

Altreifenrecycling



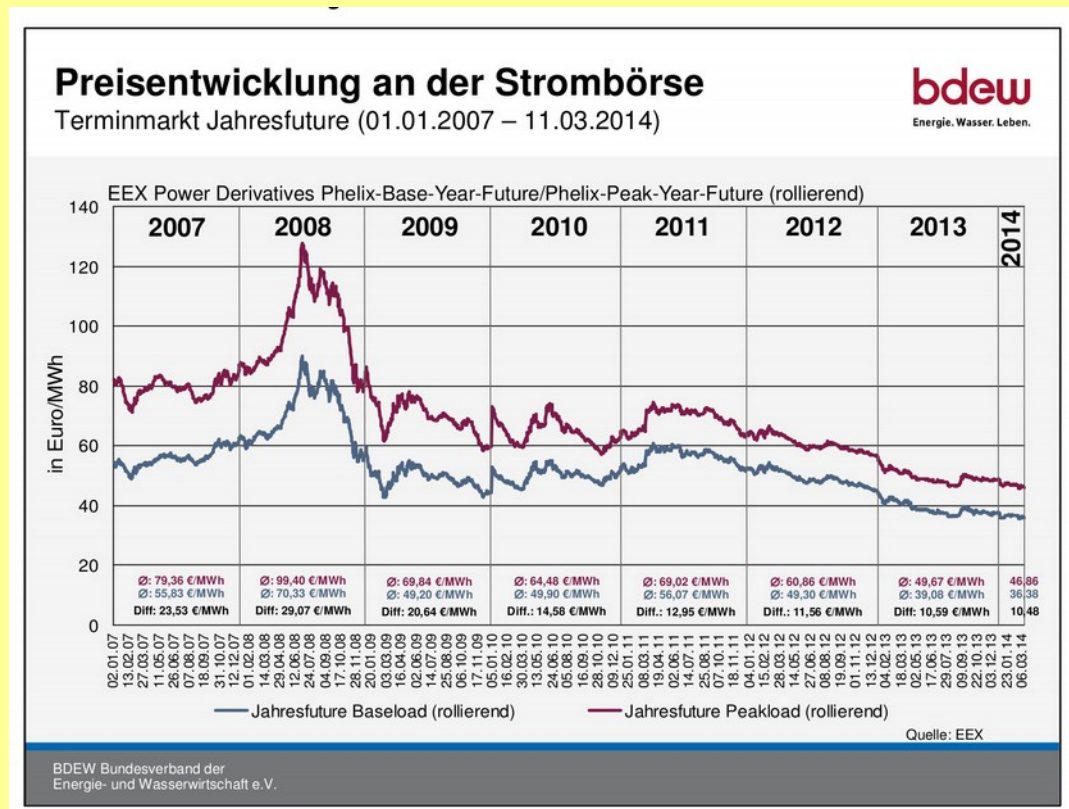
Quelle: "Altreifensituation in der Steiermark" 2004

Marktsituation 1

Es gibt verschiedene Ansätze für die Verwertung von Altreifen:

- Herstellung von Gummigranulaten
- Energetische Verwendung, i.d.R. Herstellung von diesel-ähnlichen Ölen zur Verstromung
- Thermolyse zur Herstellung von sekundären Rohstoffen

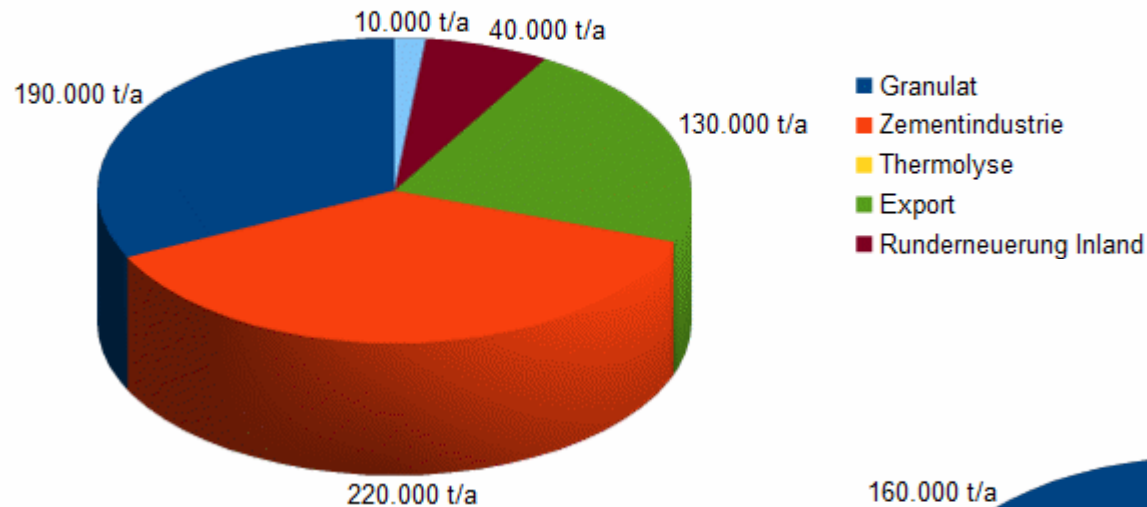
Auf Grund emissionsrechtlicher und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen wird eine Granulierung bzw. Verstromung immer unrentabler.



Marktsituation 2

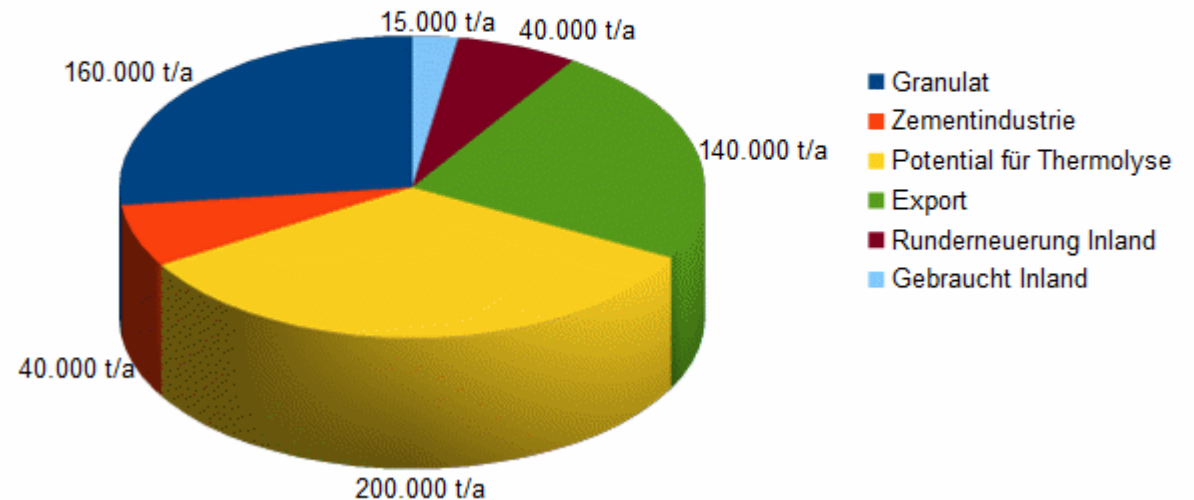
Altreifenverwertung

Deutschland Ist 2012 (Quelle: wdk 2013)



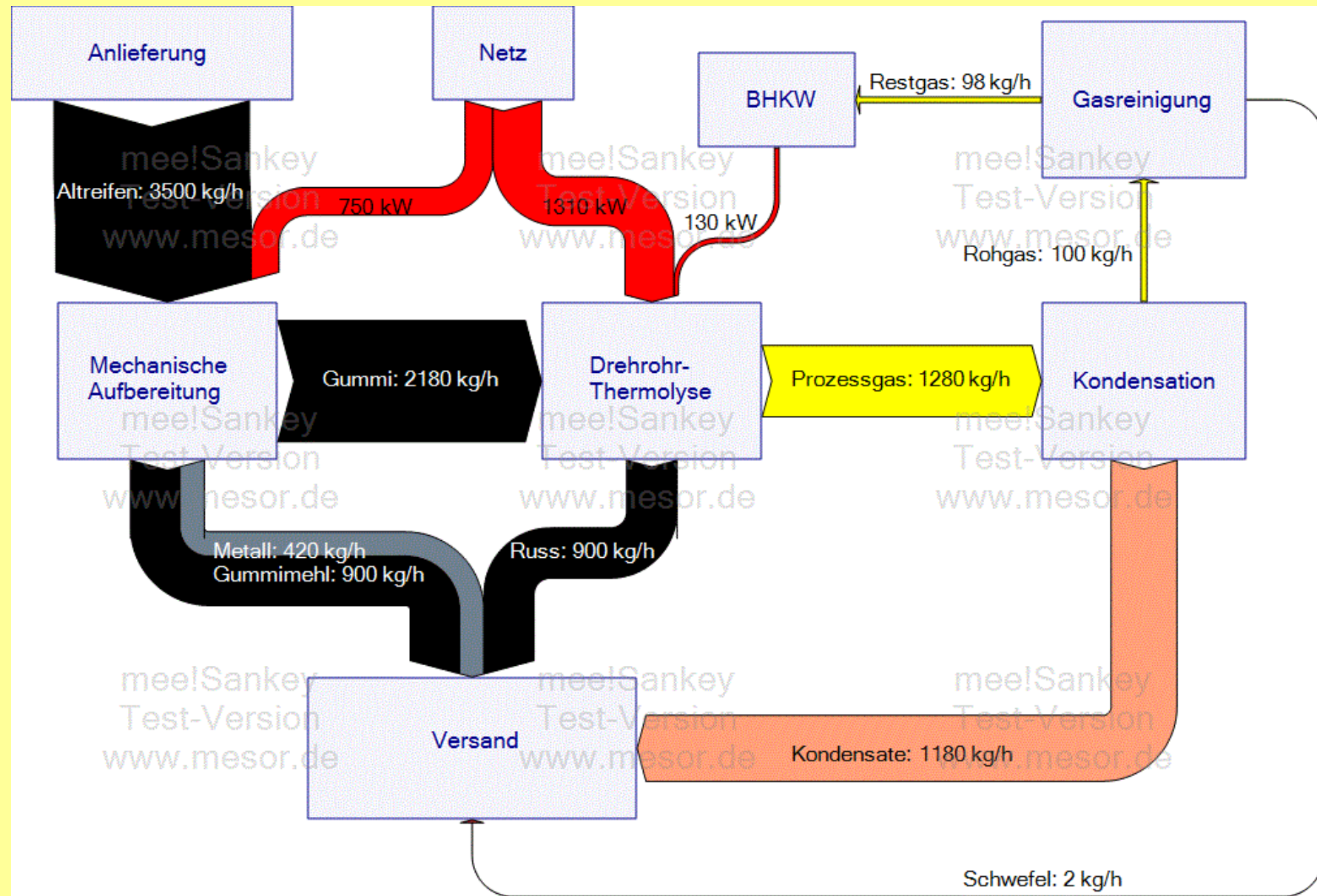
Altreifenverwertung

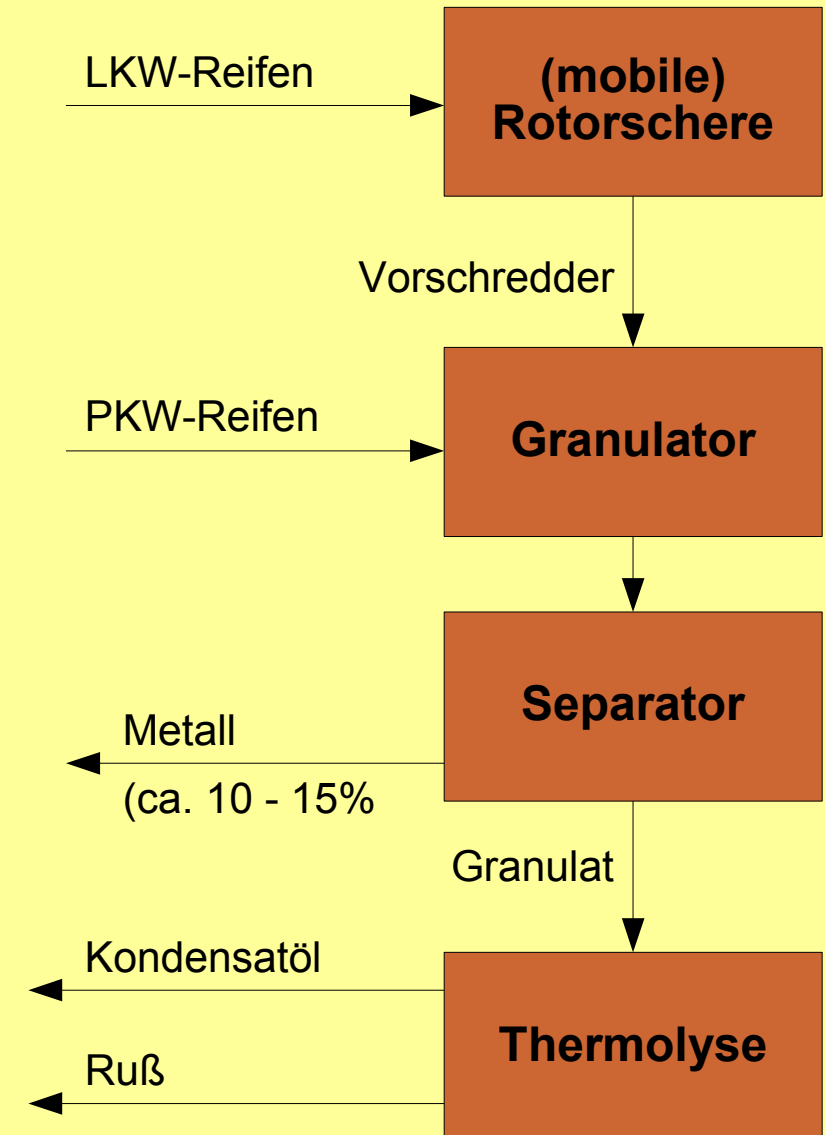
Deutschland Prognose (DGE)



Der Altreifenmarkt ist im Umbruch:
Wir kalkulieren bereits mit Einkaufskosten für das Rohmaterial!

Beispiel Massenbilanz







DGEngineering

Altreifenrecycling – The next generation!

Aufbereitung - LKW-Reifen



Aufbereitung Limassol

- Rotorschere
- Sieb
- Rückführung
- Granulator
- Metallabscheider

Geeignet für
LKW-Reifen bis 1,6m

Durchsatz 2 -3 t/h

Energiebedarf (Ist)

< 800 kW_{el.} für

2 – 3 t/h

< 0,40 kWh/kg

Spezifikation für den Granulator:

→ PKW-Reifen geviertelt

oder

→ Vorgeschreddert auf 250 x250 mm



Aufbereitung - Granulation



Energiebedarf

330 kWel. für

3 – 5 t/h

< 0,10 kWh/kg





DGEngineering

Altreifenrecycling – The next generation!

Aufbereitung - Granulat

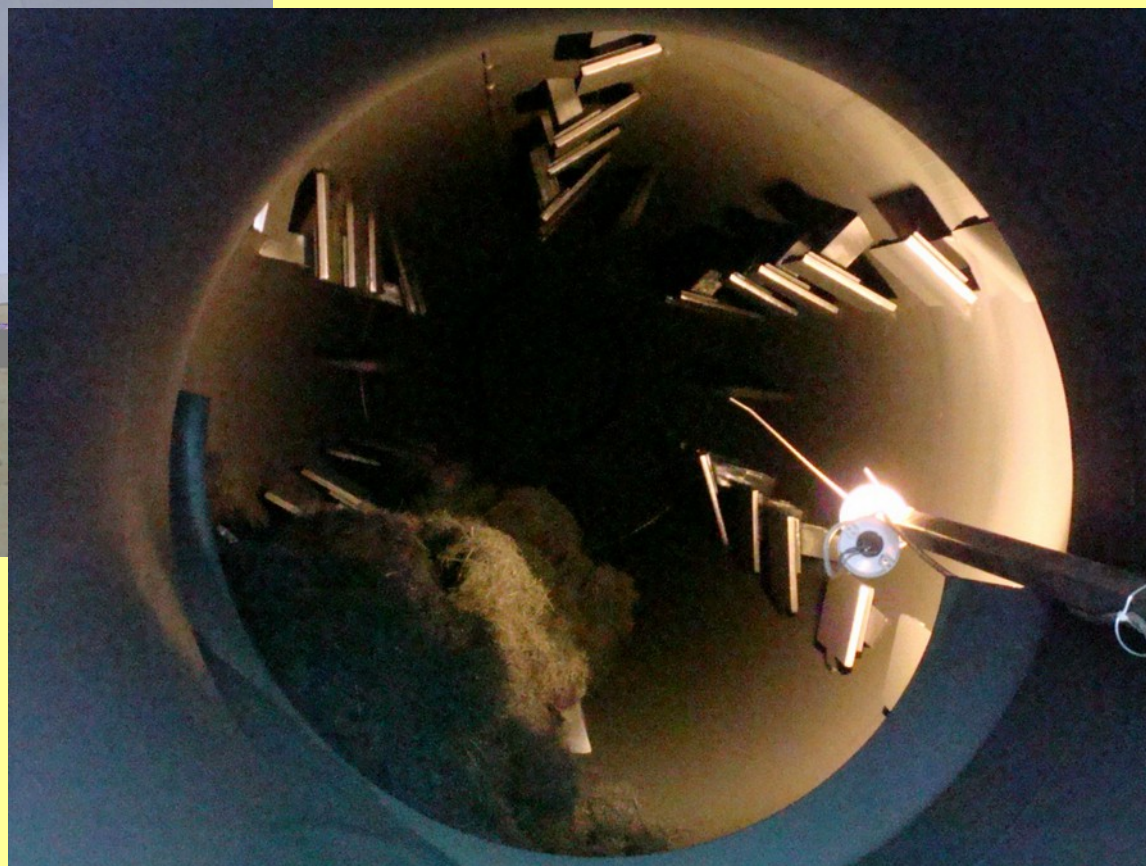


Spezifikation:

→ Metallfrei

→ <20 mm

Metallfrei !



Aufgrund der Rotationsbewegung
bilden sich Drahtbälle ...



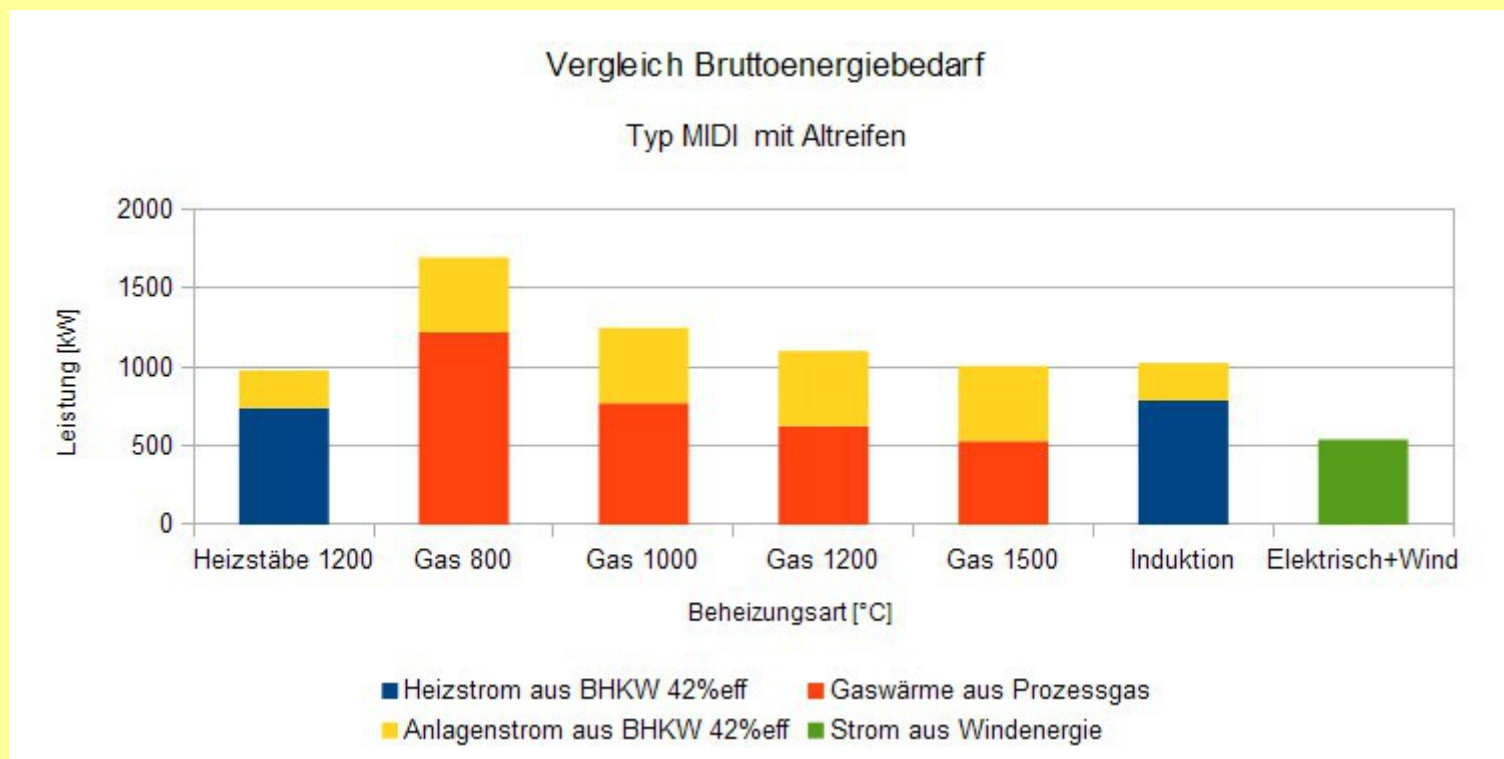
Energiebedarf

< 210 kWel. für

600 kg/h

< 0,35 kWh/kg

Hinweis: Die Prozesswärme wird mittels gasbeheizter Brennkammer erzeugt ...



Pyrolyse

Thermische Zersetzung mit dem Ziel der (völligen) Auflösung.

Thermische Zersetzung in sauerstoffarmer / (nahezu) sauerstofffreier Atmosphäre

DGE-Thermolyse

Thermische Zersetzung mit gezielter & gesteuerter Neubildung von Sekundärrohstoffen.

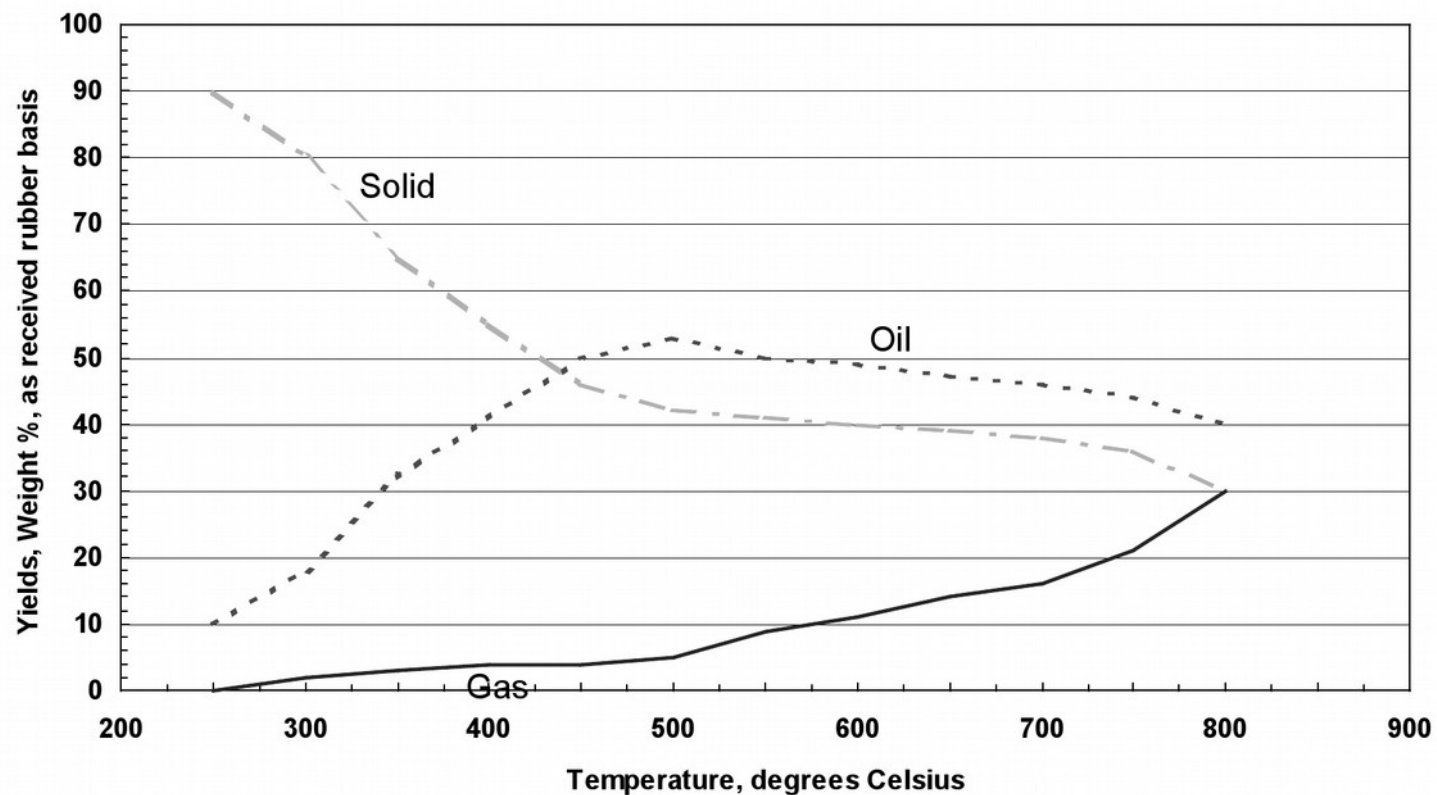
Thermische Teil-Zersetzung und Umwandlung in definitiv sauerstofffreier Atmosphäre



DGEngineering

Altreifenrecycling – The next generation!

Thermolyse - Bilanzvariation



Quelle: CalRecovery-Report Nr. 1364 Kalifornien 1995

Produkt Ruß

	Unit	CBp	N330	N375	N550	N660	Comment
CTAB surface area	m ² /g	58,2	82	96	42	36	Our CBp has a higher surface area than that of N500 or N600 series, but not reach N300 series.
BET surface area	m ² /g	67,8	76				
Oil absorption number (OAN)	ml/100g	95,9	102	114	121	90	Indication of carbon structure (high value, high structure-> high viscosity)
Iodine absorption number	mg/g	154	82	90	43	36	A measure of surface area and micropore content.
Sieve Residue (45 µm)	%	82	100ppm	100ppm	50ppm	100ppm	Aggregate/agglomerate size as well as metal impurities
Ash content	%	11,7	0,3	0,3	0,4	0,4	Inorganic impurities (not dispose at 550°C)
Water content/ Heating loss at packing	%	1,8	0,4	0,4	0,3	0,3	Important factor for packing and storage.

CBp = Carbon Black pyrolized

Anmerkung: Die Qualität des Russes wird durch die Prozessparameter eingestellt!

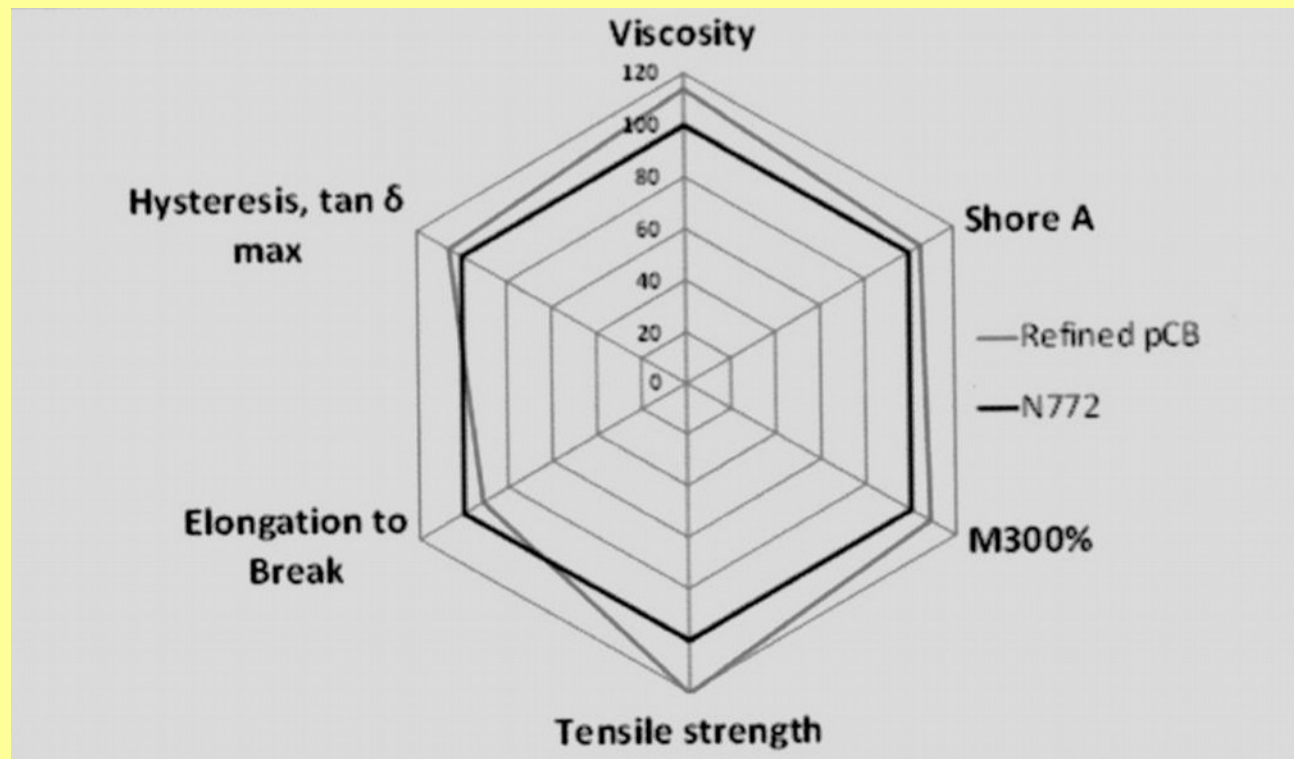


DGEngineering

Altreifenrecycling – The next generation!



Produkt Ruß



Quelle: TARR-Magazin 21 - 2014

Anmerkung: Die Qualität des Russes wird durch die Prozessparameter eingestellt!



DGEngineering

Altreifenrecycling – The next generation!

Produkt Kondensatöl



Schon das Rohkondensatöl kann in verschiedenen Dieselmotoren oder Heizölbrennern problemlos verwendet werden.

Eine Verwendung als Chemierohstoff ist allerdings wirtschaftlich deutlich interessanter!

Das Kondensatöl wird bereits im DGE-Prozess zentrifugiert, um das Öl von groben Partikeln zu befreien.

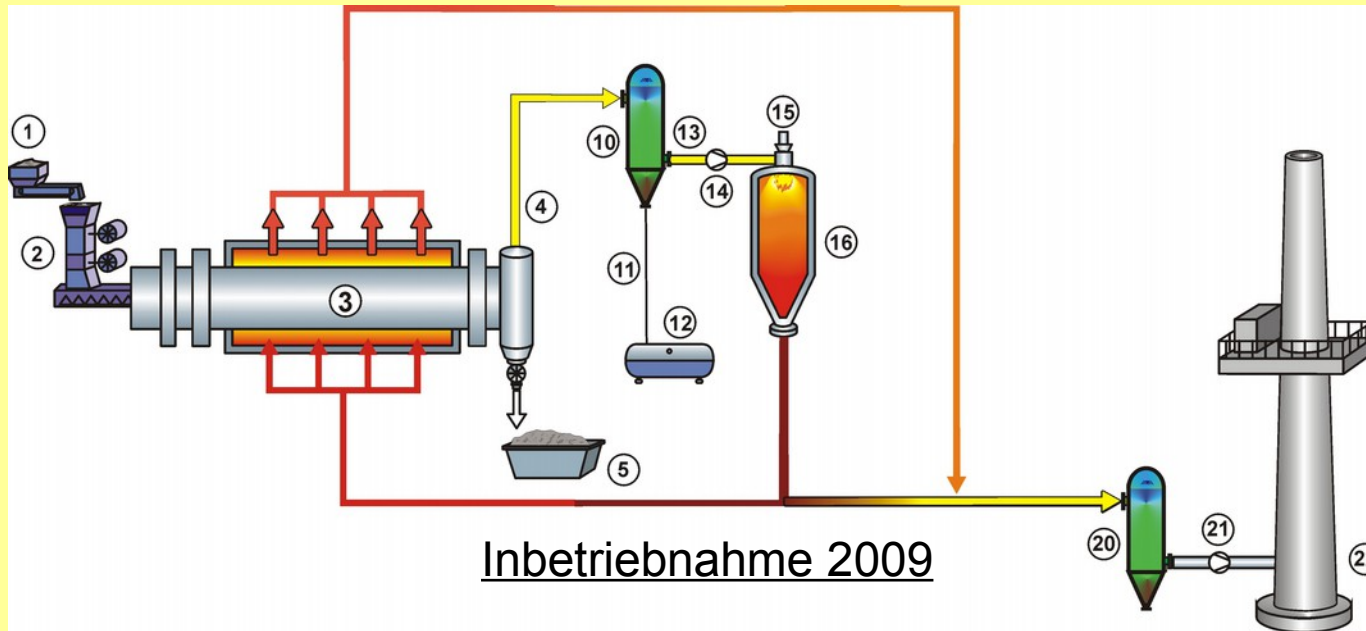
Produkt Kondensatöl

Analyse von Altreifen-Kondensatöl

		Wert	Schwankung
PAK	Gew. %	1,1	0,5 - 1,5
Wasserstoff	Gew. %	9,6	9 – 12
Stickstoff	Gew. %	0,7	0,5 - 0,9
Asche	Gew. %	<0,01	<0,01
Schwefel	Gew. %	0,74	0,5 – 1,0
PCB	mg/kg	< 5	1 – 8
Wassergehalt	Gew. %	0,06	0,05 – 0,09
Chlor	Gew. %	0,08	0,06 – 0,1
Flammpunkt	° C	< 21	19 – 25
Viskosität bei 40° C	mm²/s	2,81	2,6 – 3,1
Heizwert	MJ/kg	39,72	37 – 41
Silizium	mg/kg	36,7	32 - 42
Kohlenstoff	Gew. %	87,7	82 – 91
Zink	mg/kg	7,1	6 – 8,5
Säuregehalt	mg KOH/g	0,81	0,4 – 0,9
Dichte bei 15° C	kg/m³	946	880 – 970

Anmerkung:

Die Qualität und chemische Zusammensetzung des Öles wird durch die Prozessparameter eingestellt!

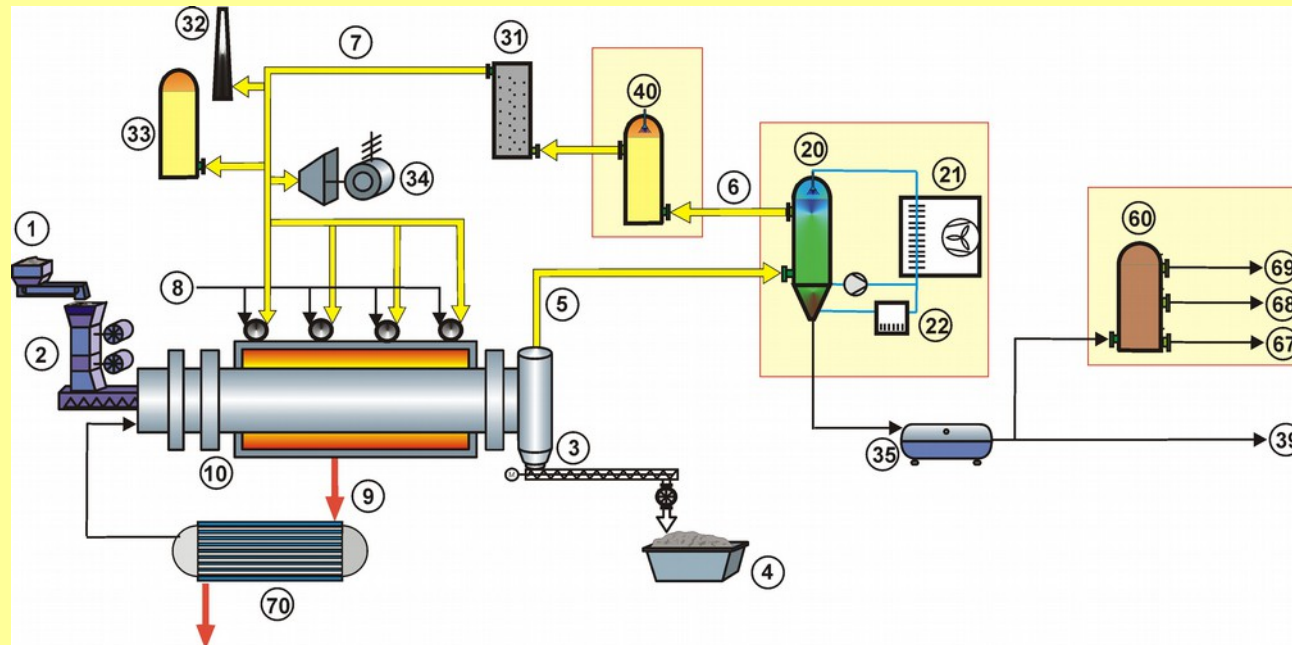


Vorteile:

Automatischer Betrieb
Produktion von Ruß und Öl
Produktergebnis ok
Kondensation ok
Autothermer Betrieb
Remote Control angewendet

Entwicklungspotential:

Lange Aufheizzeit (8 Stunden)
Rauchgasreinigung mit Abfall
Gekoppelte Regelkreise → Sicherheitskritisch!
Keine regelbaren Heizzonen
Keine Notfackel



Weiterentwicklung:

Vollautomatischer Betrieb
 Kurze Aufheizphase
 Variable Heizzonensteuerung
 Autarker Betrieb
 Remote Control
 Umfassendes Sicherheitskonzept

Produkte:

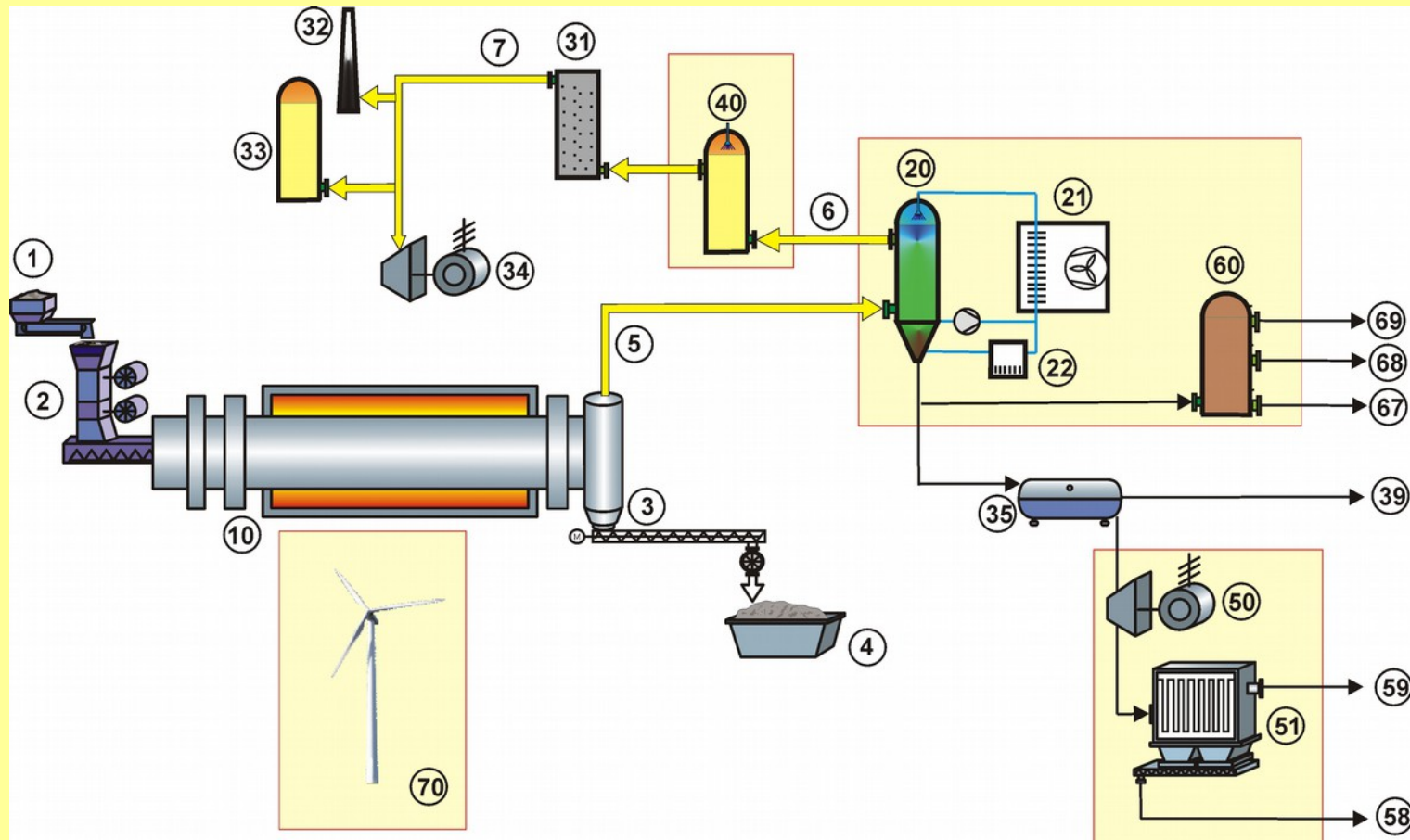
Koks
 Dieselähnliches Kondensatöl
 Permanentgas
 Optional: Flüssiggas
 Elementar abgeschiedener Schwefel
 Eigenbedarfsstrom
 Abwärme (Dampf, Warmwasser)



DGEngineering

Altreifenrecycling – The next generation!

DGE-Prozess 2013



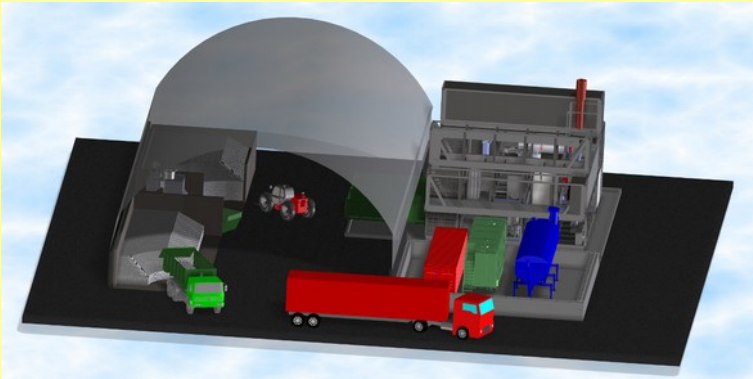
- 1 Vorlage
- 2 Eintragschleuse
- 3 Thermolyse-Koks heiß
- 4 Thermolyse-Koks kalt
- 5 Thermolyserohgas
- 6 Permanentgas
- 7 Permanentgas, gereinigt
- 10 Drehrohreinheit

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

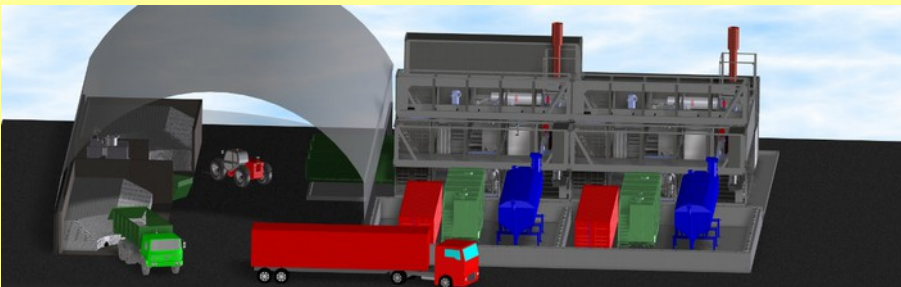
- 35 Rohöltank
- 39 Thermolyserohöl
- 60 gestufte Kondensation
- 67 Leichtölfraction
- 68 Heizölfraction
- 69 Schwerölfraction

- Optional:**
- 40 Entschwefelung
 - 50 Öl-BHKW (Eigenstrom + externe Peakpower)
 - 70 Windgenerator / Photovoltaik

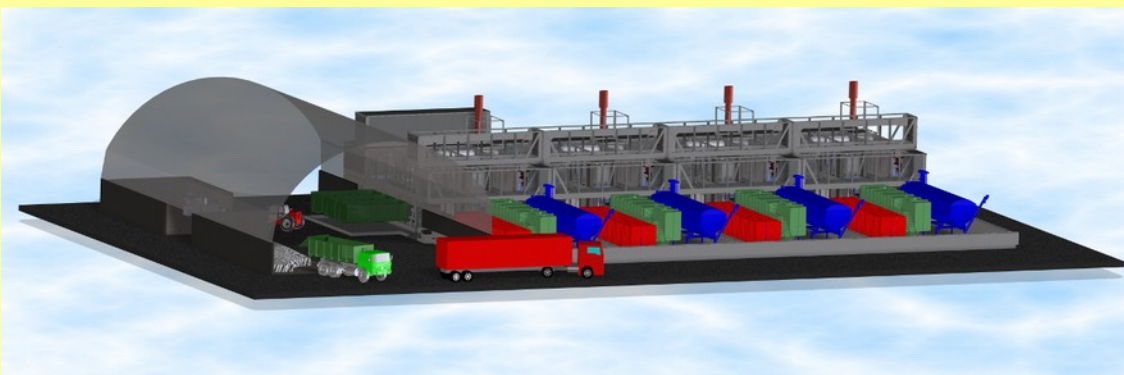
Leistungsdaten



600°C		Mass-%	MIDI
Produkt Eintrag	Altreifen		600,00 kg/h
Produkte Austrag	Koks 83%C	40,0%	240,00 kg/h
	Öl	49,0%	294,00 kg/h
	Gas	11,00%	66,00 kg/h

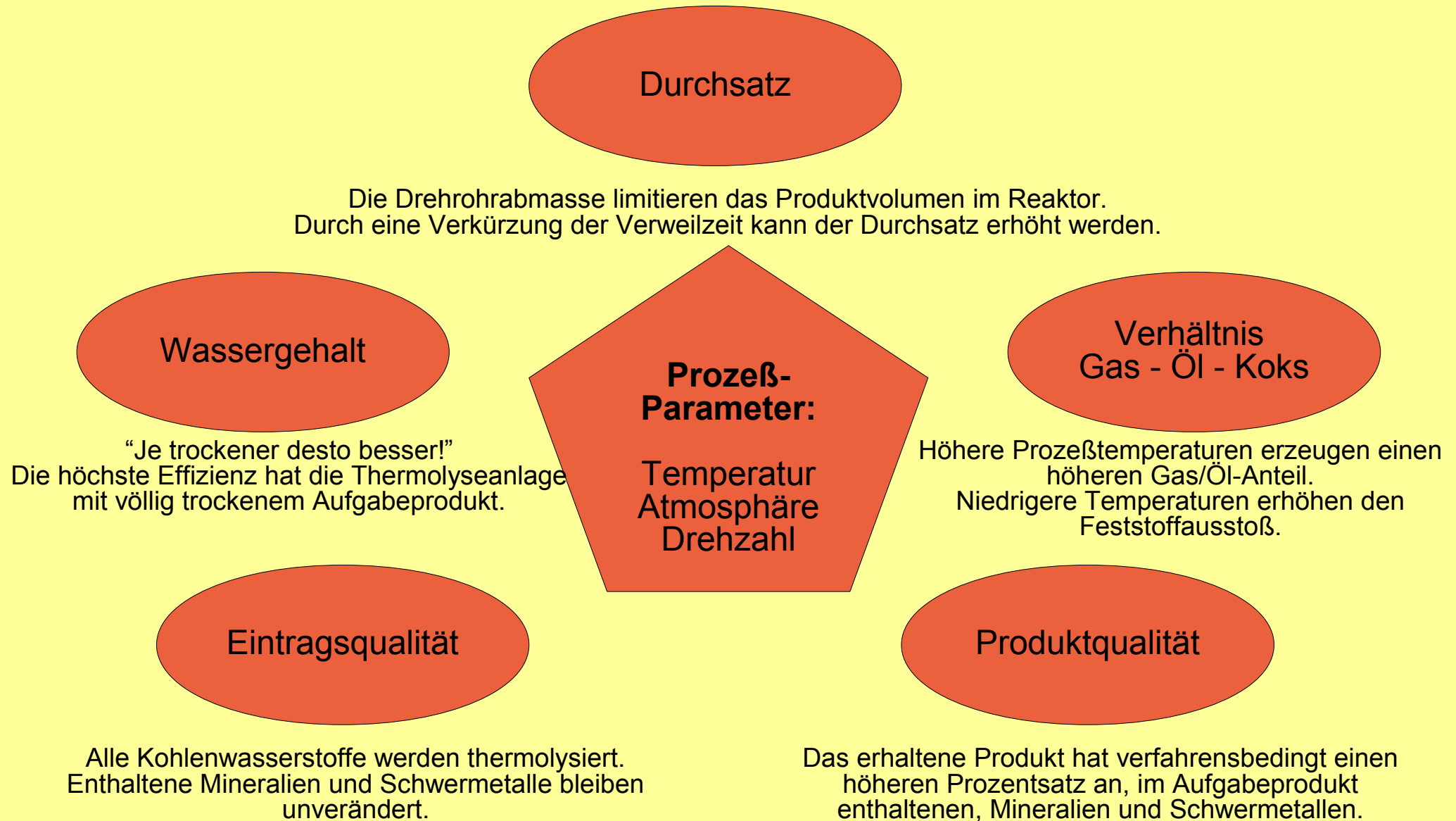


600°C		Mass-%	MIDI-Duo
Produkt Eintrag	Altreifen		1.200,00 kg/h
Produkte Austrag	Koks 83%C	40,0%	480,00 kg/h
	Öl	49,0%	588,00 kg/h
	Gas	11,00%	132,00 kg/h



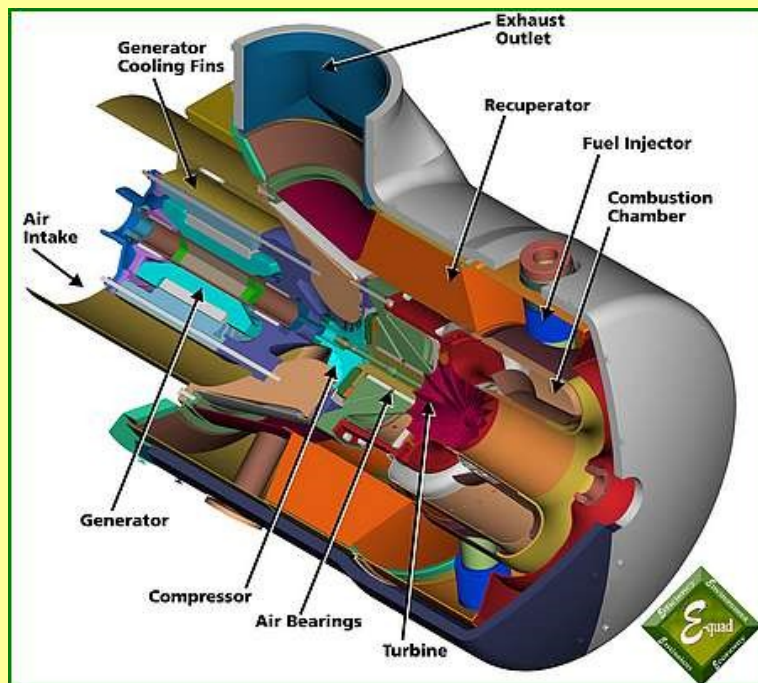
600°C		Mass-%	MIDI-Quad
Produkt Eintrag	Altreifen		2.400,00 kg/h
Produkte Austrag	Koks 83%C	40,0%	960,00 kg/h
	Öl	49,0%	1.176,00 kg/h
	Gas	11,00%	264,00 kg/h

Einflüsse auf den Prozeß



Aus Sicherheitsgründen muss das Permanentgas “entsorgt” werden.

Eine Notfackel ist für den Worst-Case vorgesehen, sinnvoller ist aber eine Verstromung.



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 Produkt erlauben
- Hohe Abgastemperaturen (280°C),
die für Dampferzeugung und Trocknung genutzt werden können

Spezifikation C1000 (5x C200)

- Hersteller: Capstone
- Bauart: Gasturbine
- Nennleistung: 5x 200 kW_{el.}
- Vollastdrehzahl: 61.000 U/min (Nenndrehzahl)
- Kühlungsart: Luft
- Abgastemperatur 280°C
- Kühlflüssigkeit: -
- Verbrauch ca. 300g/KW Bei Vollast ca. 300 kg/h
- el. Wirkungsgrad ca. 33%



Abgas der Turbine

		Heizöl EL	Altreifen-Öl	Altreifen-Öl	Altreifen-Öl	Heizöl EL	Heizöl EL	Grenzwert
Leistung, el.	kW				25,0	30,0	25,0	
T-Luft	°C	21,0	22,1	23,1	20,7	20,6	20,5	
T-Abgas	°C	77,2	231,6	269,0	267,6	270,6	272,4	
CO	ppm	213	29	8	11	6	6	
CO	mg/Nm ³	266	36	10	14	8	8	50
NO	ppm	21	111	104	106	21	19	
NO2	ppm	4	0	0	0	0	0	
Nox Cal.	mg/Nm ³	51	228	213	217	43	39	200
NOx	ppm	25	111	104	106	21	19	
SO2	ppm	1	98	105	115	5	4	
SO2	mg/Nm ³	3	280	300	329	14	11	50

Hinweise:

Die gezeigten Werte wurden mit einer Standard-Diesel-Turbine gemessen.

Der hohe SO₂-Gehalt kommt vom hohen Schwefelgehalt im Öl.
Eine Reduzierung des Öl-Schwefels wird die SO₂-Werte absenken.

Das NO_x ist u.a. Abhängig von den Verbrennungsparameter und kann bei entsprechender Einstellung noch gut reduziert werden.



DGEngineering

Altreifenrecycling – The next generation!

Notstromerzeugung



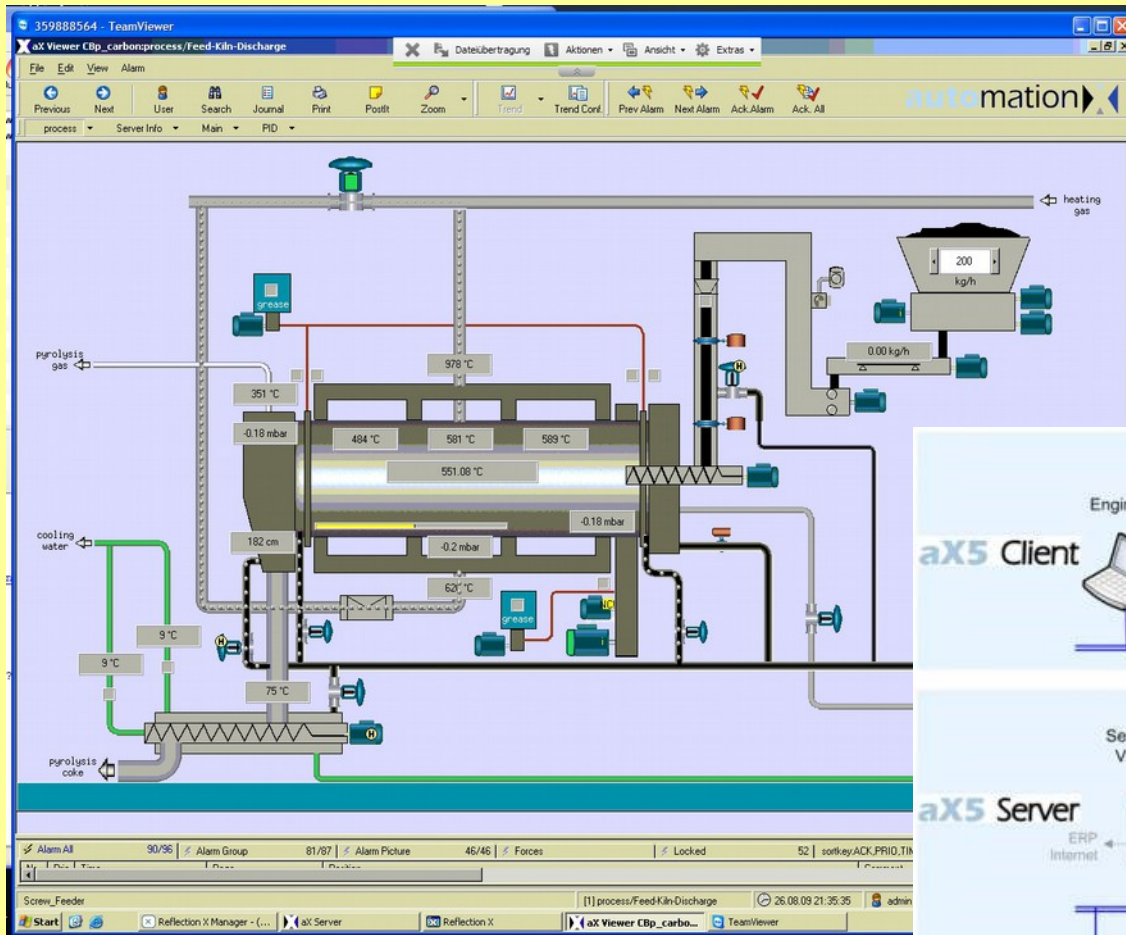
Vielstoffmotoren sind für Kondensatöle (fast) jeder Qualität geeignet.

Spezifikation MTU 837 BA 500

- Hersteller: MTU Mercedes Benz Manufacture
- Bauart: V-Form 90 Type
- Arbeitsweise: Viertakt Vorkammer-Verfahren mit mech. Aufladung
- Zylinderzahl: 8
- Gesamthubraum: 29900 ccm
- Nennleistung: 460 bis 485 kW nach DIN bei 2200/ min
- Max. Drehmoment: 2206 Nm bei 1750/ min
- Leerlaufdrehzahl: 600 bis 630 / min (Motor betriebswarm)
- Vollastdrehzahl: 2200/ min (Nennndrehzahl)
- Kühlungsart: Wassenumlaufkühlung
- Kühlflüssigkeit: 115 Liter bis -20 C frostsicher
- Motoröldruck bei betriebswarmen Motor 6 bis 8 bar bei 2200/ min
- Verbrauch 240g/KW Bei Vollast ca. 108 kg/h
- el. Wirkungsgrad ca. 39%



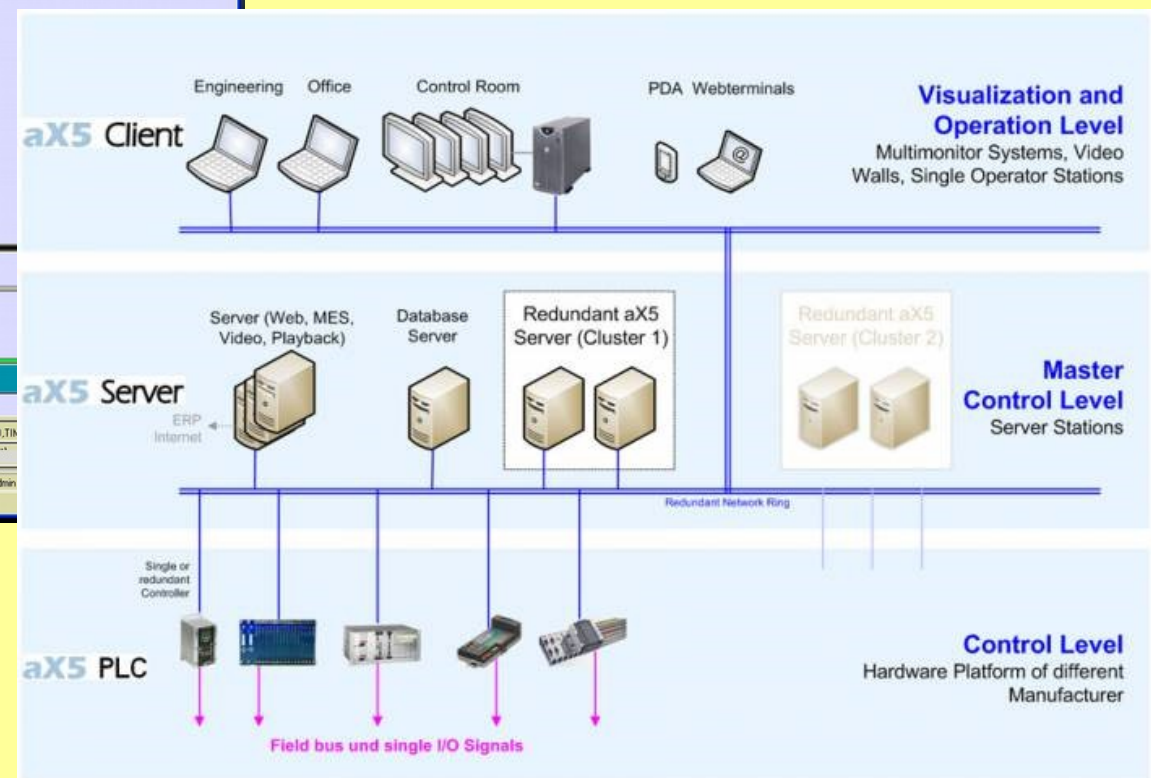
So nicht !



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.



Prozess-Sicherheit !

Nur durch **umfangreiche Sensorik** kann das Leitsystem auch den Prozess lesen und auf mögliche Veränderungen und Störungen angemessen reagieren.

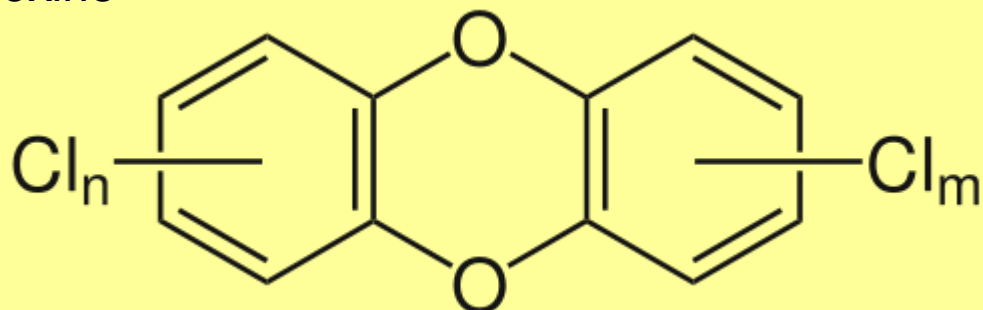
Nur durch **Meßstellen-Redundanz**, besonders der relevanten Meßgrößen, gemäß SIL-Konzept erhält das Leitsystem auch glaubwürdige Daten.

Nur durch eine gründliche **FME-Analyse** erhält das Leitsystem die notwendigen Routinen, um Störfälle sicher abzufangen.

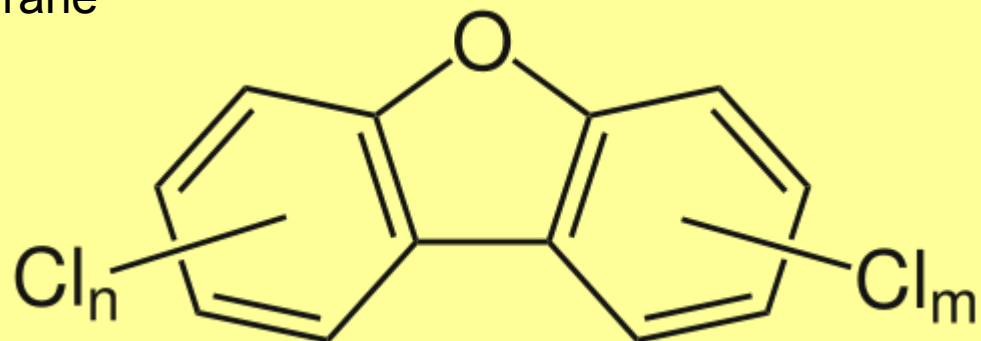
Nur durch umfangreiche **Log-Funktionen** aller Parameter ist ein korrekter Betrieb nachweisbar und ein QS-System glaubwürdig.

Nur durch **umfangreiche Verknüpfung der komplexen Messergebnisse** ist eine Regelung des Prozesses überhaupt erst möglich.

Polychlorierte Dibenzodioxine



Polychlorierte Dibenzofurane



Zur Bildung von Dioxinen und Furanen benötigt man Sauerstoff (Verbrennung) und freies Chlor in signifikanter Menge.

Beides ist im DGE-Thermolyse-Prozess für Altreifen nicht vorhanden!

Vorurteil: Emissionen

Feinstaub

Grenzwert für diese Anlage nach 17. BlmSchV	Messwert MPA Burgau (LUA Bayern)	Bagatell-Massenstrom TA-Luft	Grenzwert für Pelletheizungen	Grenzwert für Kaminöfen 1. BlmSchV
10 mg/m ³	1,3 mg/m ³	1.000.000 mg/h (1.000 m ³ /h * 1 g/m ³)	60 mg/m ³	100 mg/m ³

Dioxin

Grenzwert Tagesmittelwert für diese Anlage nach 17. BlmSchV	Messwert Jahresmittelwert MPA Burgau (LUA Bayern)	Bagatellmassenstrom TA-Luft
0,1 ng/m ³	0,0013 ng/m ³ (unsortierter Müll + Brennkammer)	-- mg/m ³

Quecksilber

Grenzwert Tagesmittelwert für diese Anlage nach 17. BlmSchV	Messwert Jahresmittelwert MPA Burgau (LUA Bayern)	Bagatellmassenstrom nach TA-Luft
0,03 mg/m ³	0,00089 mg/m ³ (unsortierter Müll + Brennkammer)	2.500 mg/h (1.000 m ³ /h * 2,5 mg/m ³)



DGEngineering

Altreifenrecycling – The next generation!

Vorurteil: neues Patent



HERKO Pyrolyse GmbH.
& Co. Recycling KG.

AUSFÜHRLICHE SYSTEMBESCHREIBUNG

des

H.P.R. - Systems



HERKO System

Projekt: Altreifen-Pyrolyse

Datum: 31. März 1981

bearbeitet durch: Herrmann

Blatt: 19

7.3.2

Physikalische und chemische Kennwerte des Kondensats

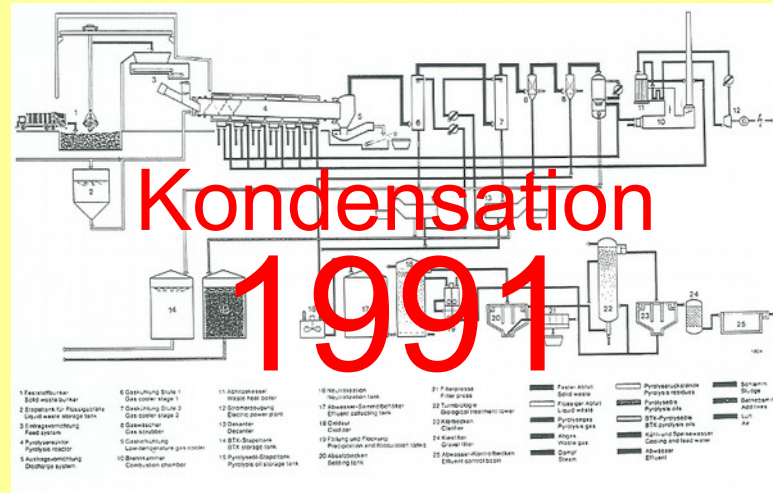
(Mittelwerte)

Altreifen

1981

Kenngrößen	Einheit	Wert	Nachweismethode
Gesamtausbeute	bei 100 °C auf Reifen	Gew. 43	gravimetrisch
Farbe		trüblich	im Auge
Geruch		intensiv	
Heizwert	Hu	spezifisch	Nase
Brennwert	He	40'161	Kalorimeter
Wassergehalt		42'406	Kalorimeter
Dichte bei 15 °C	Gew.	8,6	DIN 51 582
Viskosität bei 15 °C	mm²/s	0,937	DIN 51 757
Viskosität bei 20 °C	mm Pa s	8,42	DIN 51 562
Viskosität bei 25 °C	mm Pa s	7,09	DIN 51 562
Viskosität bei 30 °C	mm Pa s	6,03	DIN 51 562
Viskosität bei 35 °C	mm Pa s	5,21	DIN 51 562
Viskosität bei 40 °C	mm Pa s	4,55	DIN 51 562
Spez. Wärme bei 20 °C Cp	mm Pa s	4,13	DIN 51 562
Kokrückstand nach Conradson	mm²/s	1,96	Kalorimeter
Flammpunkt im geschlossenen Tiegel	Gew. %	2,7	DIN 51 511
Brennpunkt	°C	+8	DIN 51 758

Altreifen
1981



Quelle & Dank an Dr. Rüdiger Schmidt (Babcock & Umweltgutachter)



Quelle & Dank an Werner Schütze

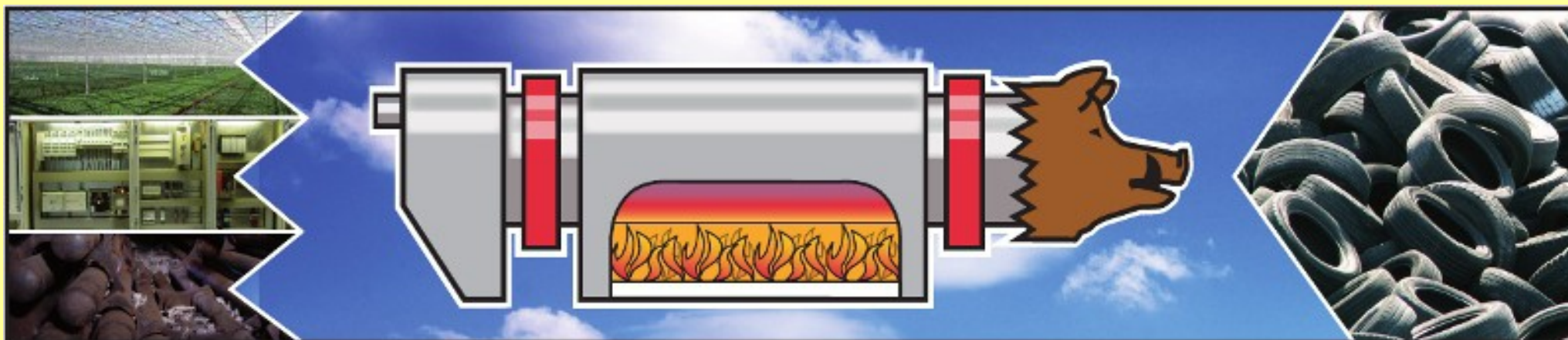
Neu bei DGE:

Gleichwertige Berücksichtigung von allen 3 Produkten:

- Feststoff (Koks / Ruß / Fertilizer)
- Kondensate (Chemie-Rohstoff)
- Gas

... und:

- Kombination mit erneuerbaren Energien
- Möglichkeit der Stromnetzstabilisierung



DGE-Anlagen - Das Universaldrehrohr für (fast) alle Fälle*!

*= für die Thermolyse von kohlenwasserstoffhaltigen Produkten...



DGEngineering

Altreifenrecycling – The next generation!

Weitere Produktapplikationen



Holz
Holzschnitzel
Holzpellets

Strohpellets

Bambus

Miscanthus

Digestat aus Fermenter

Tiermist
Kameldung

Haselnußschalen
Kokosnußschalen
Palmölschalen

Altholz

Plastik Chips

Klärschlamm

Ölschlamm
(zur Reinigung verseuchter Böden)

Tetra Pack Fluff
(erzeugt Aluminium Chips)

**Ein Vermischen der Produkte ist grundsätzlich technisch möglich,
wirtschaftlich aber nicht empfehlenswert!**

Reifen - Inhaltsstoffe

Element		Einheit
Kautschuk	47	%
Russ + Füllstoffe	21,5	%
Gewebe	5,5	%
Eisen	16,5	%
Öle	9,5	%

Element		Einheit
Zinkoxid	1	%
Schwefel	1,5	%
Stickstoff	0,5	%
Stearinsäure	0,3	%
Halogene	0,1	%
Kupferverbindungen	450	mg/kg
Blei	410	mg/kg
Kobalt	250	mg/kg
Chrom	97	mg/kg
Nickel	77	mg/kg
Arsen	20	mg/kg
Cadmium	8	mg/kg
Quecksilber	0,177	mg/kg

Quelle: Infoblatt Bayerisches Landesamt für Umwelt Juni 2011

Mindestabstand

Altreifen werden als **nichtgefährlicher Abfall** deklariert (Abfallschlüssel 160103)

Gemäß der 4. BImSchV ist eine solche Anlage nach 8.1(1) a) eingestuft:
Anlagen zur Beseitigung oder Verwertung fester, flüssiger oder gasförmiger Stoffe durch thermische Verfahren(Pyrolyseanlagen) bis zu 3 t/h.

Gemäß Anhang 2 Abstandserlass "Immissionschutzrelevante Anlagen, die nicht in die Abstandsliste aufgenommen worden sind" gilt für diese Anlagenart: **Kein Mindestabstand!**

Flächenanforderung

Für eine solche Anlage wird (in Deutschland) eine Gewerbe-Industrie-Fläche (GI) oder eine Sonderfläche benötigt.