

## Belagsentfernung durch Explosionsgenerator und Schall im MHKW Offenbach



# Wissensforum Müllheizkraftwerk Offenbach

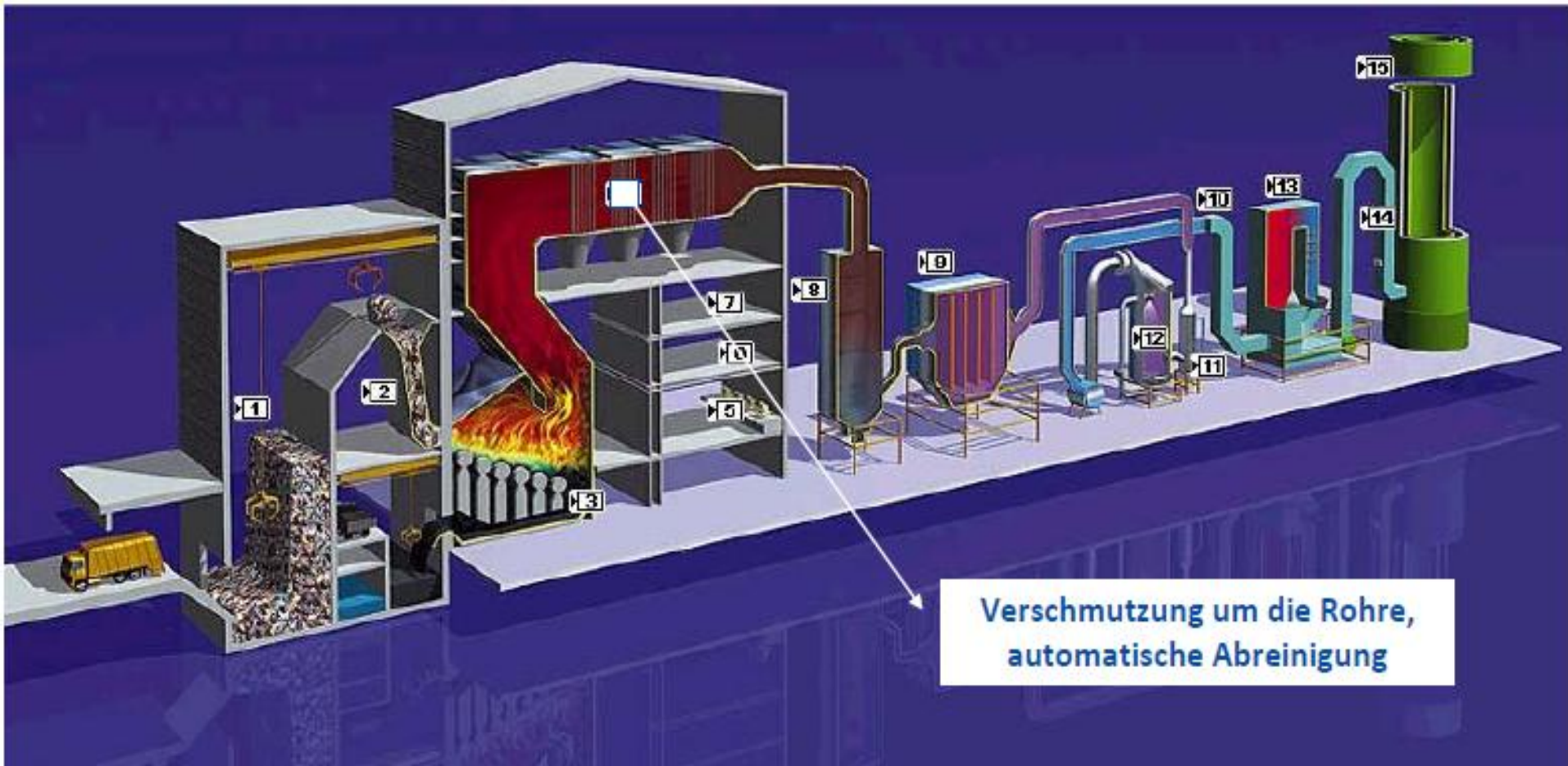
Eigentümer:

Energieversorgung Offenbach AG



Erstinbetriebnahme:	1970
Erneuerung Kesselanlagen:	1996
Feuerung:	3 Müllkessel mit Walzenrosten
jährlich verwertete Abfallmenge:	240 – 250.000 t
FW- Leistung:	45 MW
Stromleistung:	12 MW
Mitarbeiter:	73

# Prinzipschaubild MHKW Offenbach

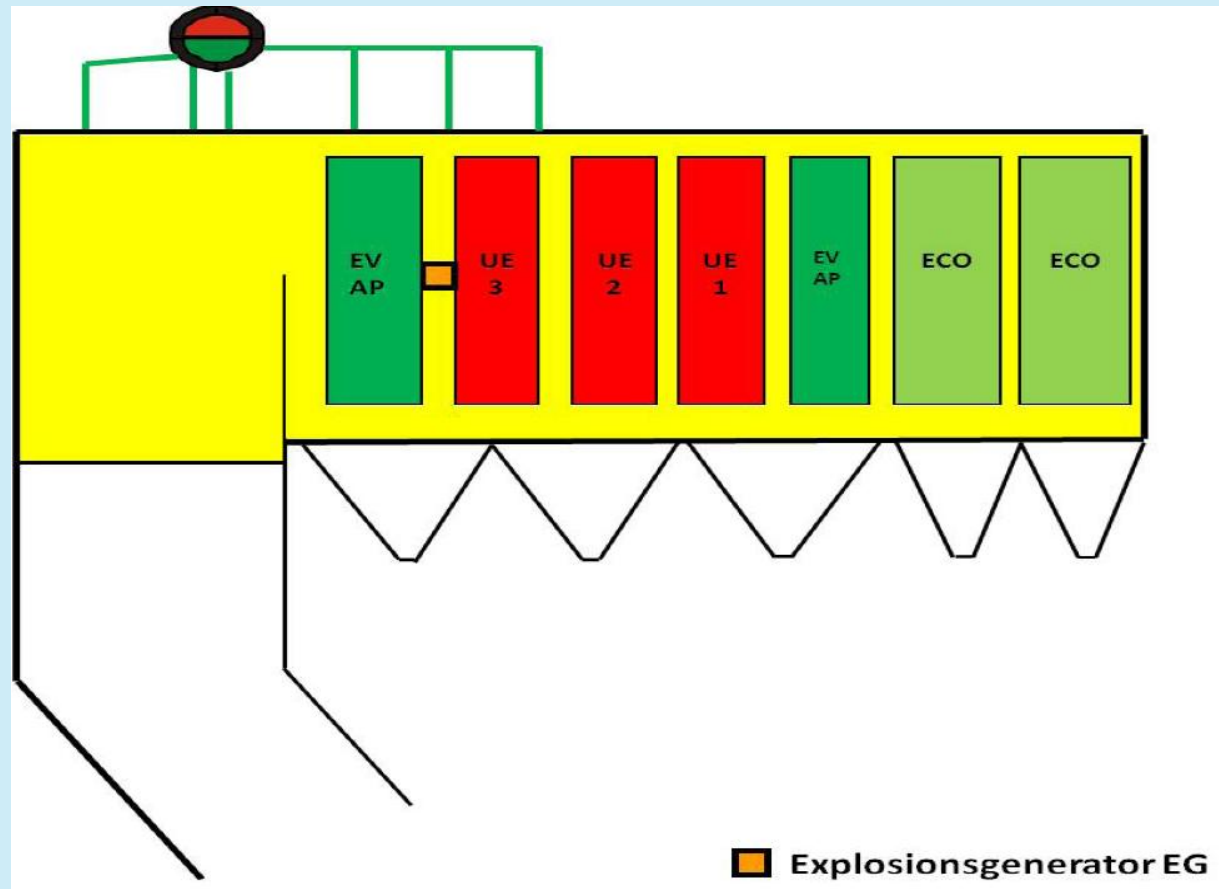




## Einbau Explosionsgenerator Linie 2

Durchsatz 10 t/h Hausmüll  
Dampferzeugung 28,5 t/h  
Parameter 40 bar, 400°C

im Dackelzug: Klopferke  
vor UE 3 ein EG 10 der Fa.  
Explosion Power GmbH  
seit 10.12.10 Testbetrieb  
ab 28.11.11 Dauerbetrieb

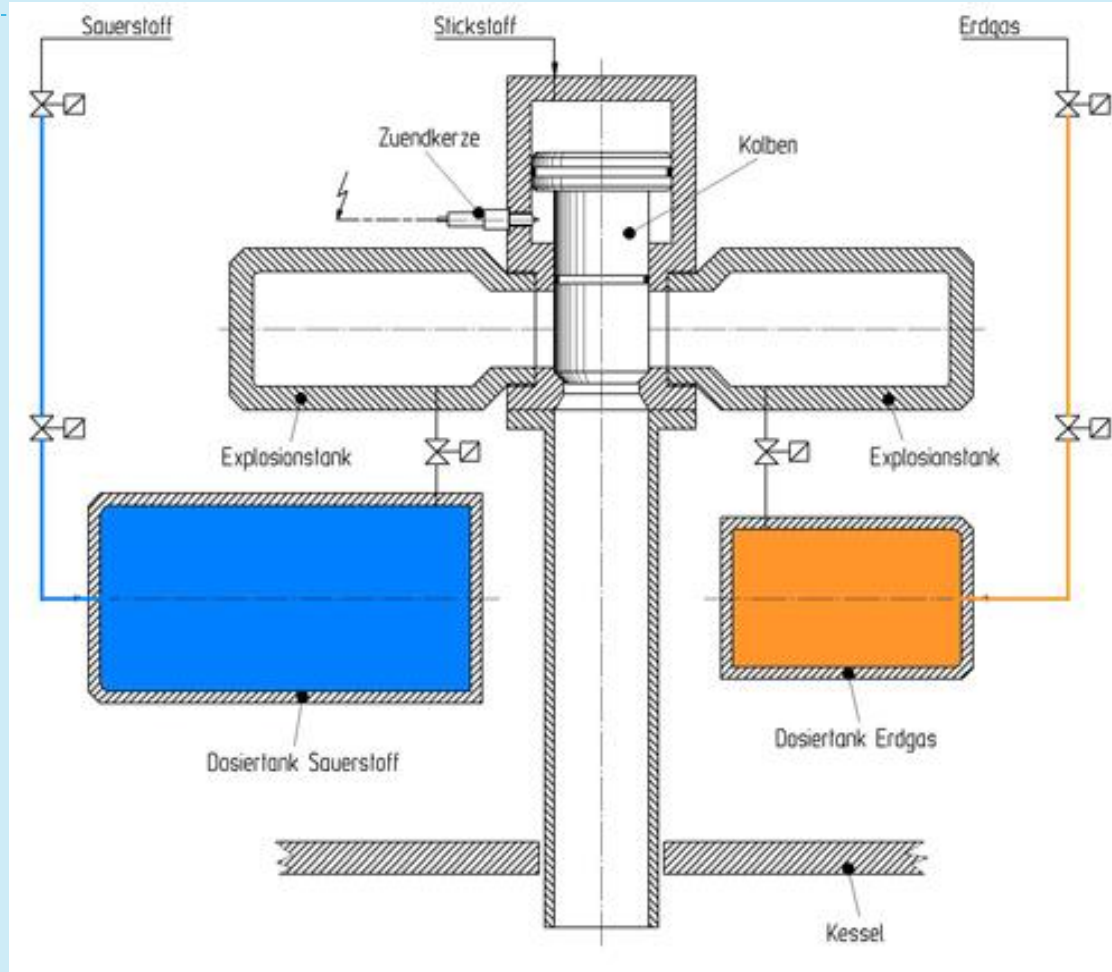


# Wissensforum

Explosionsgenerator EG 10 an einem Mannloch vor  
Überhitzer 3 angeflanscht

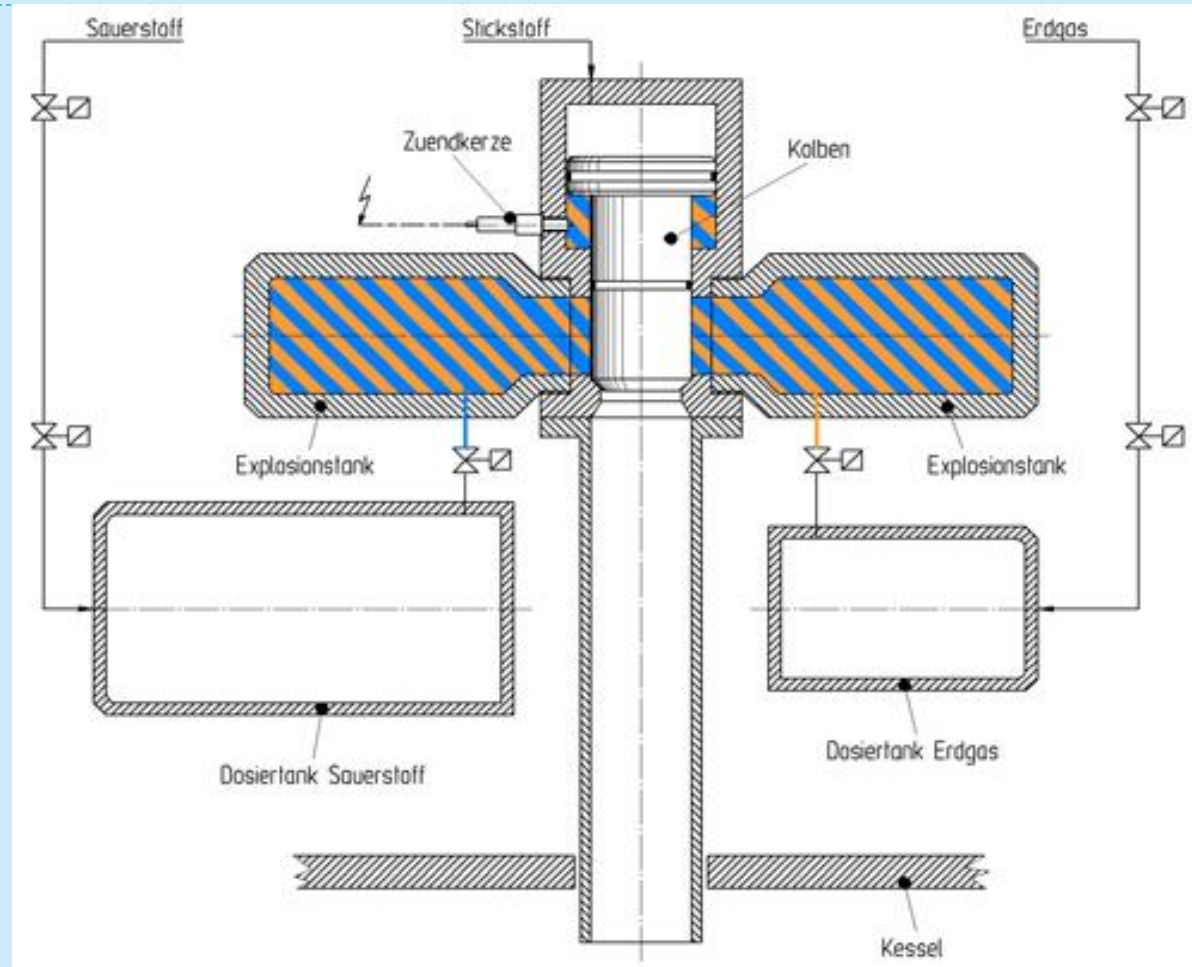


Wartezustand zwischen den stündlichen Explosionen:  
O<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub>-Tanks mit 20 bar gefüllt und lecküberwacht

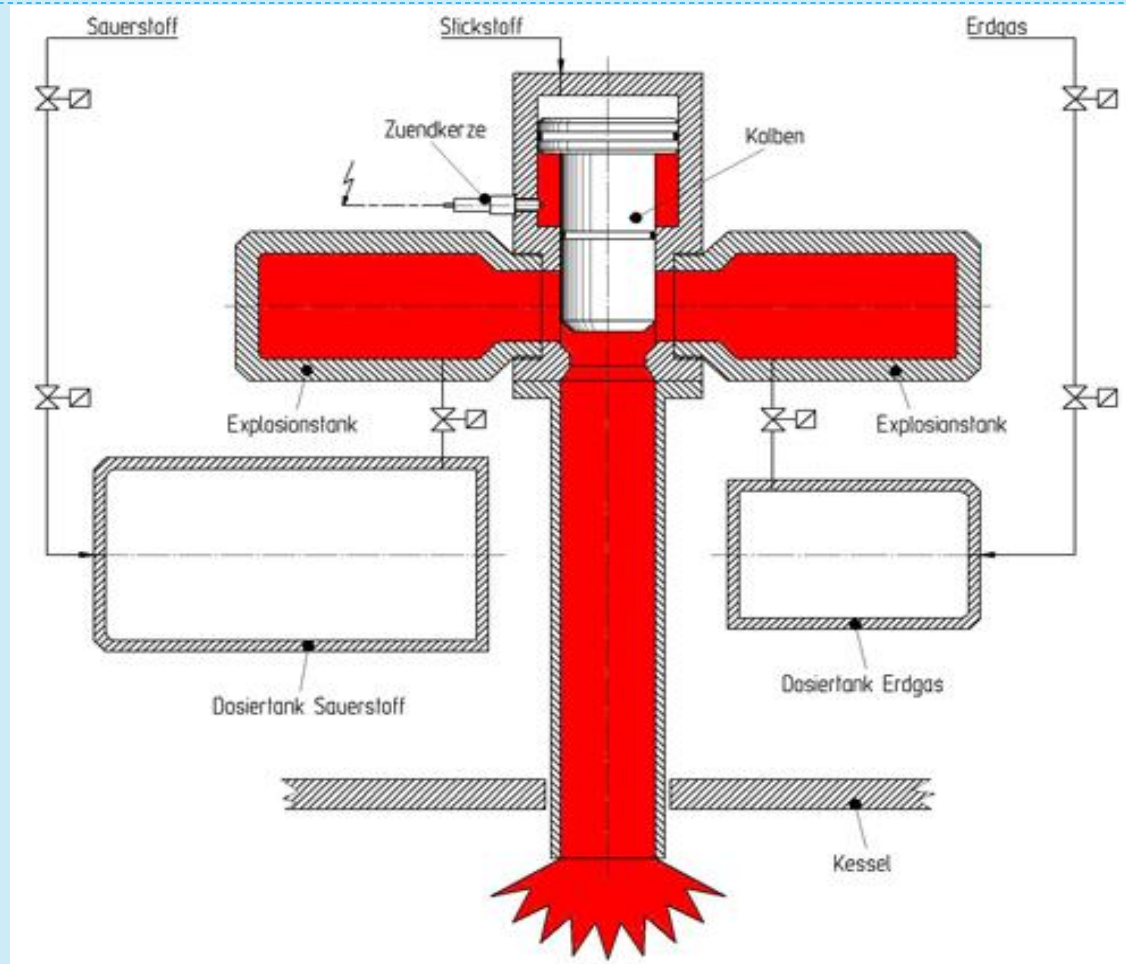


# Wissenforum

vor der Explosion Füllen der Explosionstanks mit Erdgas und Sauerstoff anschließend Warnhupe



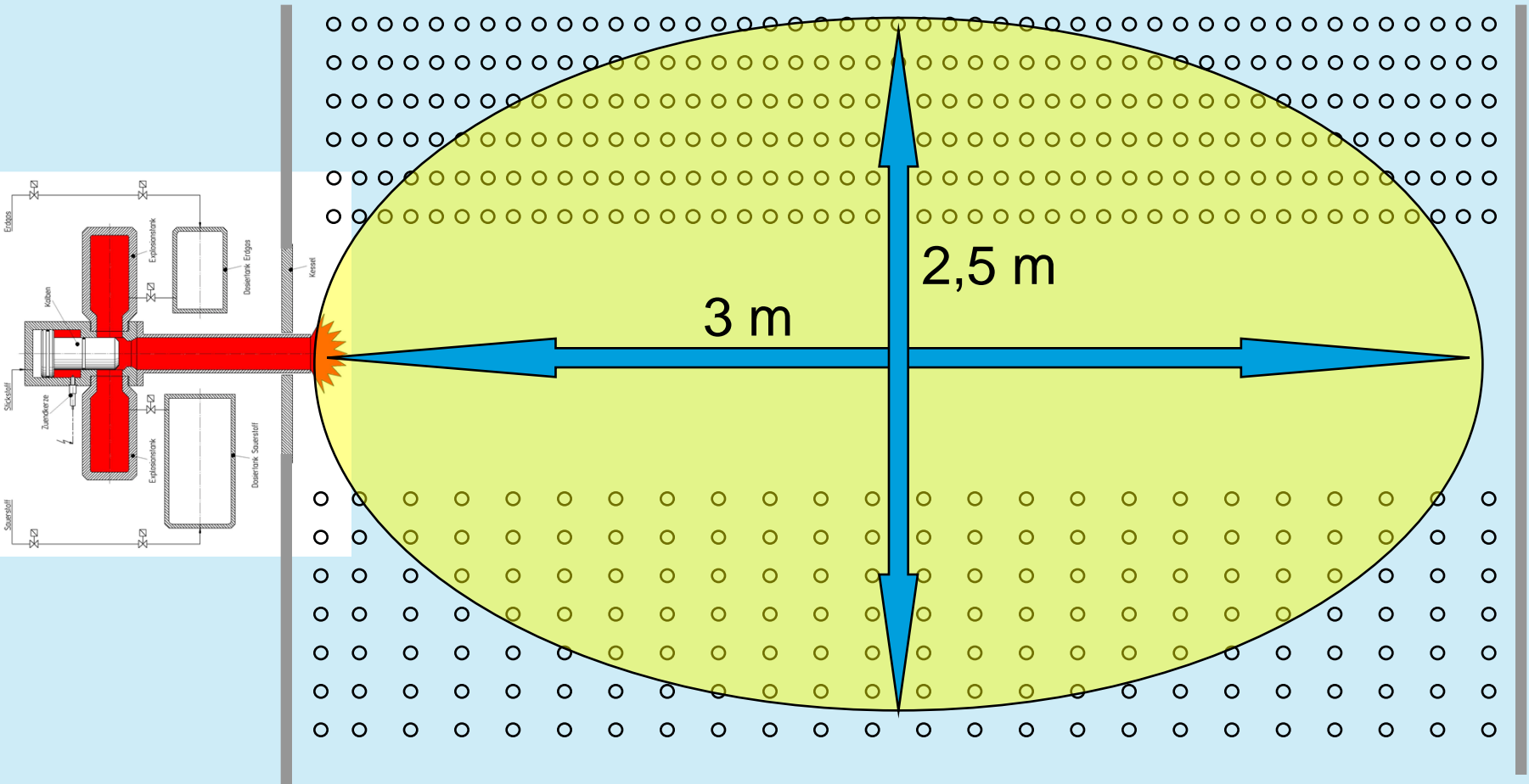
Zündung durch Glühkerze – Kolben öffnet – Druckwelle wird in den Kessel geleitet



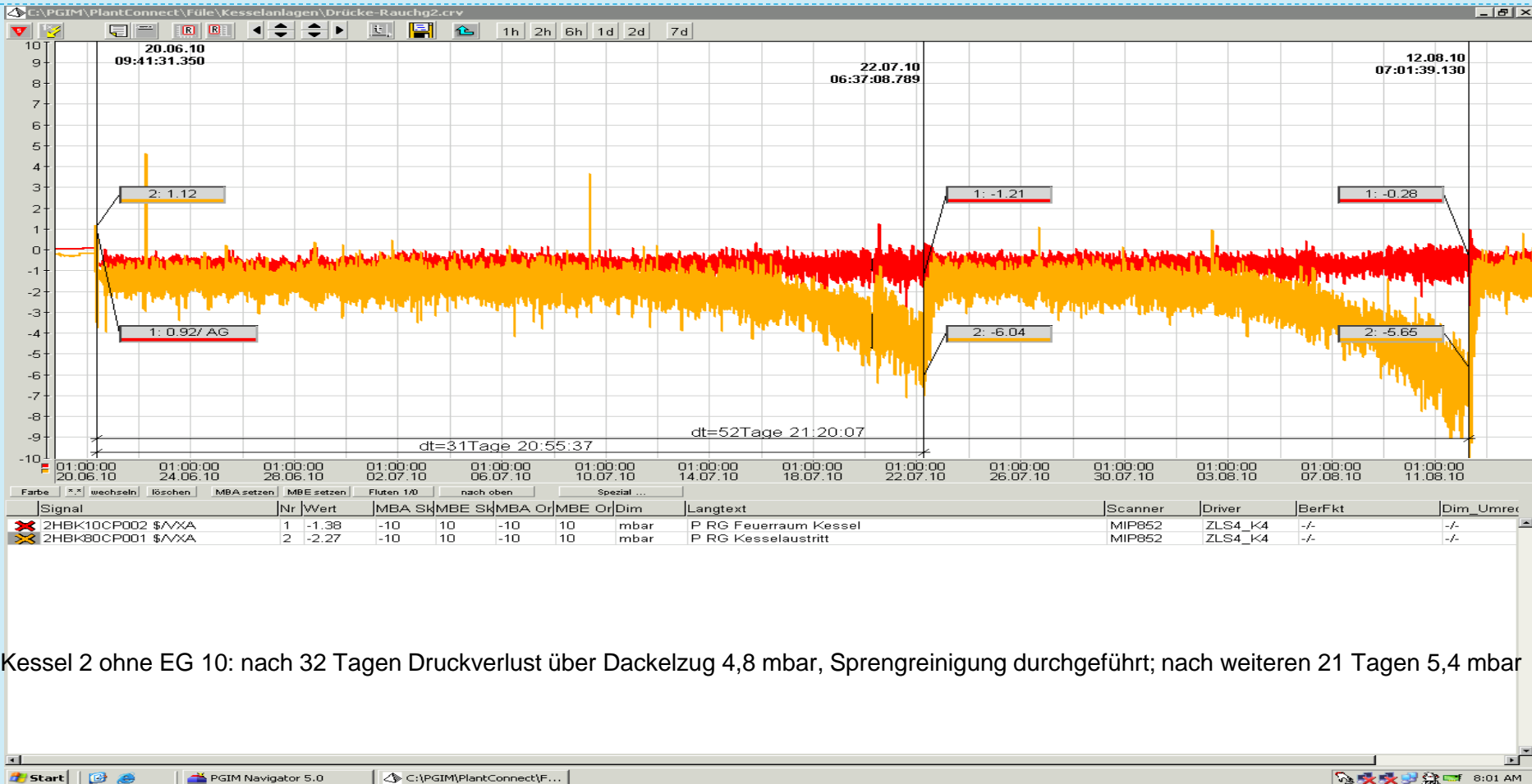


neues Modell  
EG 10 L hat eine  
höhere Leistung

## ungefährer Wirkbereich EG 10

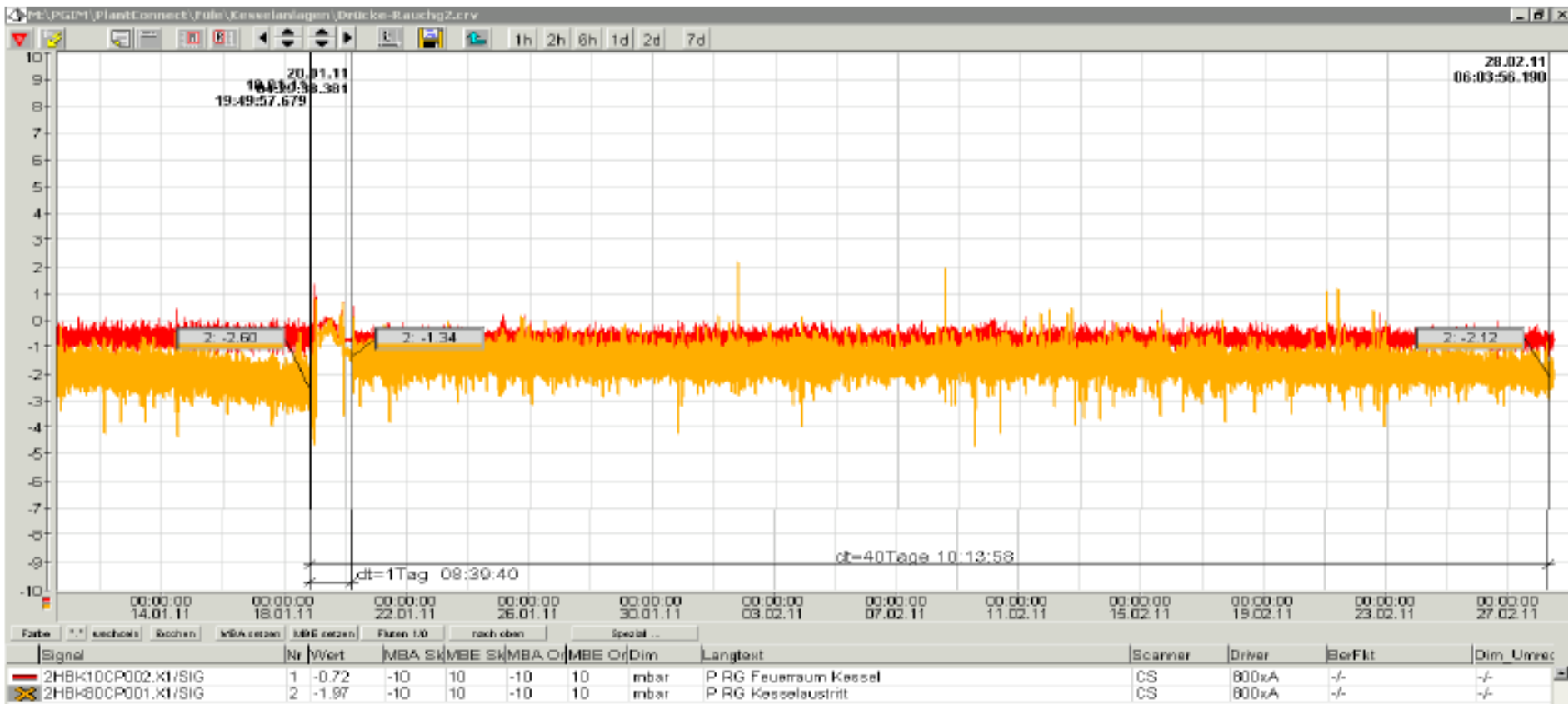


## Beispiel zur Wirkung: Druckverlust über UE ohne EG 10



Kessel 2 ohne EG 10: nach 32 Tagen Druckverlust über Dackelzug 4,8 mbar, Sprengreinigung durchgeführt; nach weiteren 21 Tagen 5,4 mbar

# Ergebnisse: Druckverlust über den Dampferzeuger mit EG 10



2. Reisezeit 40 Tage ca. 2,2 mbar Druckverlust (1.1 mbar bei völlig sauberem Kessel)

## Vergleich EG 10 – andere Heizflächenreinigung im Überhitzerbereich

	EG 10	Klopfwerke	Dampfbläser
Platzbedarf	+	+	-
Nachrüstbarkeit	++	+	-
Wirkung bei harten, klebrigen Belägen	+	-	++
Betriebskosten	+	++	-
Rohrschäden	+	++	-
Lärm	+	+	0
Konzession	0	++	+



## Betriebserfahrungen mit dem EG 10

- sehr sicher durch automatische Dichtheitsprüfung, Füllzeitüberwachung, Doppelabsperrungen, Ablaufkontrolle und externe Freigabe (Müllfreigabe)
- nicht wartungs- und störungsfrei aber vertretbarer Aufwand
- empfehlenswert zur Lösung von Verschmutzungsproblemen in Konvektionsheizflächen
- Geräuschbelästigung und Belastung der Heizflächen vernachlässigbar
- Abförderung der Beläge über die automatische Kesselentaschung
- geringere Gefährdung als bei Sprengreinigung / Bang & Clean
- Druckgerät Kategorie II (EG 10 L Kategorie III)
- Aufstellung der Gasflaschen im Kesselhaus nach TRG 280 möglich

## Kosten durch den Explosionsgenerator



KOMPONENTE	KOSTEN		
	Invest	Euro	laufende Kosten Euro
Explosionsgenerator	72.000	Wartung + Verschleiß	12.000 / a
Orbitalgeschweißte Rohrleitungen Gasversorgung O2 + CH4	19.000	Betriebsmittel (Gase)	7.000 / a
Elektroinstallation	2.500,-		
Genehmigung, anteilig	4.000,-		
<b>SUMME</b>	<b>97.500</b>		<b>19.000 / a</b>

## Einsparungen durch den Explosionsgenerator

Einsparmöglichkeit	KOSTEN
5 Stillstände Sprengreinigungen / Jahr	Euro
5 Sprengreinigungen	5 x 5600 28.000,-
5 x Asche Saugen	5 x 2500,- 12.500,-
5 x Big-Bag Handling und Entsorgung	5 x 1500,- 7.500,-
<b>SUMME</b>	<b>48.000,- EUR / Jahr</b>

## Film: Explosionsgenerator in Betrieb

Film Explosionsgenerator

verschmutzter Überhitzer



## Teil 2 – Schallreinigung im Katalysator

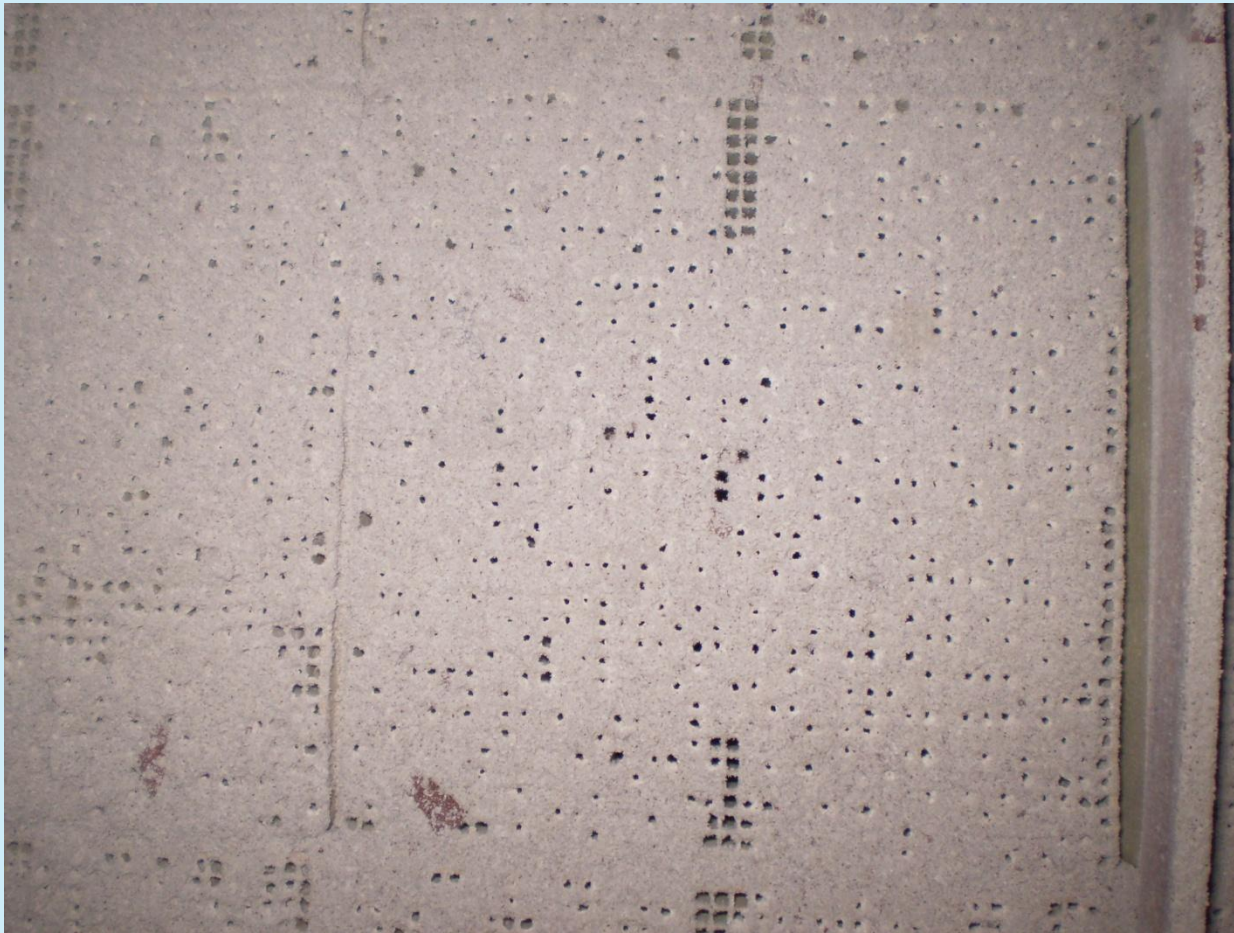
## Müllheizkraftwerk Offenbach



## Staubablagerungen im Katalysator

- im Entstickungsprozess mit Ammoniakwasser bilden sich Ablagerungen (z.B. Ammoniumsulfat), die sich als lose Stäube und blättertartige Beläge an der Katalysatoroberfläche und in den Waben ablagern mit der Folge von hohem Druckverlust
- Drucklufttrußbläser mit kalter Druckluft oberhalb der ersten Katalysatorlage brachten keinen Reinigungserfolg
- Regenerationsaufheizungen brachten nur kurzzeitigen Erfolg
- als wirkungsvoll haben sich Absaugen- und Blasen im Stillstand sowie im Betrieb Schallhörner, 250 Hz Akustikreiniger der Fa. Hartge, bewährt

## Ablagerungen im Katalysator





# Wissensforum Schallreinigung

Nach einem Versuch wurden 5 Hörner je Linie fest eingebaut:  
Je ein Horn über den 3 Katalysatorebenen und 2 Hörner im Austritt  
des Plattenwärmetauschers



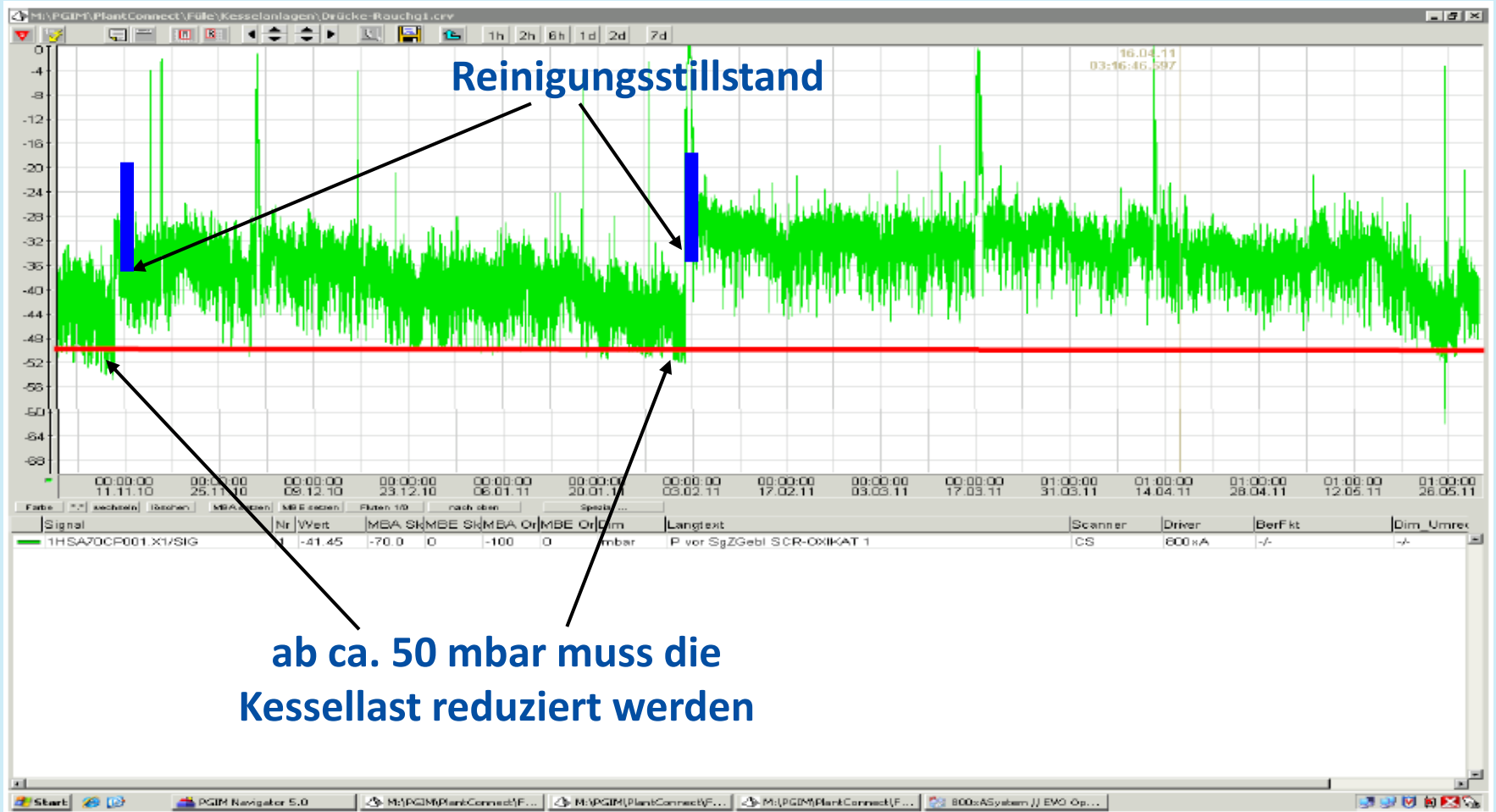


## Betriebserfahrungen

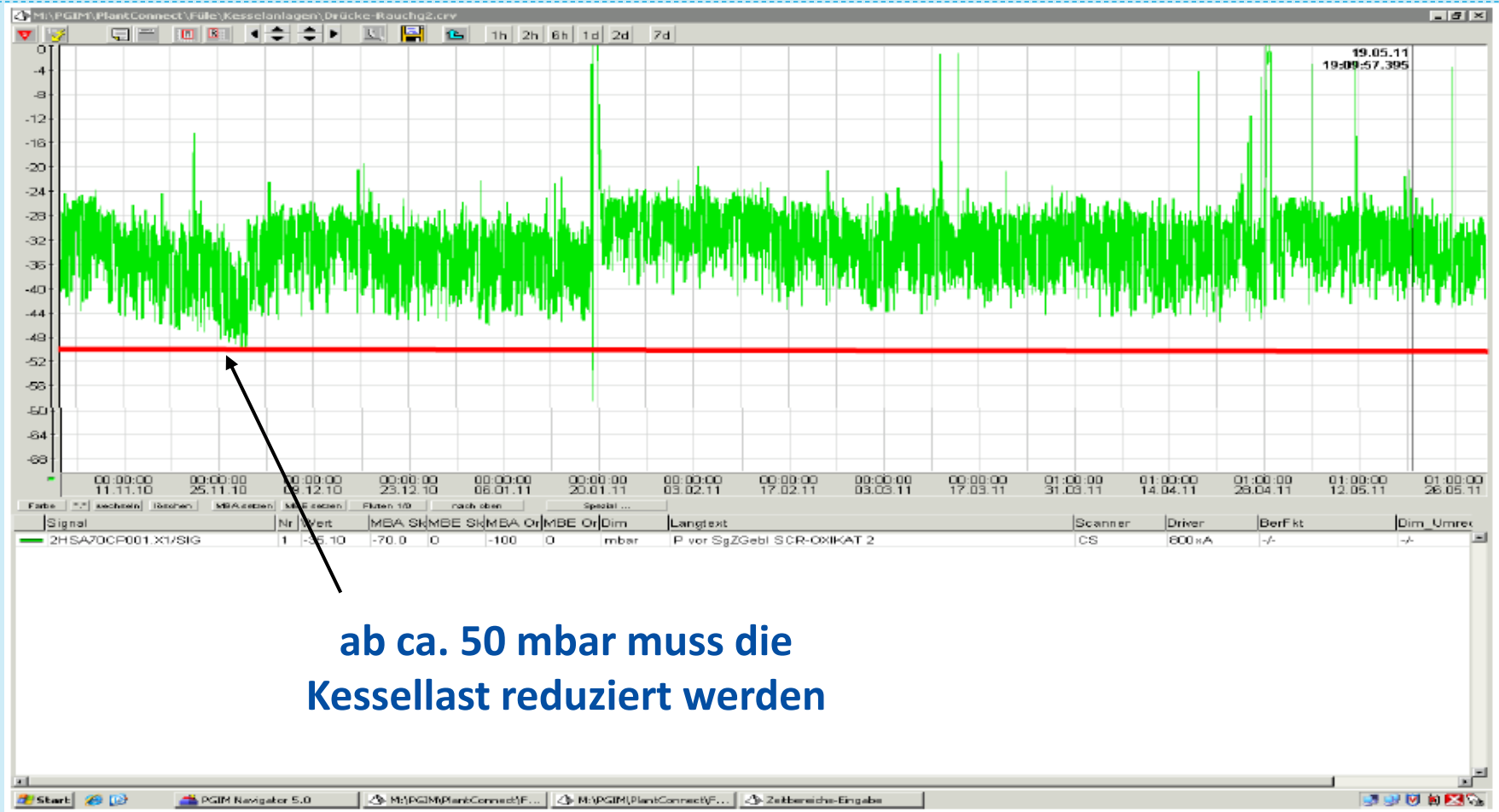
- zum Betrieb der Schallhörner ist 5 bar Druckluft erforderlich
- die Ansteuerung erfolgt über eine leicht zu bedienende SPS des Herstellers alle 30 Minuten seriell in Rauchgasrichtung mit je 3 Impulsen je Horn für 3 je Sekunden
- die Schallhörner sind weitgehend wartungsfrei und arbeiten über mehrere Jahre mit nur geringer Instandhaltung (Schallerzeugerscheiben drehen oder Erneuern, Magnetventile und Druckminderer Instand setzen, Manometer tauschen)
- einfacher Einbau z.B. durch Einschweißen der Hornkörper
- Schallisolation der Hörner ist empfehlenswert, Dämmhauben werden vom Hersteller angeboten; in lärmempfindlichen Gebieten Dämmung aufwändig
- Energiebedarf viel geringer als die eingesparte Saugzugleistung

# Wissensforum

## Druckverlust über Katalysator und Kreuzstrom – Plattenwärmetauscher ohne Schallreinigung



# Druckverlust über Katalysator mit Schallreinigung



ab ca. 50 mbar muss die Kessellast reduziert werden

## Investitionen zur Ausrüstung einer Linie

KOMPONENTE	KOSTEN	
	Euro	Euro
5 Schallhörner	5 x 7.200,-	36.000,-
Steuereinheit Simatic S7	4.200,-	5.000,-
Schallisolation 5 Hörner	5 x 1.000,-	5.000,-
Schallisolation 2 Kompensatoren	2 x 5.500,-	11.000,-
Einschweißen 5 Hörner in der Blechwand	5 x 1.000,-	5.000,-
Druckluftversorgung Mapress Edelstahlrohr	6.000,-	6.000,-
Elektroinstallation	3.000,-	3.000,-
<b>SUMME</b>		<b>71.000,-</b>

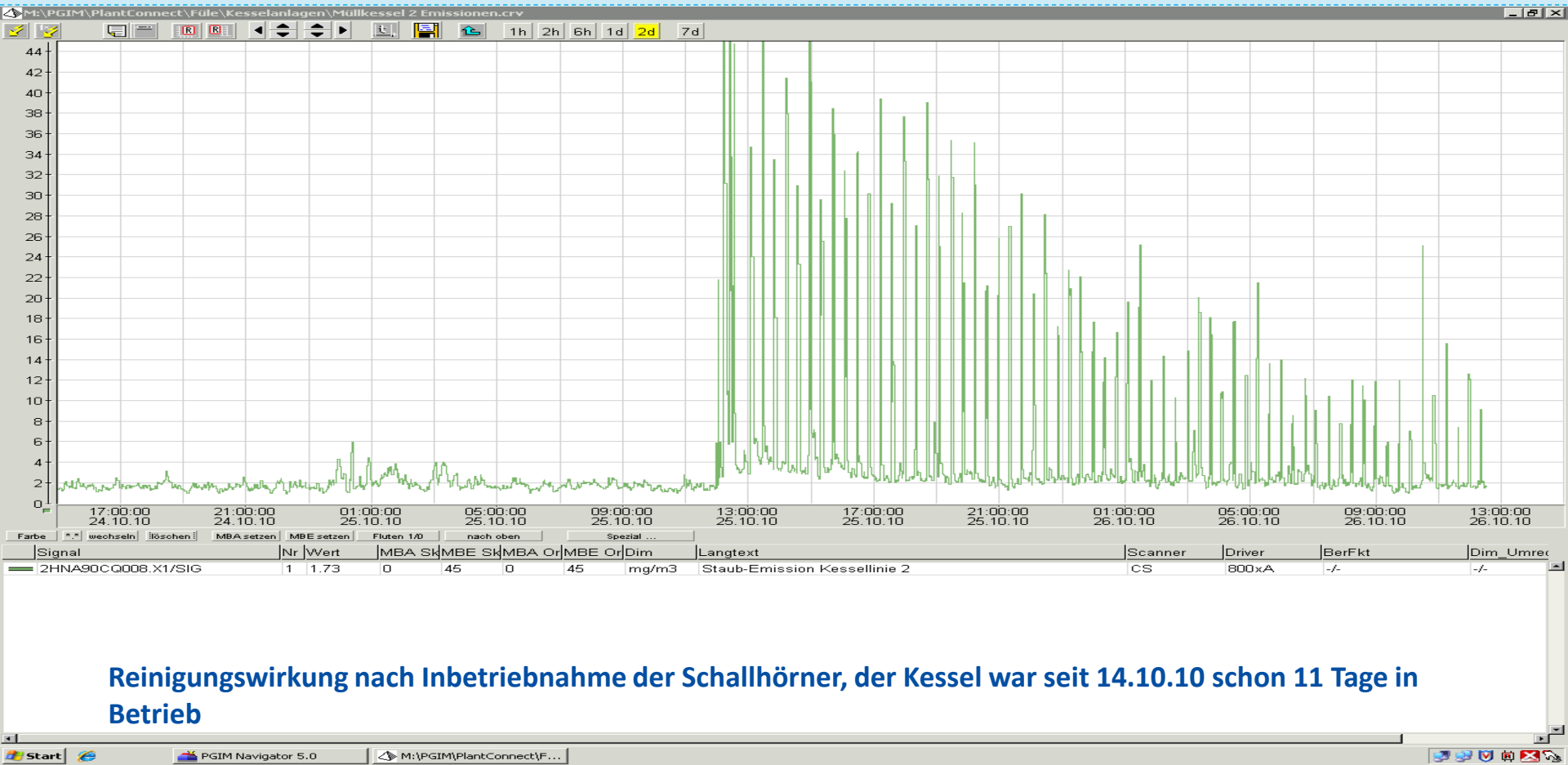
## Einsparungen durch Nachrüstung der Schallreinigung

1 Stillstand/Jahr zur Reinigung des Katalysators und Kreuzstrom-Plattenwärmetauschers	Aufwandskosten	
30 h Linienstillstand (verminderter Mülldurchsatz)	13.500,-	
Katalysatorreinigung (Fremdleistung)	4.500,-	4.500,-
Gasverbrauch für An- / Abfahren	7.500 m <sup>3</sup> 2.500,-	
<b>SUMME</b>	<b>20.500,- EUR / Jahr</b>	



# Wissenforum

## Ergebnisse: Staubbeförderung oder „Emission“ nach Inbetriebnahme



**Reinigungswirkung nach Inbetriebnahme der Schallhörner, der Kessel war seit 14.10.10 schon 11 Tage in Betrieb**

## Luftverbrauch der Schallreinigung im KAT [2]

Eingangsdruck 6,5 bar

Anzahl Schallimpulse 4 – Impulsdauer 5 sec

Impulspause 2 sec. - Intervallpause 30 min.

Luftverbrauch ein Akustikreiniger:

Beschallung:  $4 \times 5 \text{ sec.} \times 35 \text{ NI/sec.} = 700 \text{ NI}$

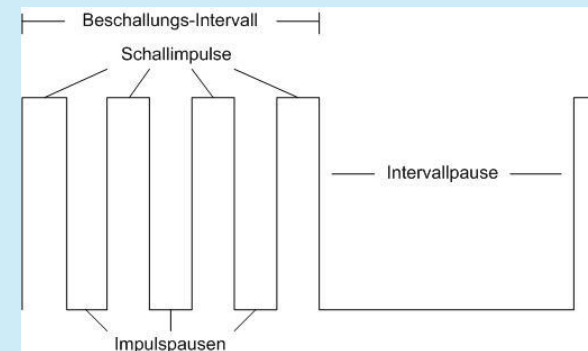
Impulspause:  $3 \times 2 \text{ sec.} \times 0,5 \text{ NI} = 3 \text{ NI}$

Intervallpause:  $1800 \text{ sec.} \times 0,5 \text{ NI} = 900 \text{ NI}$

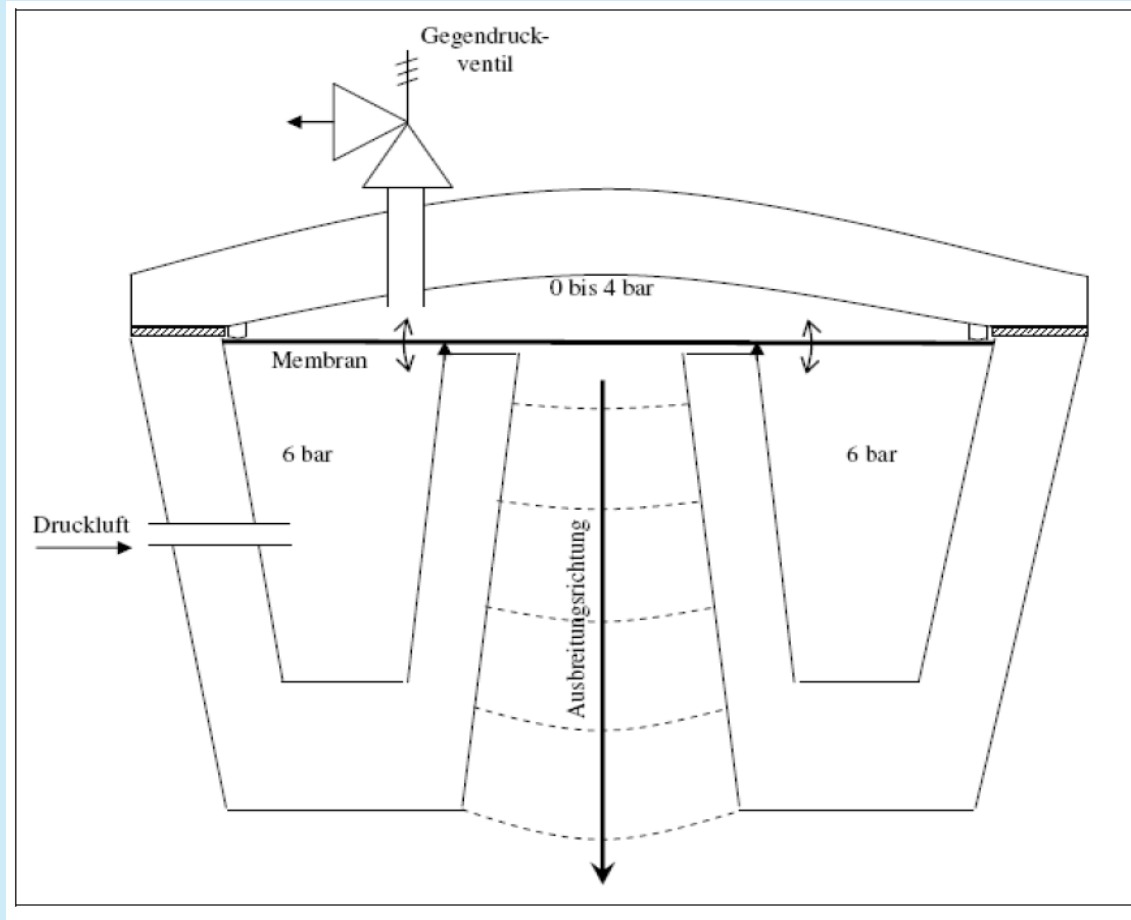
Luftverbrauch pro Sequenz = 1.603 NI

Luftverbrauch pro Stunde ca. = 3.200 NI

Luftverbrauch pro Stunde bei 5 Akustik-  
reinigern ca. 16.000 NI. (entspricht 267 Litern Verbrauch je Minute)



## Schallerzeugung im Kopf des Schallhorns (Drücke in stationärem Überdruck nach [1])



## Anforderungen an wirksame Schallreiniger nach [1]

Parameter	Wert
Frequenzbereich $f$ / Hz	< 250
Schalldruckpegel $L_p$ / dB	> 130
Abgestrahlter Schalldruckpegel $L_p$ / dB	> 145
Abgestrahlte Schalleistung $P_{ak}$ / W	> 300

Die Schallwellen sind Druckschwankungen im Rauchgasstrom, die Kräfte auf die Staubablagerungen ausüben, die größer als die Haftkräfte sind und die Staubteilchen mobilisieren. Dies gelingt am Besten bei feinem Staub (< 250  $\mu\text{m}$ ) und geringen noch nicht agglomerierten Schichten.

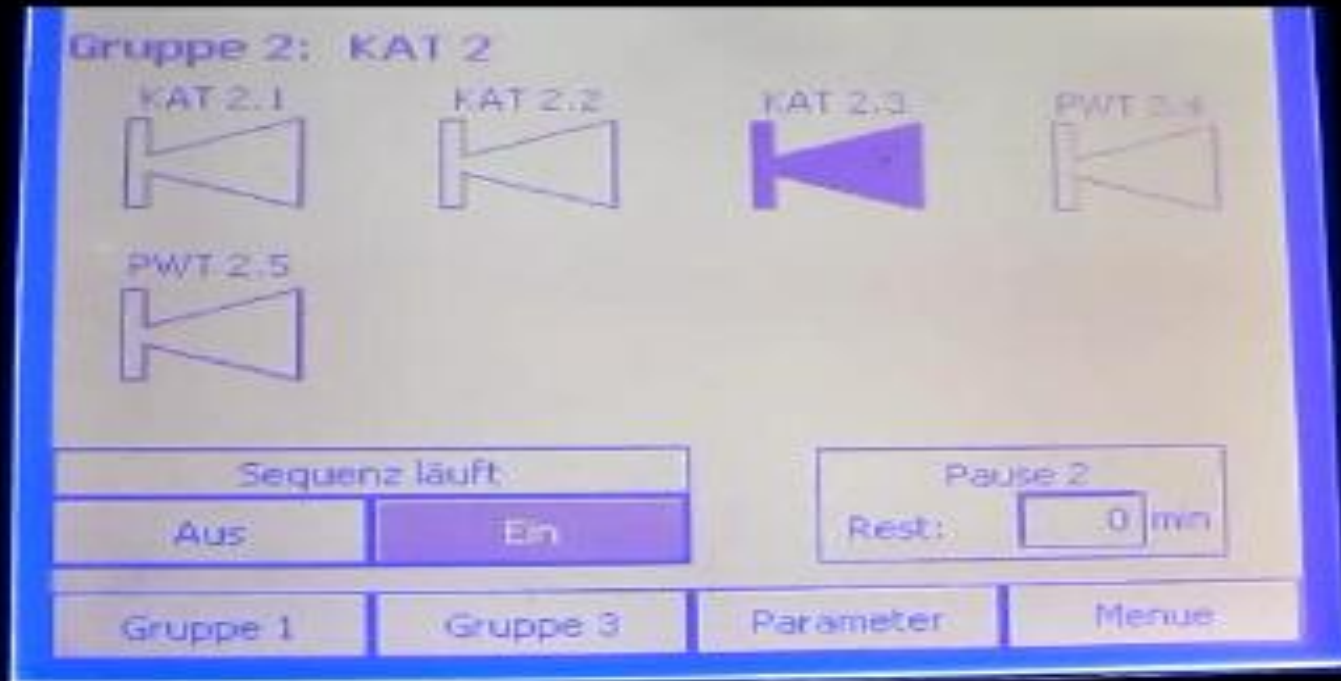
## Schallreinigung – andere Katalysatorreinigung

	Schallreinigung	Druckluftbläser*	Dampfbläser
Platzbedarf	+	-	-
Nachrüstbarkeit	++	0	0
Wirkung	+	0	++
Betriebskosten	++	+	0
Schäden	++	+	0
Lärm	0	+	0
Konzession	0	+	+

\*Bei Druckluft ist erfahrungsgemäß eine Vorwärmung der Luft erforderlich.



## Steuerung der Akustikreiniger



## Eingeschweißtes Horn mit Schallgenerator





## Schallreiniger mit Schallschutzhaube



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**

**eEVO**

## Quellenverzeichnis

---

[1] Theorie zur akustischen Reinigung und Vorbereitung zum betrieb einer Testanlage im Dampferzeuger des Kraftwerks Lippendorf, Diplomarbeit Stefan Wenke, 30.9.2008

[2] Hartge Verfahrenstechnik, 86932 Pürgen; technische Information