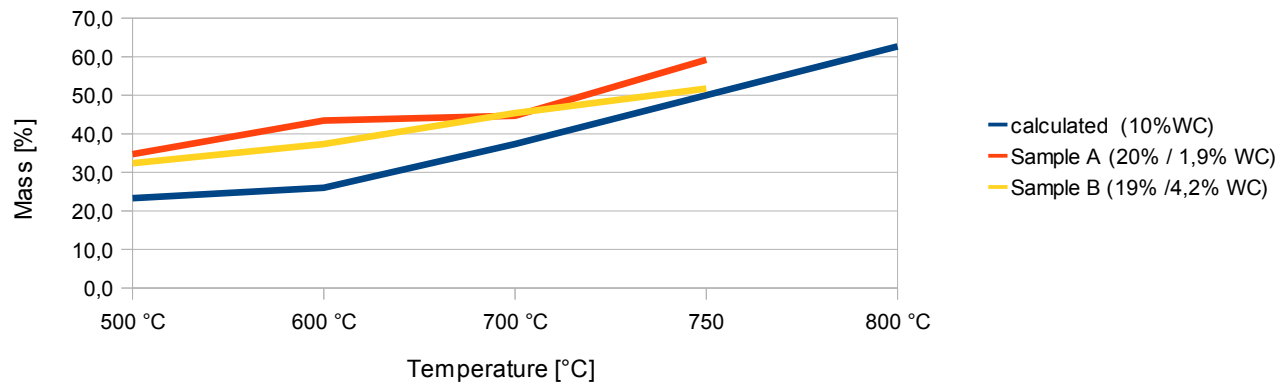
Testergebnisse



Oil (+water) amount

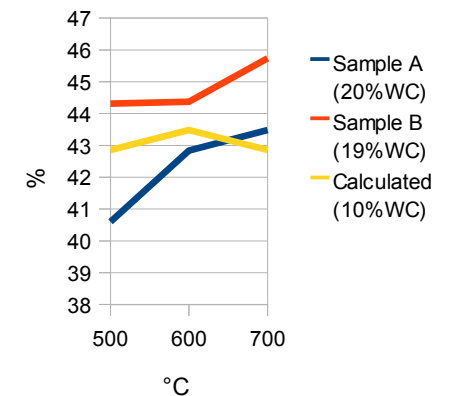


Permanent Gas Amount



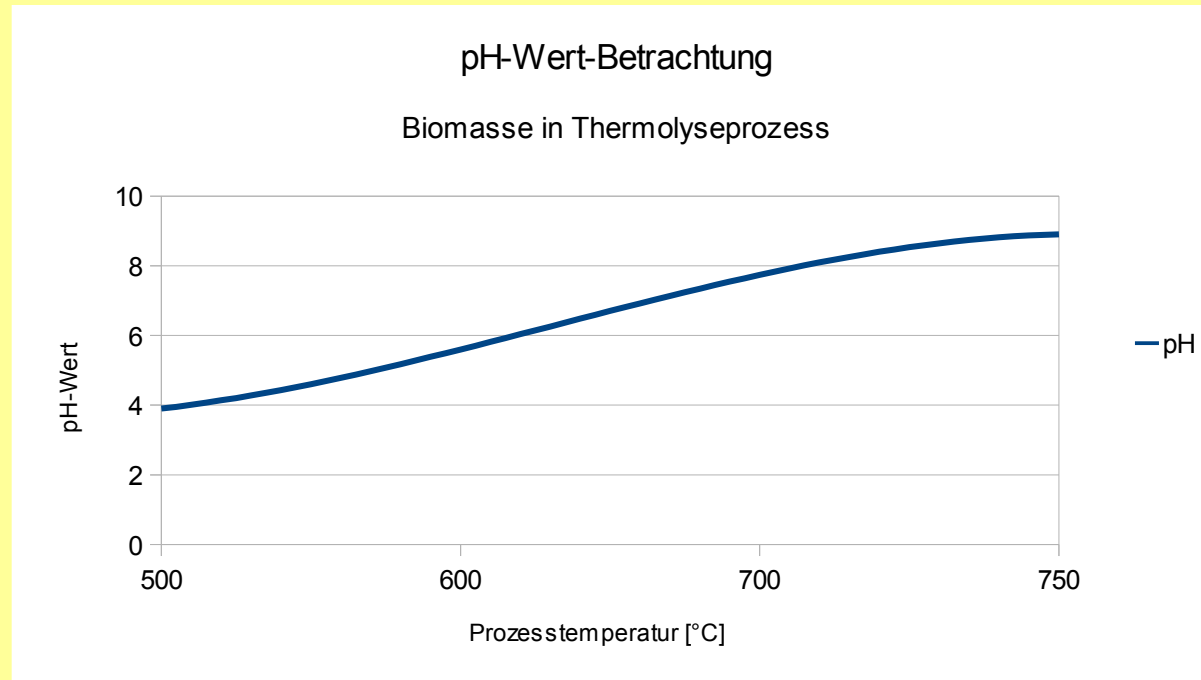
Water Content in Oil

rectified to 10% WC



Bitte beachten:
Selbst Bäume der gleichen Gattung weisen je nach Wuchsort und Jahr unterschiedliche Werte auf!

Pyrolyseöl = Korrosiv?

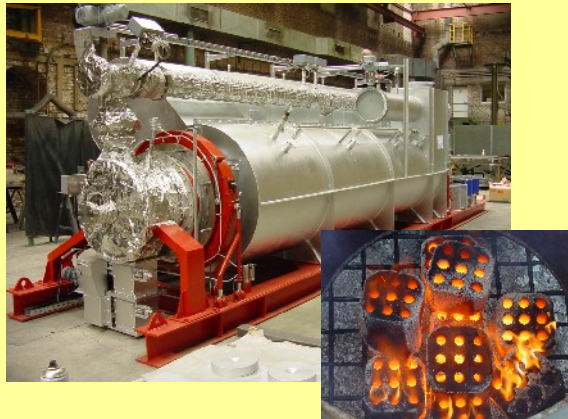


Bitte beachten:
Das häufig zitierte „namenlose“ Pyrolyseöl stammt in der Regel aus Flash-Pyrolyseversuchen, die deutlich unter 500°C stattfinden.

Drehrohr-Thermolyseanlagen



Drehrohr-Thermolyse ist eine bewährte Technik!



Reinigung kontaminierter Böden, Müllentsorgung, Braunkohlebehandlung, Altholzverwertung, Klärschlamm entsorgung, Aktivkohleregeneration, Alu-Fluff-Recycling, Altreifenentsorgung



Karbonisierung mit MINI-05

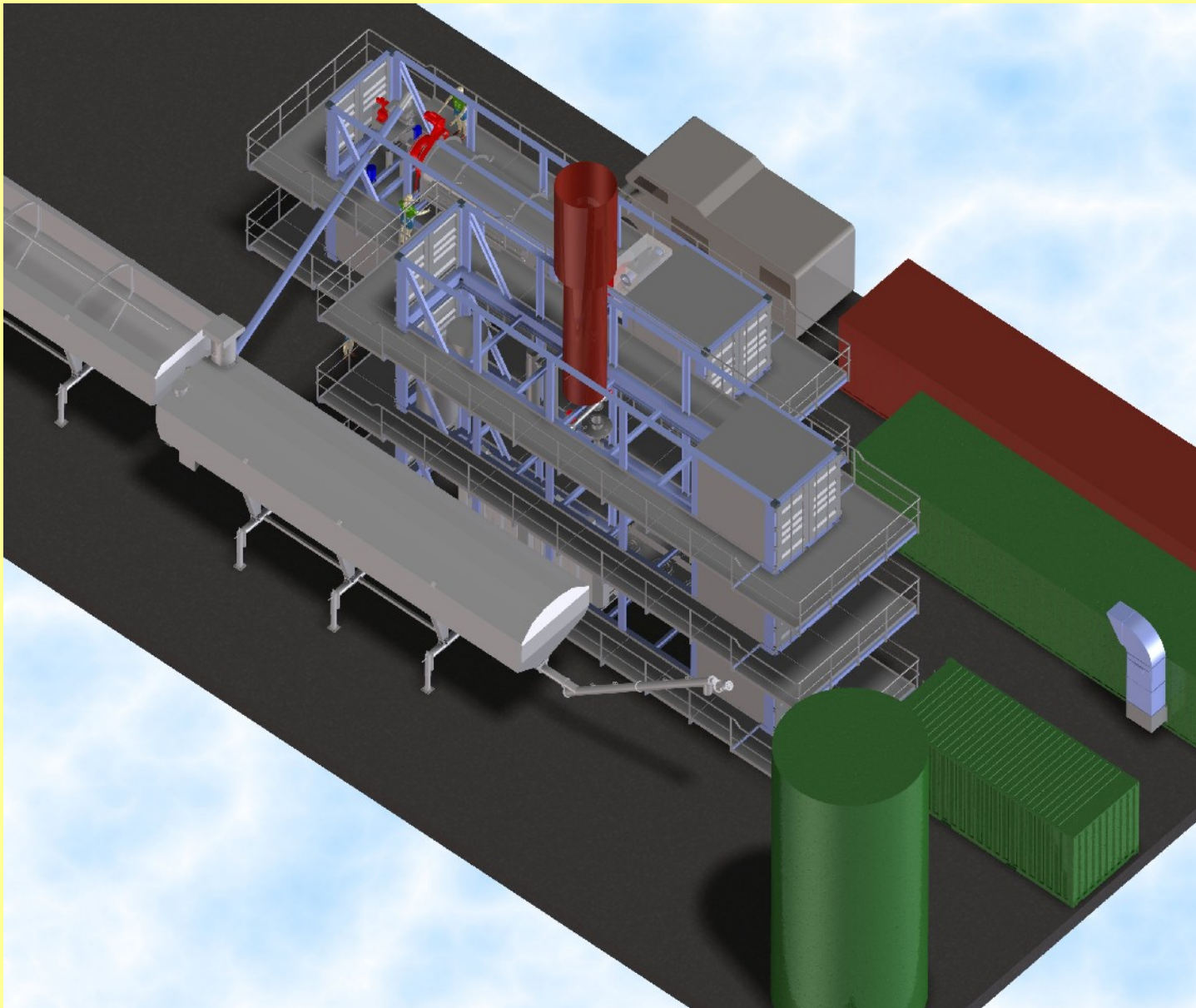
Input:	Braunkohle	25% WC
Output:	Koks	10% VM



Zielsetzung:

- ✓ Rauchfreies Kochen
- ✓ Einfaches Entzünden mit dem Feuerzeug
- ✓ Hitze für 2 bis 3 Stunden

Anlagentyp MINI-05



Daten

Komplett montiert, Turnkey
ab Werk

Durchsatz nom. 300 kg/h

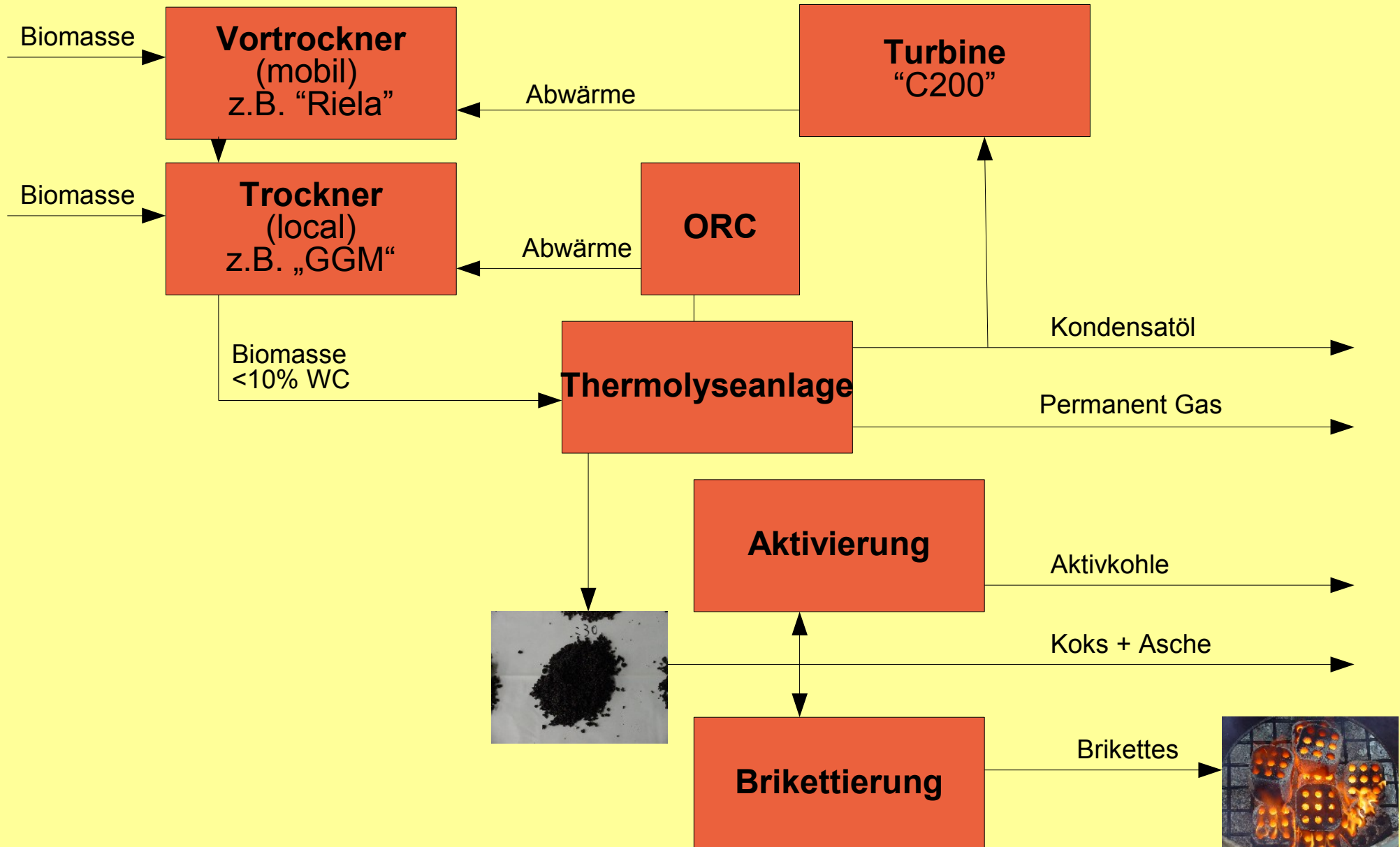
Korngröße < 20 mm
Verteilung beliebig

Semimobil:
→ Umsetzung in 2 Wochen
→ für normale LKW

Fernsteuerbar
Mannloser Betrieb möglich

Außenaufstellung auf
befestigter Fläche bzw.
Streifenfundamente

Biomasseverwertung



Mobiltrockner „Riela“



Getestete Produkte:

Eierschalen, Gärrückstände, Getreide, Holzschnitzel, Klärschlamm, Mais, Rindenmulch, Ton, Torf, Trester, Zuckerrübenschnitzel

Durch die Vorort-Trocknung wird das Transportgewicht des Entsorgungsgutes deutlich reduziert!

Daten

Typ	Schub-Wende-Trockner
Eintrag	700 kg/h < 50% WC
Verdampfung	250 kg/h
Medium	verschiedene
Energiebedarf	ca. 400 kW Warmwasser/Turbinenabgas
Platzbedarf	Auflieger

Vorteile:

- Stationär: Nutzung der Thermolyseabwärme
- Mobil: Nutzung der Abwärme einer integrierten Öl-Micro-Turbine

Trockner „GGM“



Daten

Typ	CDT 500
Eintrag	700 kg/h < 50% WC
Verdampfung	440 kg/h
Medium	Holzhackschnitzel
Energiebedarf	ca. 500 kW Warmwasser/Turbinenabgas
Platzbedarf	2x 40“ Container

Vorteile:

- Nutzung der Thermolyseabwärme
- Speziell für Holzhackschnitzeltrocknung

Trockner „VMPress“



Getestete Produkte:

Braunkohle, Hausmüll, Klärschlamm (< 60%WC), Lebensmittelreste, Plastikmüll

Daten

Typ

Eintrag 1.000 kg/h
< 60% WC

Verdampfung keine

Medium beliebig (mit Struktur)

Energiebedarf ca. 16 kW_{elektrisch}/t

Platzbedarf 40“ Container

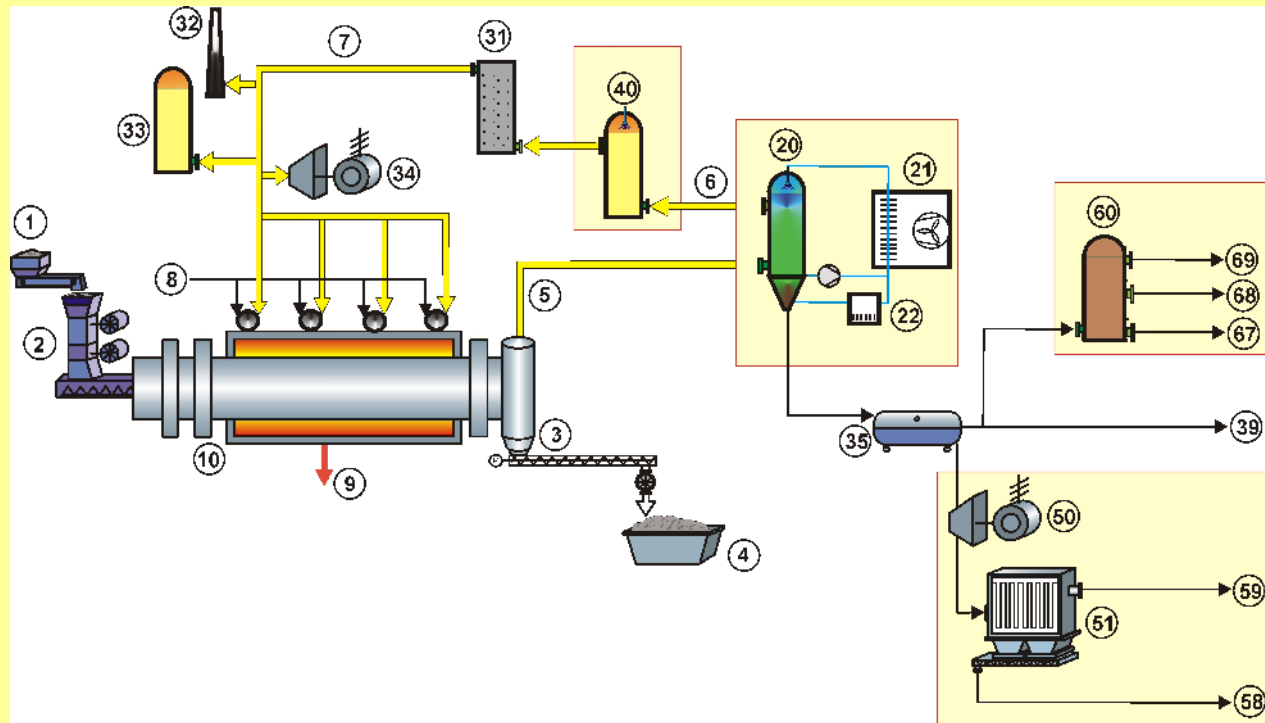
Vorteile:

- Sehr geringer Energieverbrauch
- Organischer Pressschlamm in der Regel für Biofermenter gut geeignet!
- Trocknung auf unter 10% WC (Plastik) und 20%WC (Hausmüll) möglich.

Organisch gebundenes Wasser ist nicht abpressbar!

Zum Cracken der Zellstruktur empfiehlt sich eine (partielle) Biofermentation, die nebenbei genügend Biogas erzeugt ...

Fließbild zum DGE-Prozeß



- 1 Vorlage
- 2 Eintragschleuse
- 3 Thermolyse-Koks heiß
- 4 Thermolyse-Koks kalt
- 5 Thermolyserohgas
- 6 Permanentgas
- 7 Permanentgas, gereinigt
- 8 LPG / Erdgas
- 9 Abgas

- 10 Drehrohreinheit
- 20 Kondensation
- 21 Kühler
- 22 Nebenstromfilter
- 31 Aktivkohlefilter
- 32 Notfackel
- 33 Gasspeicher
- 34 BHKW

- 35 Rohöltank
- 39 Thermolyserohöl
- 40 Entschwefelung
- 50 Öl-BHKW
- 51 Abgasfilter
- 58 Filterstaub

- 60 Destillationskolonne
- 67 Leichtölfraction
- 68 Heizölfraction
- 69 Schwerölfraction

Einflüsse auf den Thermolyseprozess

Durchsatz

Die Drehrohrabmaße limitieren das Produktvolumen im Reaktor.
Durch eine Verkürzung der Verweilzeit kann der Durchsatz erhöht werden.

Wassergehalt

“Je trockener desto besser!”
Die höchste Effizienz hat die Drehrohranlage
mit völlig trockenem Aufgabeprodukt.

**Prozeß-
Parameter:**

Temperaturen
Atmosphäre
Drehzahl
Füllstand

Verhältnis
Gas - Öl - Koks

Höhere Prozeßtemperaturen erzeugen einen
höheren Gas/Öl-Anteil.
Niedrigere Temperaturen erhöhen den
Feststoffausstoß.

Eintragsqualität

Kohlenwasserstoffe werden je nach Temperatur gecrackt.
Enthaltene Mineralien und Schwermetalle bleiben
unverändert. (Ausnahme Hg, Cd)

Produktqualität

Das erhaltene Produkt hat verfahrensbedingt einen
höheren Prozentsatz an, im Aufgabeprodukt
enthaltenen, Mineralien und Schwermetallen.

Verfahrensvorteile der Drehrohrthermolyse



Technische Gründe

- Reaktortemperatur deutlich unter Schlackenschmelzpunkt.
- Kein Ballast an Stickstoff (→ hoher Heizwert)
- Kontinuierliche Durchmischung des Produktes
- Korngröße ist im weiten Bereich wählbar
- Durch die externe Gasnutzung ist der DR-Reaktor „frei parametrierbar“
- Prozess-bedingte Zerstörung von Dioxinen und Furanen

Wirtschaftliche Gründe

- Beliebiges (trockenes) organisches Material einsetzbar
- Keine Probleme mit Antibiotika (→ Biogasanlagen)
- Entsorgung von Problem-Biomassen (z.B. Pferdemit, Verschimmeltes)
- Entziehung von potentiell CO₂ aus dem Kreislauf (→ CO₂-Zertifikate)

Produkte statt Abfall



Permanentgas

- Prozesswärme für eigenen Prozess
- Prozesswärme für Trockungsprozesse
- Wärme für Kältemodul, ausreichend für 100-Betten Gebäude
- Turbinentreibstoff (→ Stromerzeugung)

Kondensatöl (Rohölpreis liegt aktuell bei 500 €/to)

- Treibstoff (→ Stromerzeugung)
- Treibstoff für eigene Geräte
- Rohstoff für chemische Industrie

Koks (je nach Qualität 150 – 2.500 €/to)

- Farbstoff in der Zementindustrie (150 €/to)
- Rußersatz in der chemischen Industrie (gemahlen ca. 500 €/to)
- Koksersatz in der metallurgischen Industrie
- Basis für Aktivkohleherstellung (aktiviert ab 700 €/to)
- Bodenverbesserer (Terra Preta)
- Bio-Grillkohle

CO2-Zertifikat (aktuell bei 15 €/to CO2)

MINI-05 mit Biomasse

Eintrag: Biomasse 300kg/h = 1.440 kW

Permanentgas

- 100 kW Prozesswärme für eigenen Prozess
- 100 kW Prozesswärme für Trockungsprozesse oder
- Wärme für Kältemodul
- 30 kW Treibstoff (→ Stromerzeugung)

Kondensatöl (460 kW / 80 kg/h)

- Treibstoff (→ Stromerzeugung)
- Treibstoff für eigene Geräte
- Chemische Industrie

Koks (750 kW / 90 kg/h)

- Rußersatz in der chemischen Industrie
- Kokersatz in der metallurgischen Industrie
- Basis für Aktivkohleherstellung
- Bodenverbesserer (→ Terra Preta)
- Bio-Grillkohle

CO₂-Zertifikat (CO₂-Reduzierung 1.800 to/a)

Entspricht ca. 160 Durchschnittsbürgern

Bitte beachten: Gerade bei Biomassen kommt es zu deutlichen Schwankungen!

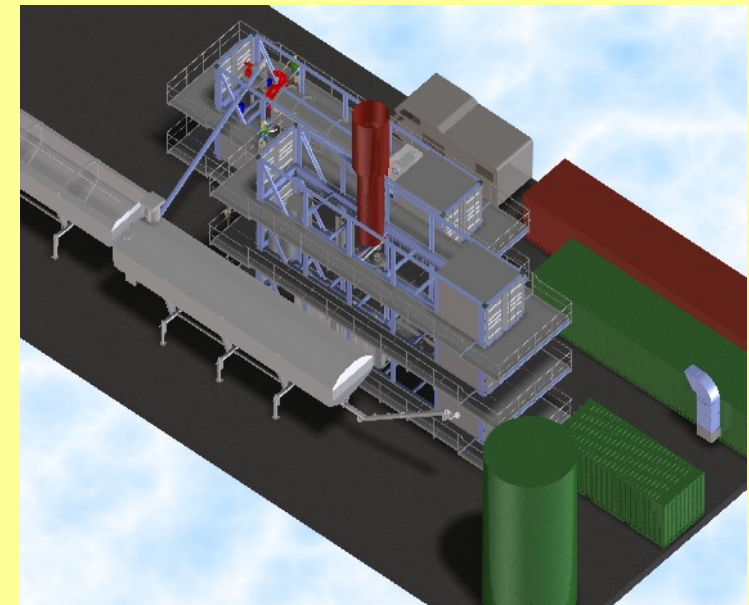
DGE-Anlage „MINI-05“



Daten

Typ	MINI-05
Eintrag	< 300 kg/h < 10% WC
Medium	nicht klebend
Energie	ca. 50 kW _{el.}
Platzbedarf	15 m x 25 m

MINI-05 Durchsatz		300 kg/h	13.20 MJ/kg	3,960 MJ/h	1,100 kW
Permanentgas	39%	117 kg/h	11.20 MJ/kg	1,310 MJ/h	364 kW
Pyrolyseöl	39%	117 kg/h	16.00 MJ/kg	1,872 MJ/h	520 kW
Pyrolysekoks	22%	66 kg/h	11.79 MJ/kg	778 MJ/h	216 kW



**Das Verhältnis Öl zu Gas ist zu überprüfen!
Die Werte werden je nach Aufgabematerial variieren!**

DGE-Anlage „MAXI-09“



Daten

Typ	MAXI-09
Eintrag	1.000 kg/h < 10% WC
Medium	nicht klebend
Energie	ca. 300 kW _{el.}
Platzbedarf	30 m x 50 m

MAXI-09 Durchsatz		1,000 kg/h	13.20 MJ/kg	13,200 MJ/h	3,667 kW
Permanentgas	39%	390 kg/h	11.20 MJ/kg	4,366 MJ/h	1,213 kW
Pyrolyseöl	39%	390 kg/h	16.00 MJ/kg	6,240 MJ/h	1,733 kW
Pyrolysekoks	22%	220 kg/h	11.79 MJ/kg	2,594 MJ/h	721 kW



**Das Verhältnis Öl zu Gas ist zu überprüfen!
Die Werte werden je nach Aufgabematerial variieren!**

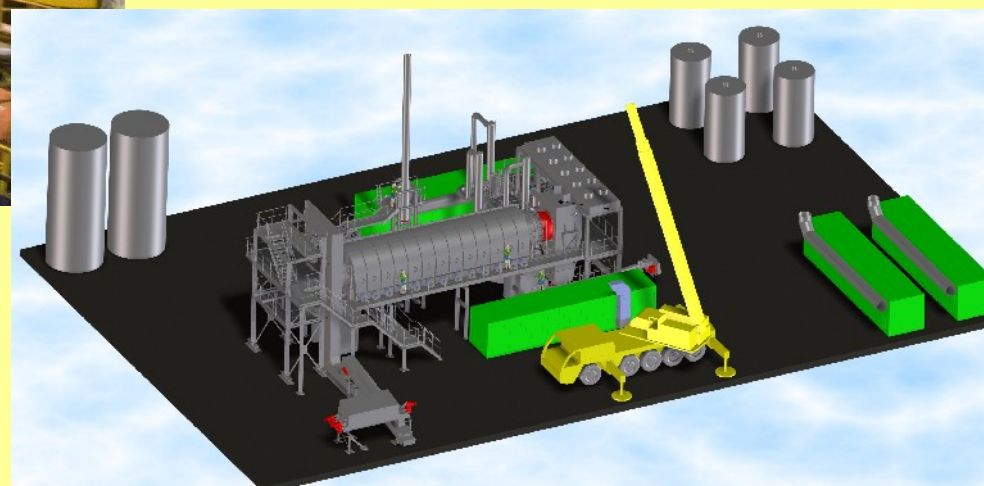
DGE-Anlage „MASTER-12“



Daten

Typ	MASTER-12
Eintrag	2,000 kg/h < 10% WC
Medium	nicht klebend
Energie	ca. 400 kW _{el.}
Platzbedarf	30 m x 60 m

MASTER-12 Durchsatz		2,000 kg/h	13.20 MJ/kg	26,400 MJ/h	7,333 kW
Permanentgas	39%	780 kg/h	11.20 MJ/kg	8,732 MJ/h	2,426 kW
Pyrolyseöl	39%	780 kg/h	16.00 MJ/kg	12,480 MJ/h	3,467 kW
Pyrolysekoks	22%	440 kg/h	11.79 MJ/kg	5,188 MJ/h	1,441 kW



**Das Verhältnis Öl zu Gas ist zu überprüfen!
Die Werte werden je nach Aufgabematerial variieren!**

Aktivierung „MINI-05“



Die Aktivierungsanlage basiert auf der MINI-05 mit folgenden Modifikationen:

- Hochtemperaturmantel und -gehäuse
- Verbesserte Isolierung für höhere Temperaturen
- Brenner-Kühler-System für sicheren Betrieb

MINI Durchsatz		200.0	129.6	1,555.2
		[kg/h]	[Tons/Month]	[Tons/Year]
Aktivkohle	66%	132.0	85.5	1,026.4
Syngas	34%	68.0	44.1	528.8

Streubreite der aktiven Oberfläche



450 m²/gr.

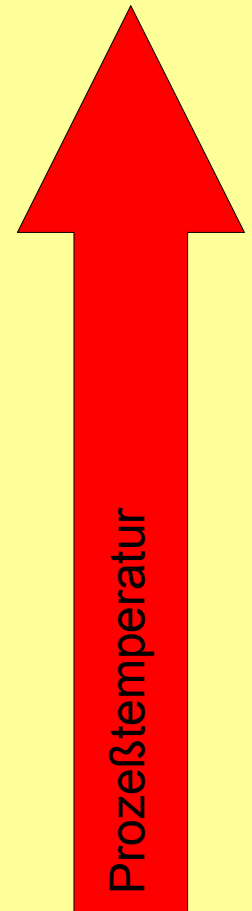
Erreicht im Labordrehrohrföfen...

300 m²/gr.

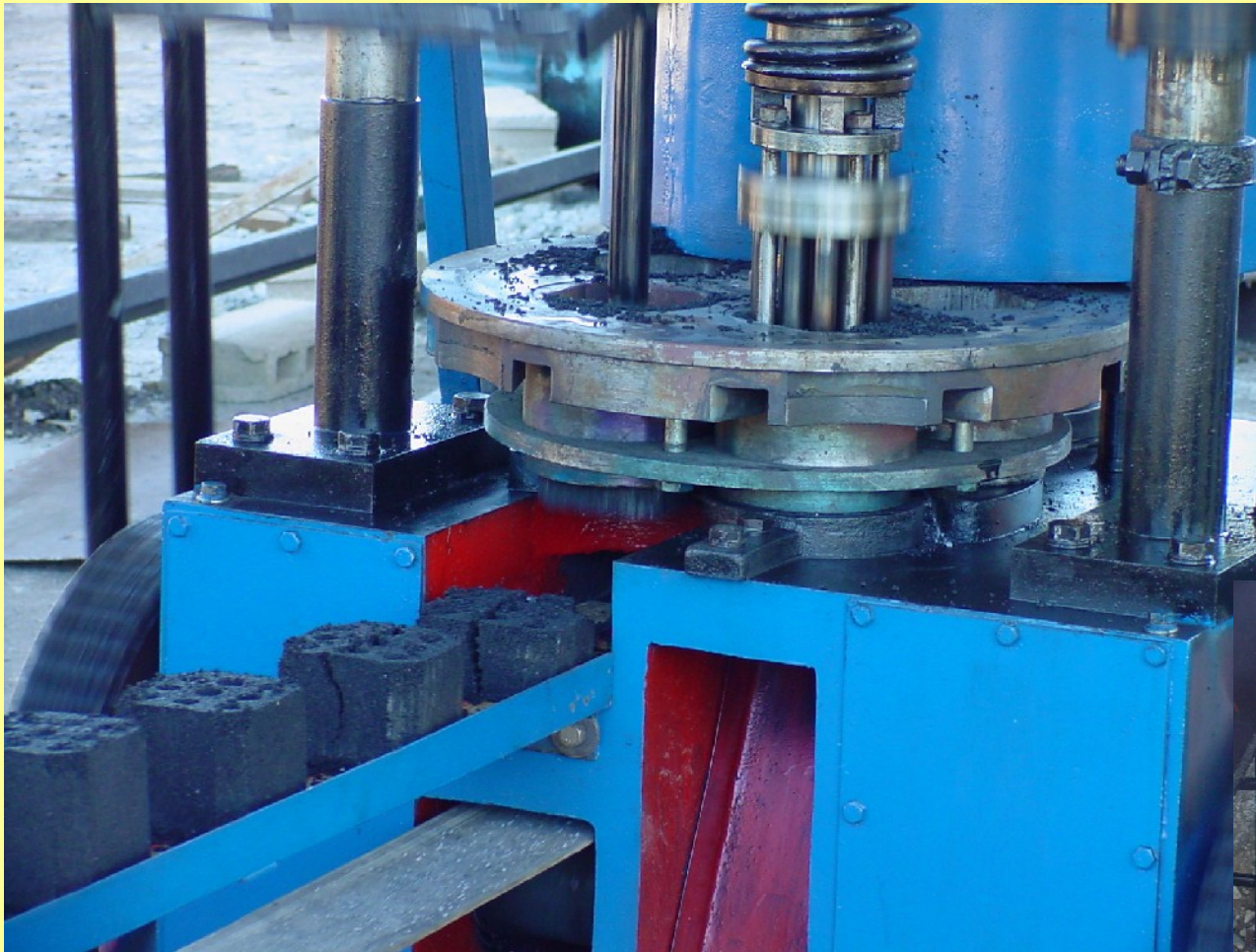
MINI Durchsatz		200.0	129.6	1,555.2
		[kg/h]	[Tons/Month]	[Tons/Year]
Aktivkohle	66%	132.0	85.5	1,026.4
Syngas	34%	68.0	44.1	528.8

< 50 m²/gr.

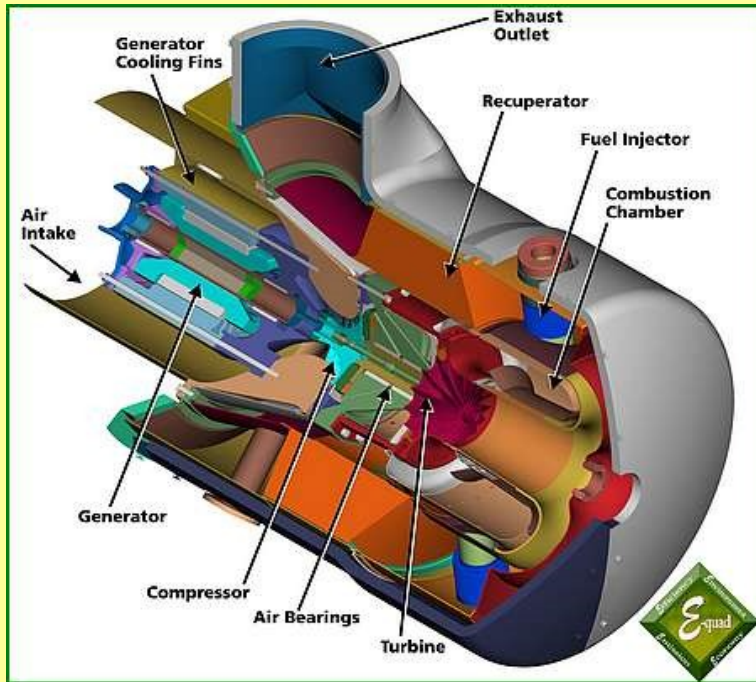
MINI Durchsatz		200.0	129.6	1,555.2
		[kg/h]	[Tons/Month]	[Tons/Year]
Aktivkohle	95%	190.0	123.1	1,477.4
Syngas	5%	10.0	6.5	77.8



Brikettierung des Kokses



Stromerzeugung 1



In Kooperation mit dem deutschen Distributor von Capstone treibt DGEngineering den Einsatz von Mikroturbinen für den Einsatz von Kondensatöl und Permanentgas voran.

Folgende Punkte sind Vorteile dieser Technologie:

- Keine Schmieröle, die regelmäßig ausgetauscht werden müssen.
- Luftlagerung für verschleißfreie, lange Lebensdauer
- Keine Kolben oder schleifenden Bauteile
- Hohe Regelbandbreite von 10 – 100%
die eine bedarfsgerechte Produktion erlauben
- Hohe Abgastemperaturen (280°C),
die für Dampferzeugung und Trocknung genutzt werden können

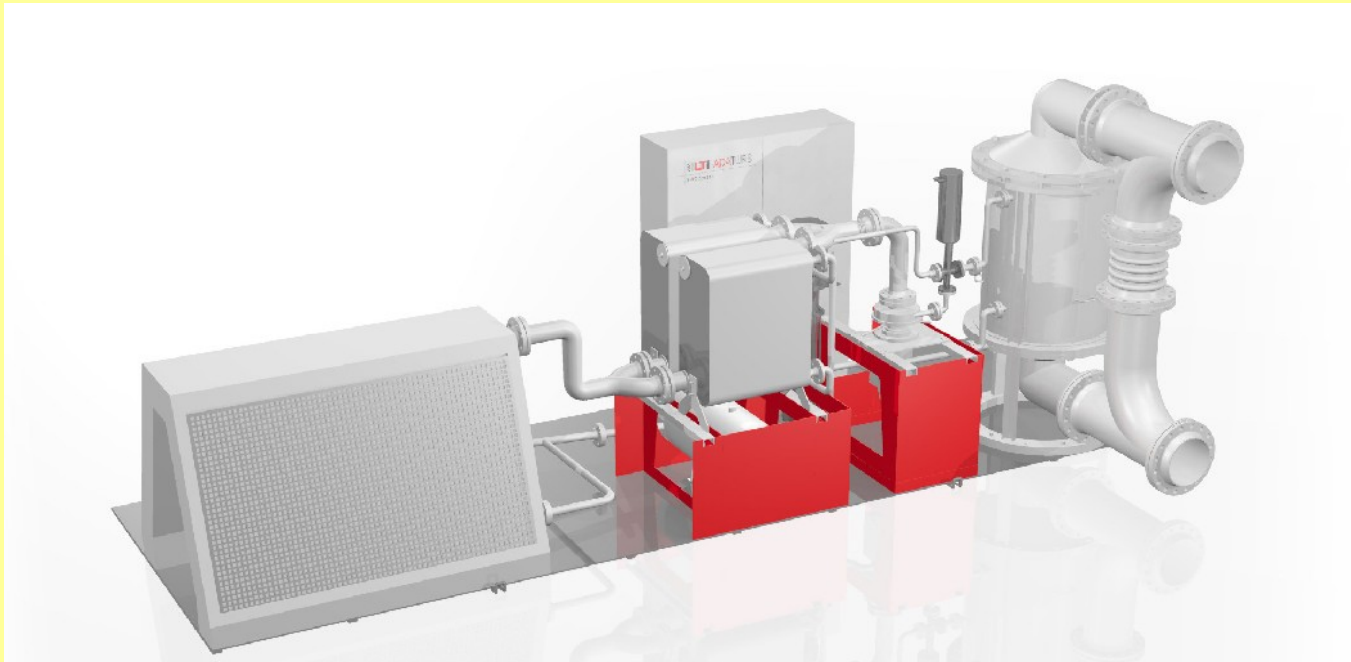


Stromerzeugung 2

Mit einer ORC-Einheit der z.B. Firma LTi Adaturb kann die Abwärme des Prozesses auch zur Stromerzeugung genutzt werden.

Der KWK-Bonus wird für Anlagen mit thermischer und elektrischer Nutzung gewährt.

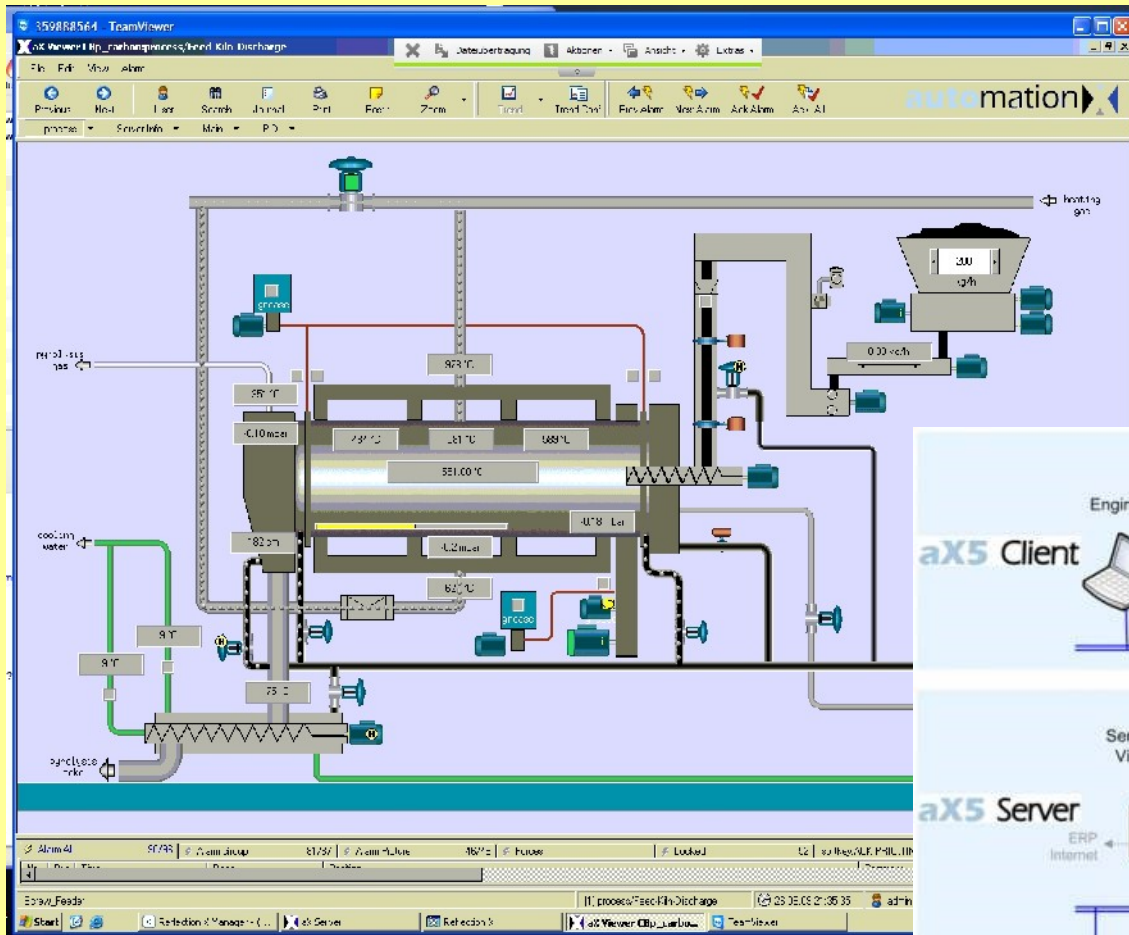
Damit kann für die komplette genutzte Abwärme der KWK-Bonus erhalten werden.



Daten

Typ	TG 30 DV1
Energie	netto ca. 30 kW _{el.}
Platzbedarf	20" Container

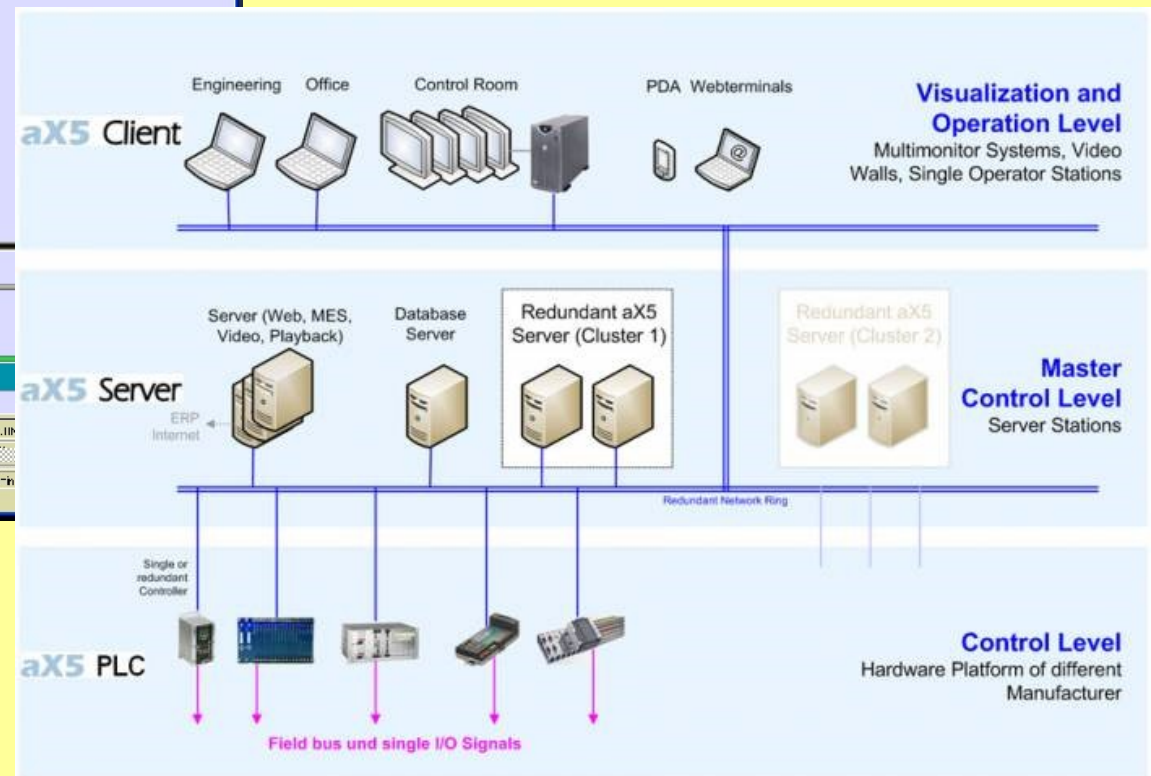
Prozeß-Leit-System



Das AutomationX ist ein industriell erfolgreiches Steuerungs- und Leitsystem.

Die Anlagen werden in der Regel durch lokales Personal bedient.

Für Optimierung oder Fehlerbehebung ist ein Remote-Zugriff über eine geschützte VPN-Leitung via Internet möglich.



Personalbedarf

	Ingenieur Pro Schicht	Techniker Pro Schicht	Helfer Pro Schicht	Schichten	Total
Mobile Vortrocknung	0	1	2	2	6
Stationäre Vortrocknung	0	0	1	5	5
Thermolyseanlage	1	0	1	5	10
Brikettierung	0	1	1	1	2
Stromerzeugung Öl-Turbine	0	0	0	0	0
Stromerzeugung Gas-Turbine	0	0	0	0	0
Total	5	3	15		23

Zuschußmöglichkeiten (Deutschland 2011)



Nicht alle biogenen Wertstoffe werden mit dem Bonus für nachwachsende Rohstoffe bedacht.

NaWaRo-Bonus

- Miscanthus
- Maishäcksel
- Heu, Silage
- Pferdemist
- Pelletausschuss
- F+K-Holz, Waldrestholz
- Rinde
- Getreideausschuss

Negativliste

- Getreide
- Heintiermist
- Säge- & Hobelspäne
- Schlempe
- Gemüseabputz
- aussortiertes Gemüse
- aussortierte Kartoffeln

Nicht alle Wärmenutzungen werden mit dem Bonus gemäß EEG bedacht.

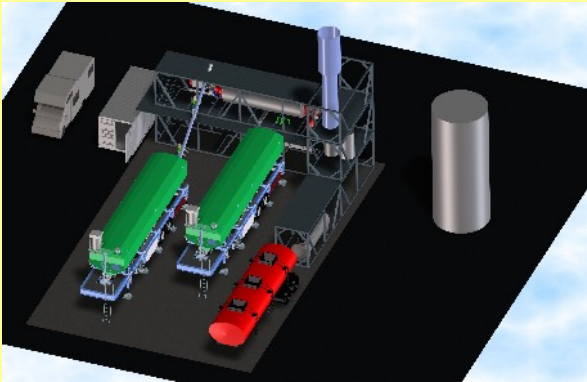
Positivliste

- Beheizung von Gebäuden
- Netzeinspeisung
- Nutzung als Prozesswärme
- Beheizung von Tierställen
- Beheizung von Unterglasanlagen

Negativliste

- Beheizung von Gebäuden
- Beladung von Wärmespeichern
- Abwärmenutzung ORC

Einsatzmöglichkeiten der MINI-05



Der semimobile Anlagentyp MINI-05 kann überall dort sinnvoll eingesetzt werden, wo integrierte Wärmekonzepte benötigt werden, sowie Biomassen anfallen, die entweder kostenlos anfallen oder bisher teuer entsorgt werden mussten.

Mögliche Anlagen sehen wir bei folgenden Standorten:

- Hackschnitzeltrocknung (ca. 5.000 Jahrestonnen W50)
- Pferdegüter (ca. 300 – 400 Pferde)
- Freizeitanlagen
- Lebensmittelindustrie (ca. 500kg/h Dampf)
- Dorfgemeinschaften (ca. 80 - 100 Wohneinheiten)
- Gewächshäuser (Warmluftmenge ca. 800 kW)
- Energiewirte (Hofgröße 100 – 150 ha)

T-Kit: Dampf / Heisswasser



Abwärmenutzung zur Dampf- bzw. Heisswassererzeugung.
Lebensmittelproduktion, Wäscherei,

T-Kit: Kühlung



Photo by Katharina Wieland Müller @ PIXELIO



Abwärmenutzung zur Klimatisierung von Gebäuden.
Mit der MINI: 100-Betten-Hotel oder Dorfkühlhaus bis -4°C

T-Kit: Cool-Churns



Regenerationsequipment Regeneration equipment

Heizmanschette
2-3 CoolChurns /
Batch

Heating Collar
2-3 CoolChurns /
Batch



Gasbetriebener oder elektrischer Ofen
15-32 CoolChurns / Batch

Gas driven or electrical oven
15-32 CoolChurns / Batch



Regenerationsequipment Regeneration equipment

Kontinuierlicher gas betriebener Ofen
60-120 CoolChurns / h

Continuous gas driven oven
60-120 CoolChurns / h



Cool-System KEG GmbH

Flössastr. 7
D - 90763 Fürth / Bayern

Tel.: +49 911 25 30 160
Fax: +49 911 25 30 159

<http://www.coolsystem.de>
<http://www.coolchurn.com>
Email: info@coolsystem.de

is a registered brandname of **COOLSYSTEM**

CoolChurn®

- die erste selbstkühlende
Kanne / Container
- the first selfchilling
churn / container



- **Inhalt: 7,5 - 20,0l**
Content: 7,5 - 20,0l
- **Kühlkapazität: t max. 25°K**
Cooling capacity: t max. 25°K
- **Dauer der Kühlung: bis zu 24 h**
Duration of cooling: up to 24h
- **Stahlqualität: 1.4301**
Steel quality: AISI 304

Abwärmennutzung zur Regeneration von selbstkühlenden Fässern & Milchkannen

Weitere Produktapplikationen



Holz
Holzschnitzel
Holzpellets

Strohpellets

Bambus

Miscanthus

Tiermist
Kameldung

Haselnußschalen
Kokosnußschalen
Palmölschalen

Altholz

Plastik Chips

Klärschlamm

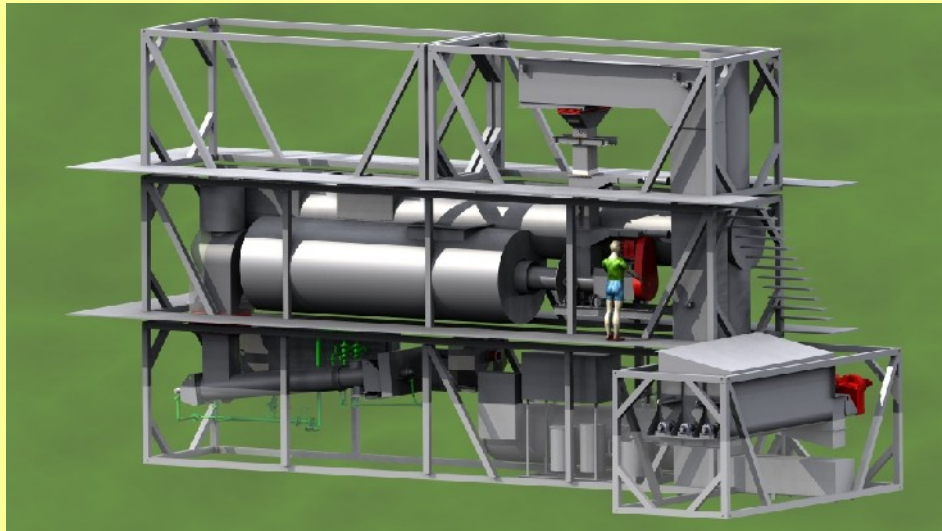
Ölschlamm
(zur Reinigung verseuchter Böden)

Tetra Pack Fluff
(erzeugt Aluminium Chips)

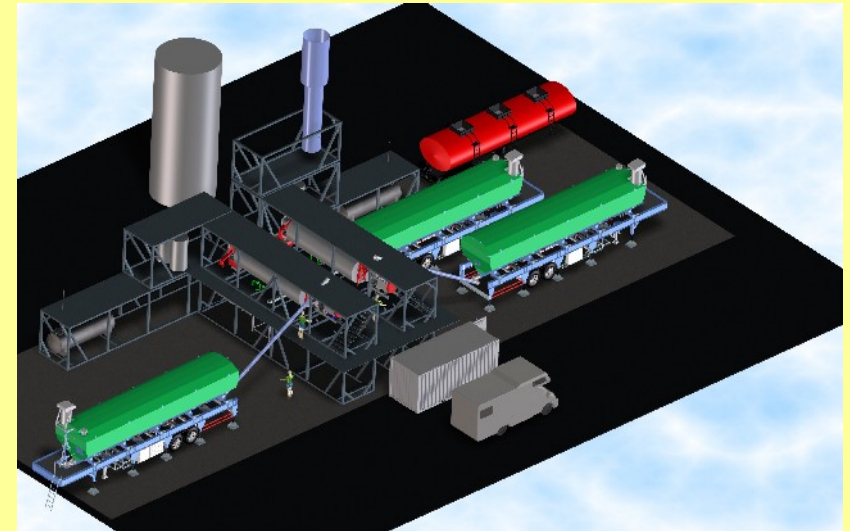
Altreifen

Ein Vermischen der Produkte ist grundsätzlich möglich!

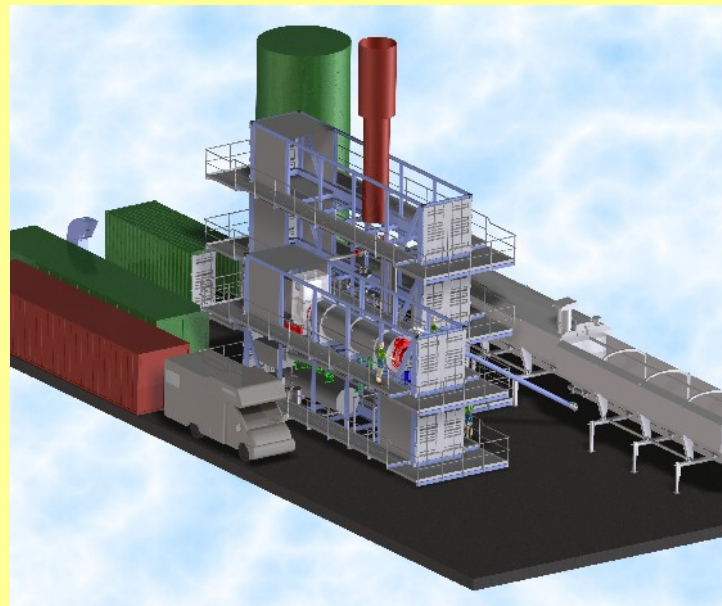
Vielen Dank!



MINI-05 Anlagenansicht (Designstudie 2009)



MINI-05-Duo (Designstudie 2010)



MINI-05 (Designstudie 2011)