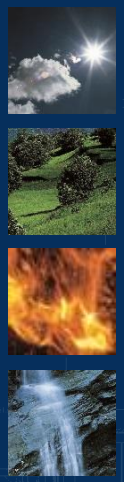


Zukünftige Anforderungen an die Rauchgasreinigung hinter Abfallverbrennungsanlagen

Rudi Karpf

ete.a Ingenieurgesellschaft für Energie und Umweltengineering & Beratung mbH

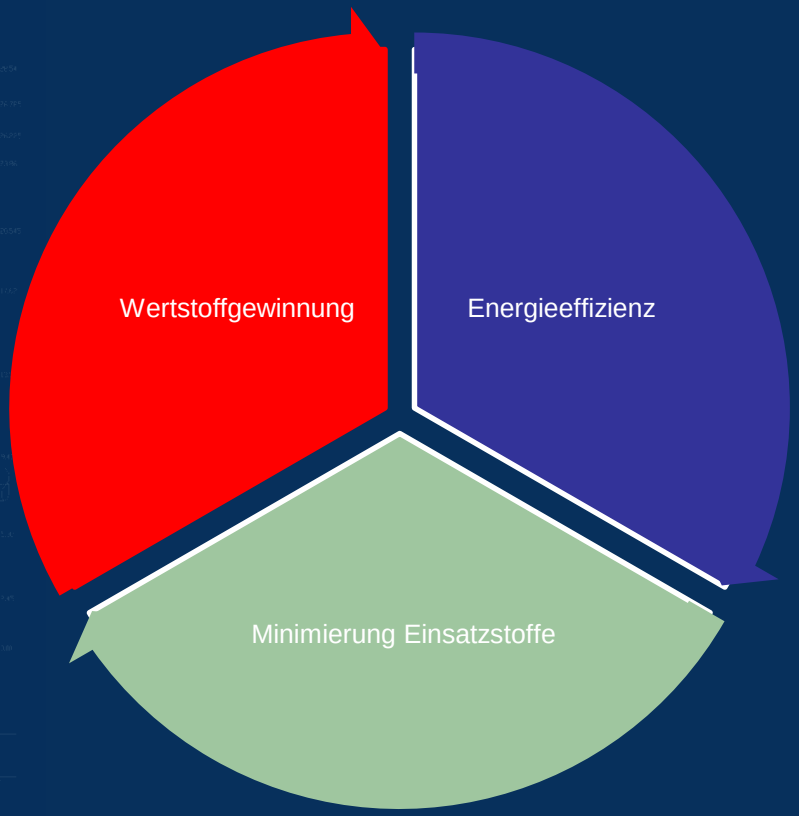
51. Kraftwerkstechnisches Kolloquium
Dresden, 22. und 23. Oktober 2019

ete.a

Einleitung

Motivation und Hintergrund

Die Motivation heutiger Entwicklungen liegt neben einer effizienten Schadgasabscheidung in Themen wie

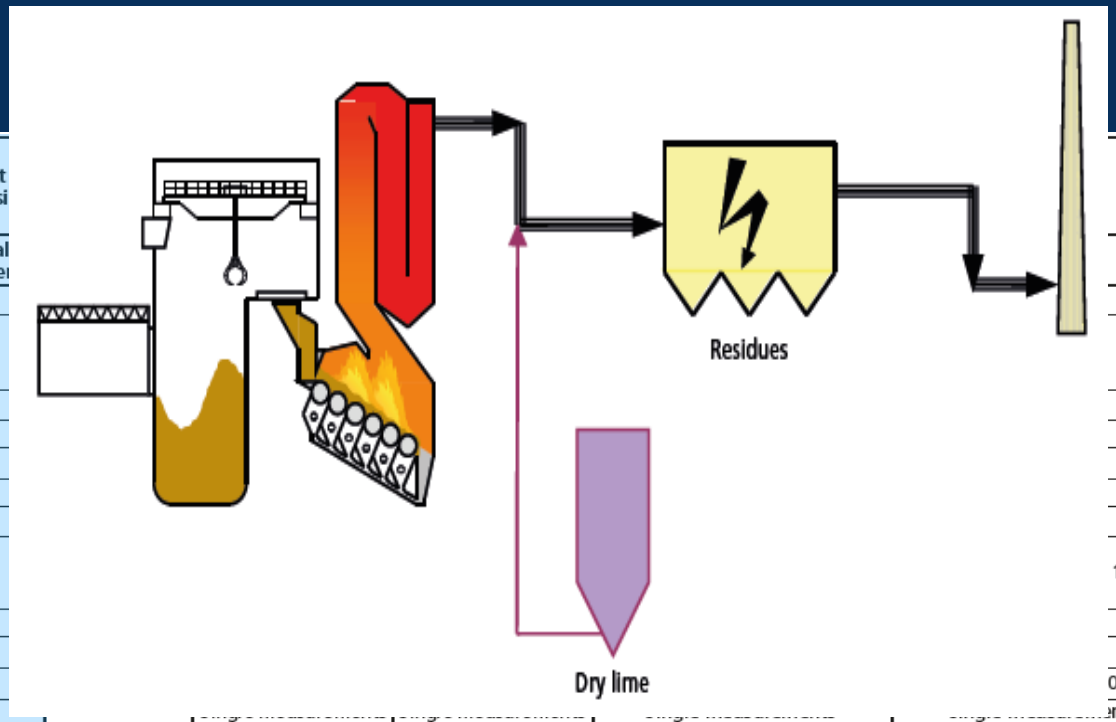


Überblick

Abgasreinigungsanlagen Gestern und Heute

ete.a

Entwicklung der Emissionsanforderungen am Beispiel Deutschland



Pollutant	Unit	TA Luft 1974 versi						YAV
		General requiremen						
O_2-reference percentage	Vol.-% dry							
Dust	mg/m³	100						
Total Organic Carbon (TOC)	mg/m³	-						
Hydrogen chloride (HCl)	mg/m³	100						
Hydrogen fluoride (HF)	mg/m³	5						
Carbon monoxide (CO)	mg/m³	1,000						
Sulphur dioxide (SO_2)	mg/m³	-						
Nitrogen oxide (NO_2)	mg/m³	-						100[5) 7)]
Ammonia (NH_3)	mg/m³	-						-
Heavy metals								
Mercury (Hg)	mg/m³	-						0.01[5) 6)]
								nts
Dioxins and furans	ng/m³	-	-	0.1	0.1	0.1	-	0.1
Class I	mg/m³	20***	0.2	0.05 | -	0.05	0.05*	0.05[2)]	0.05[8)]
Class II	mg/m³	50***	1	0.5	0.5[1)]	0.5*	0.5[3)]	0.5
Class III	mg/m³	75***	5	0.05	- | -	0.05*	1[4)]	0.05

The concentration data is based on standard temperature and pressure, dry state, for each oxygen reference value; DAV indicates daily average value; HHAV indicates half hourly average value; YAV indicates yearly average value; Heavy metals class I: Σ Cd/Tl; Heavy metals class II: Σ Sb, As, Pb, Cr, Co, Ni, Cu, Mn, V, Sn; Heavy metals class III: Σ As, benzopyrene, Cd, Co(aq), Cr(IV)

* not applicable to use of coal, untreated wood only; ** combustion capacity > 6t/h or new facilities; *** related to the former classification

[1)] excluding Sn; [2)] applicable to Tl (single substance); [3)] applicable to Pb, Co, Ni, Se, Te; [4)] applicable to Sb, Cr, CN, F, Cu, Mn, V, Sn; [5)] not applicable to use of existing plants with RTI < 50 MW; [6)] to be valid as of 2019; [7)] not applicable for existing plants; [8)] applicable to Mercury if the emission value is always < 20 % of the requested emission value

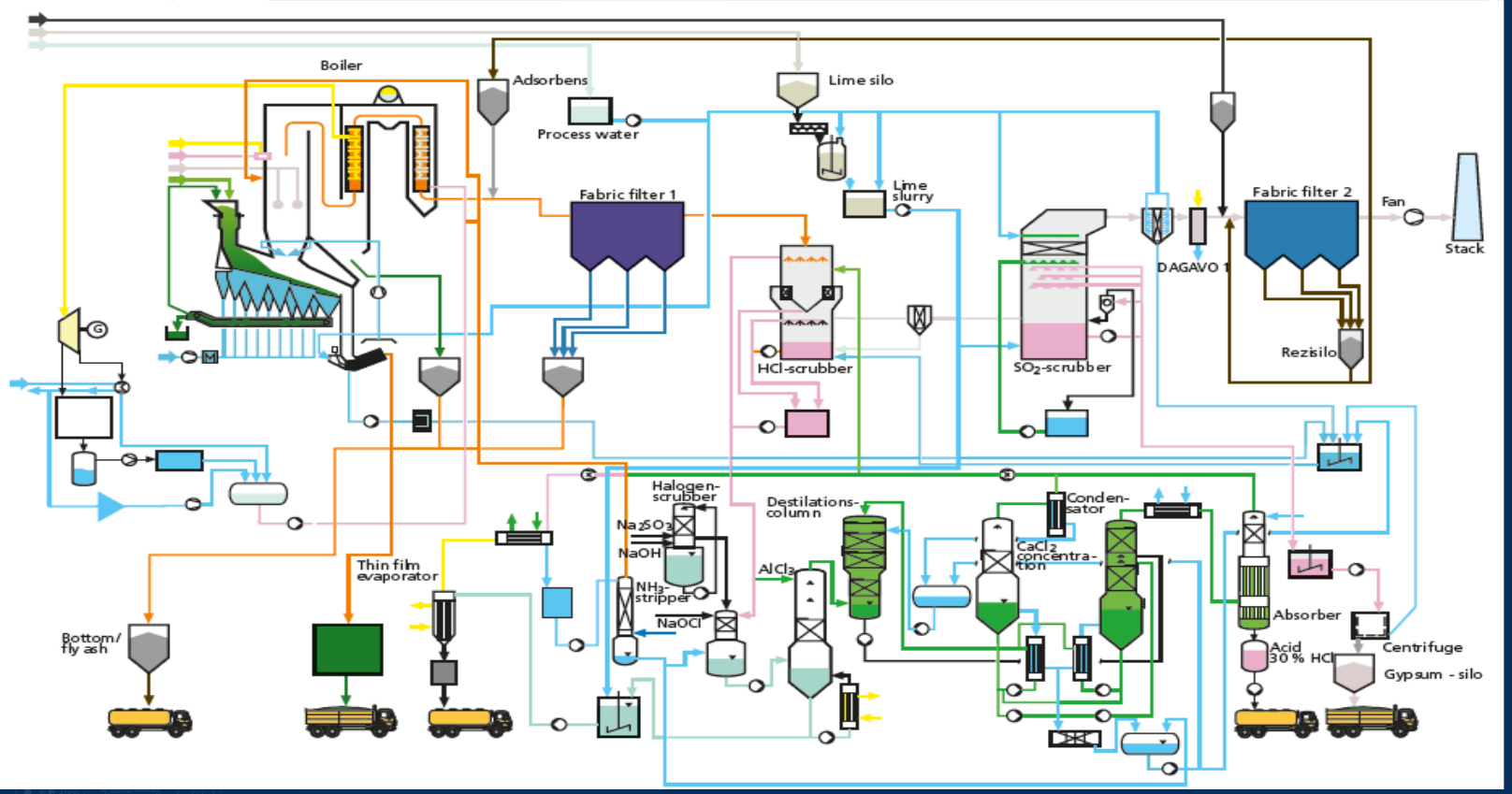
RTI: Rated Thermal Input

Entwicklung der Emissionsanforderungen am Beispiel Deutschland

| Pollutant | Unit | TA Luft 1974 version | TA Luft 1986 version | | |

Entwicklung der Emissionsanforderungen am Beispiel Deutschland

Pollutant	Unit	TA Luft 1974 version	TA Luft 1986 version	17. BImSchV 2003 version	EU Guideline 2000/76	13. BImSchV 2004 version 50 MW < RTI < 100 MW	TA Luft 2002 version RTI < 50 MW	17. BImSchV 2013 version

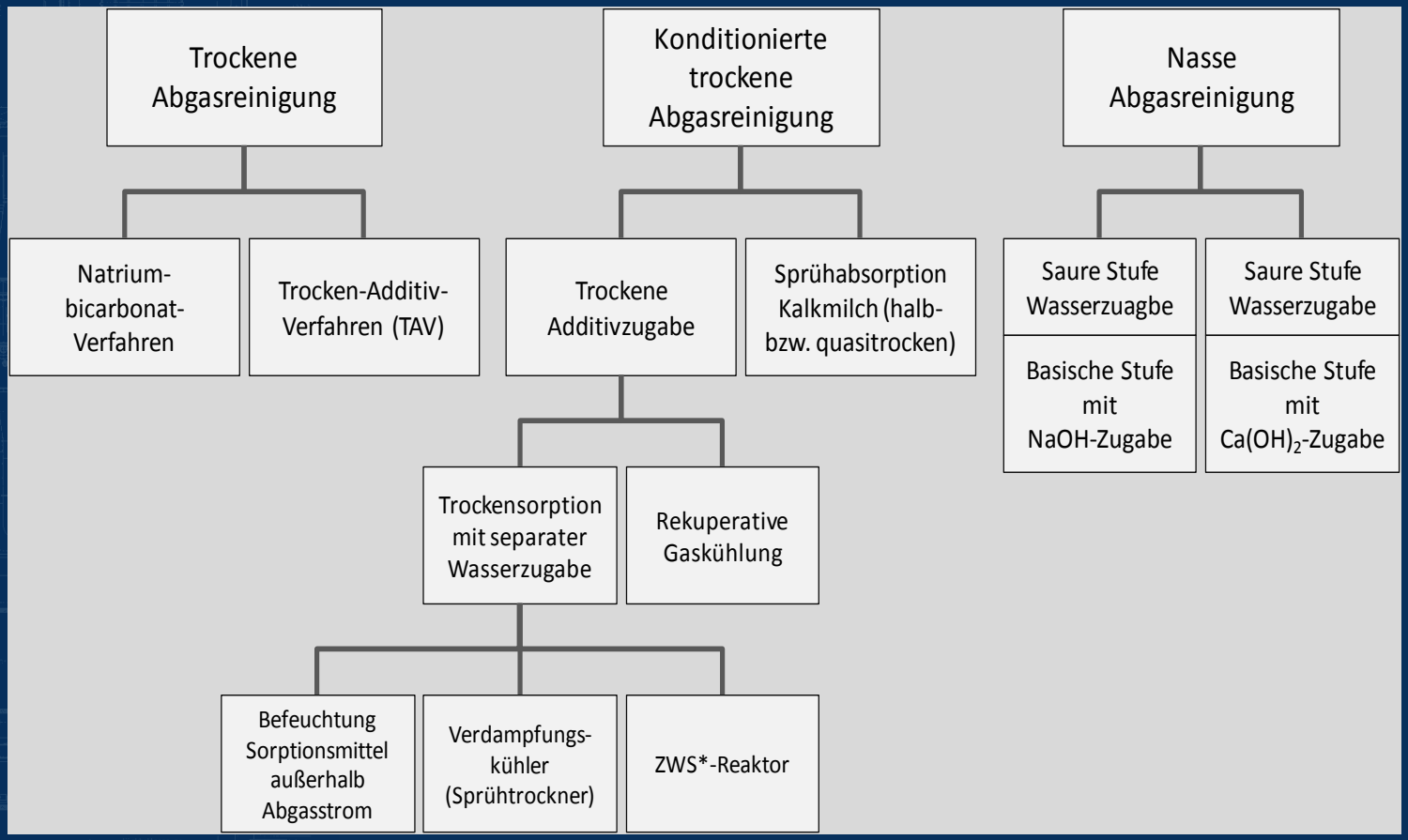


Verfahrensmatrix zur Abscheidung verschiedener Luftschadstoffe

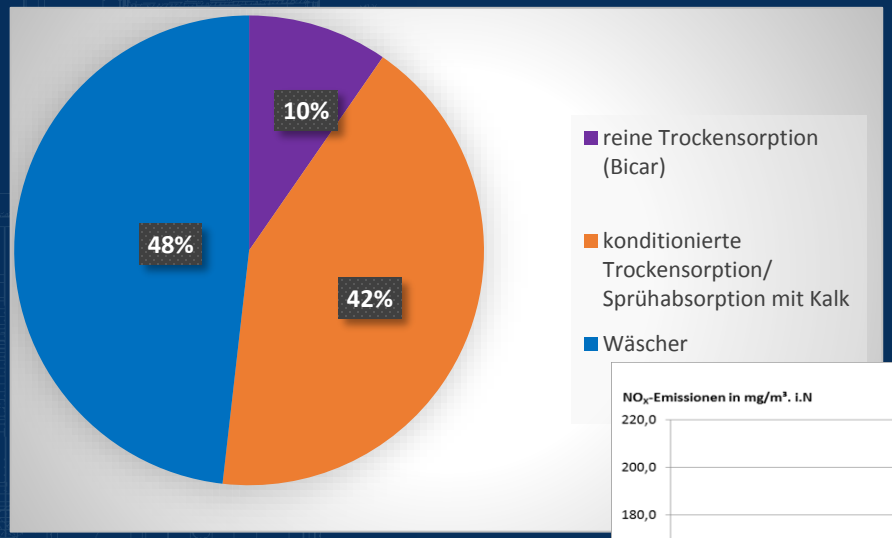
Kompo-nente	E-Filter[1)]	Gewebefilter[1)]	Sorptionsfilter	Fest-/Wander-bett-Filter	Wäscher	SNCR	SCR
Staub	X	X	X		{X}		
HCl			X	{X}	X		
HF			X	{X}	X		
SO_2			X	X	X		
NO_X				X	{X}	X	X
Hg		X	X	X	X		
Cd, Tl	{X}	{X}	X	X	{X}		
Sb ..... Sn	{X}	{X}	X	X	{X}		
As ..... Cr	{X}	{X}	X	X	{X}		
PCDD/PCDF	{X}	{X}	X	X	X		X
NH_3				X	X		X

X geeignet (x) bedingt geeignet {x} staubgebundene [1)] reine Staubabscheider

Einteilung der Abgasreinigungsverfahren zur Abscheidung von HCl, SO_x und HF (* Zirkulierende Wirbelschicht)

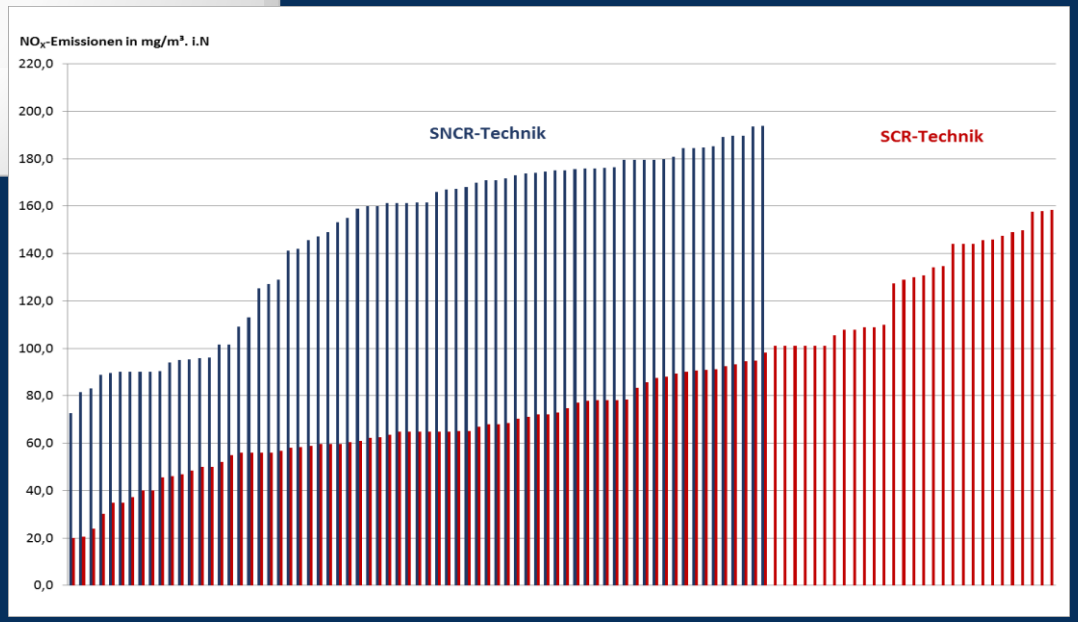


Ausgeführte Anlagen zur Sauergasabscheidung



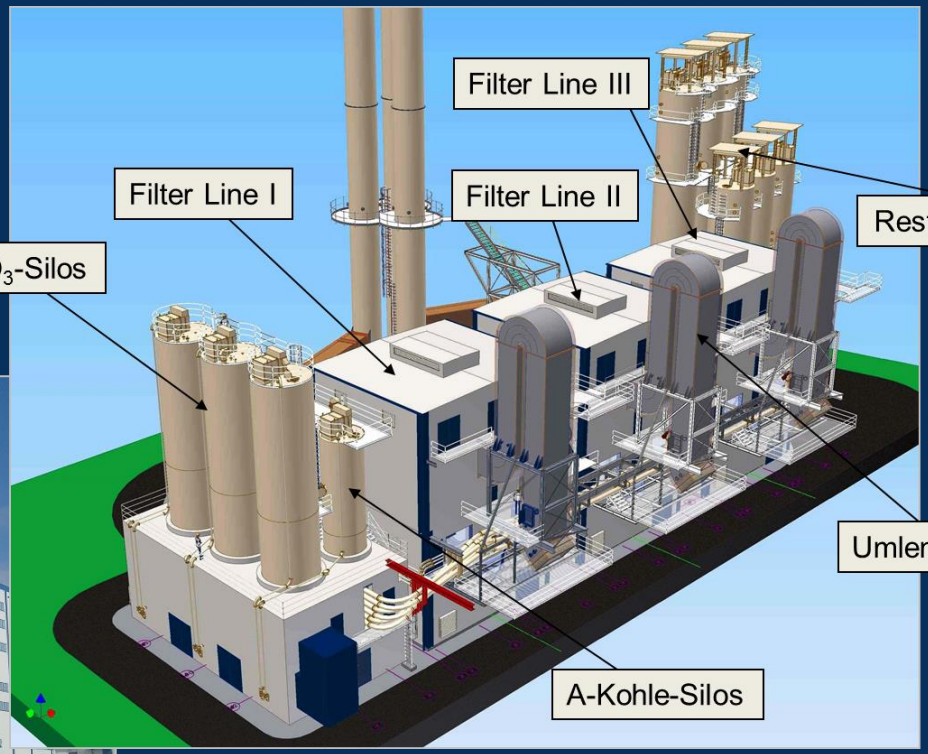
Quelle: ITAD, Düsseldorf

Ausgeführte Anlagen zur NOx-Abscheidung



Quelle: M. Treder: ITAD Emissionsbericht 2016, vorläufig, unveröffentlicht, Düsseldorf 10.09.2017

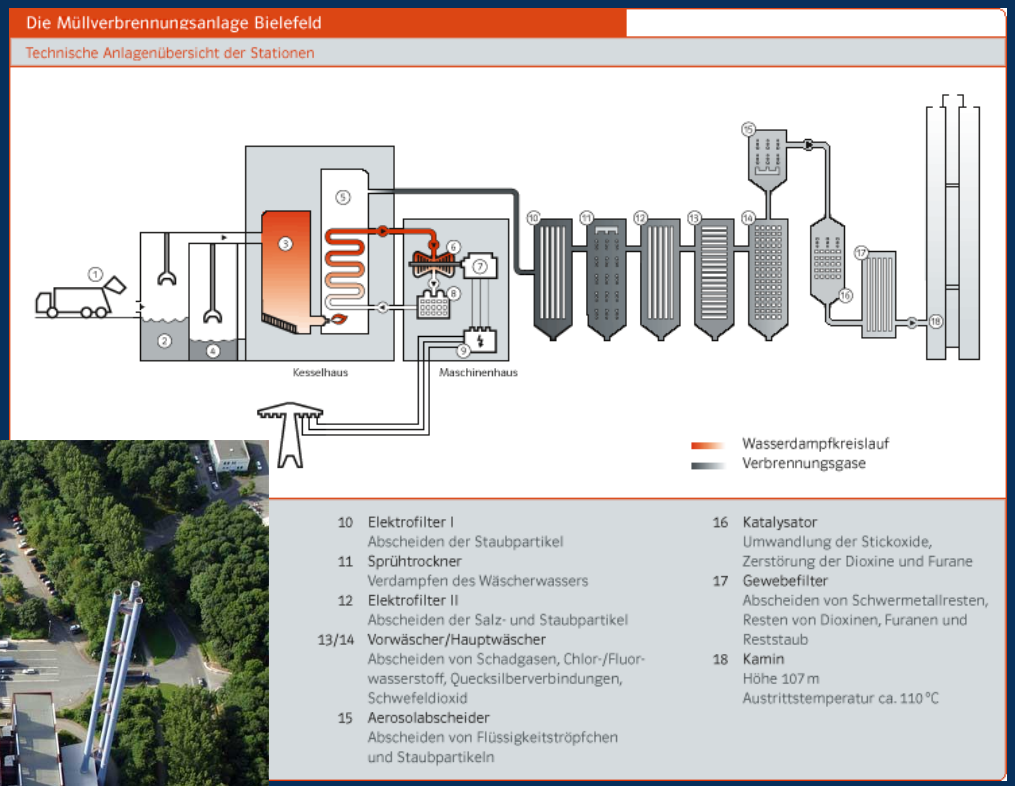
einfacher Anlagenaufbau
SNCR – einstufige Trockensorption $NaHCO_3$



Quelle: Lühr-Filter, Stadthagen

komplexer Anlagenaufbau

E-Filter – Sprühtrockner – E-Filter – 2-stufiger Wäscher – Aerosolabscheider – SCR – Gewebefilter



Quelle: Interargem, Bielefeld

Herausforderungen

an Abgasreinigungsanlagen

ete.a

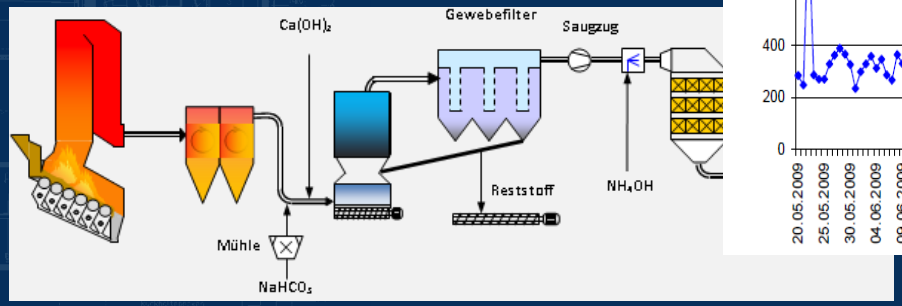
Revision BVT-Merkblatt Abfallverbrennung

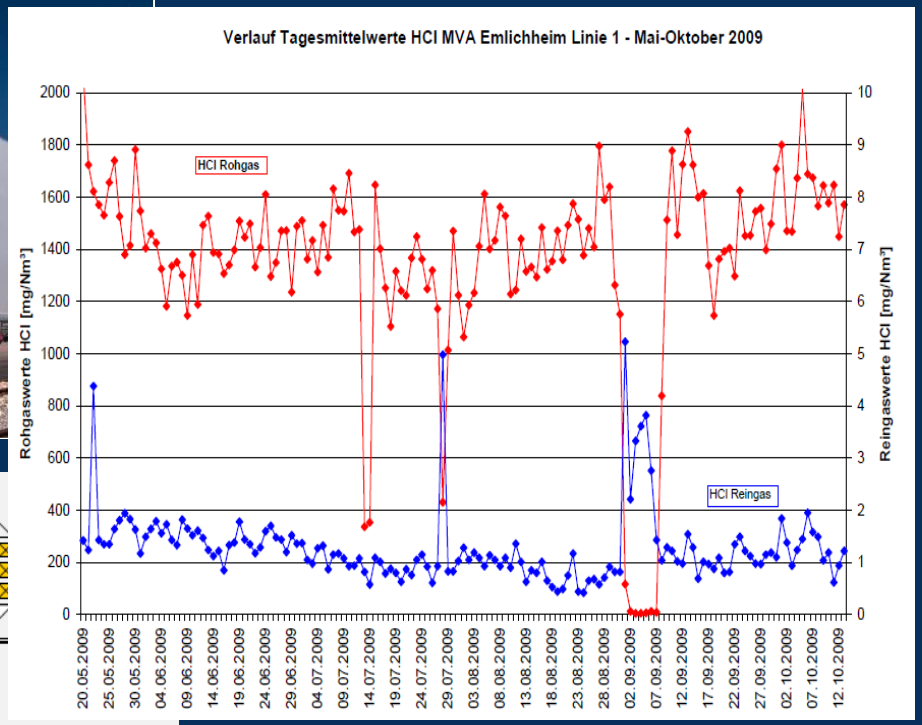
Parameter	Einheit	Grenzwerte 17. BImSchV[1]			BVT für bestehende Anlagen	BVT für neue Anlagen	Überwachungs-frequenz
		TMW	HMW	JMW	TMW	TMW	
Staub	mg/m^3, i.N.tr.	5	20	-	<2-5		kontinuierlich
HCl	mg/m^3, i.N.tr.	10	60	-	<2-8	<2-6	kontinuierlich
HF	mg/m^3, i.N.tr.	1	4	-	<1	< 1	kontinuierlich (1)
NO_x (SCR)	mg/m^3, i.N.tr.	150	400	100	50-150 (2)	50-120	Kontinuierlich
SO_x als SO_2	mg/m^3, i.N.tr.	50	200	-	5-40	5-30	kontinuierlich
Hg	mg/m^3, i.N.tr.	0,03	0,05	0,01	<0,005-0,02		kontinuierlich (3)
					0,001-0,01		Langzeitüberwachung
NH_3	mg/m^3, i.N.tr.	10	15	-	2-10 (4)	2-10	kontinuierlich
N_2O					Wird nicht angegeben		jährlich (7) (8)
CO	mg/m^3, i.N.tr.	50	100	-	10-50		kontinuierlich
Cd + Tl	mg/m^3, i.N.tr.	0,05			0,005-0,02		alle 6 Monate
∑Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+(Sn)	mg/m^3, i.N.tr.	0,5			0,01-0,3		
∑As+Benzo(a)pyren+Cd+Co+Cr	mg/m^3, i.N.tr.	0,05			-		jährlich
PCDD/F (*)	ng $_{I\text{-}TEQ}$ /m^3, i.N.tr.	-			< 0,01-0,06	< 0,01-0,04	Alle 6 Monate
					< 0,01-0,08	< 0,01-0,06	monatlich (5)
PCDD/F + Dioxinähnliche PCBs (*)	ng $_{WHO\text{-}TEQ}$ /m^3, i.N.tr.	0,1			< 0,01-0,08	< 0,01-0,06	Alle 6 Monate (6)
					< 0,01-0,1	< 0,01-0,08	monatlich (5) (6)
TVOC / $C_{ges.}$	mg/m^3, i.N.tr	10	20	-	< 3-10		kontinuierlich

* die Äquivalenzfaktoren finden entweder nach I-TEQ oder nach WHO-TEQ Anwendung, 17. BImSchV (Seite 21) nach WHO-TEF 2005

ete.a

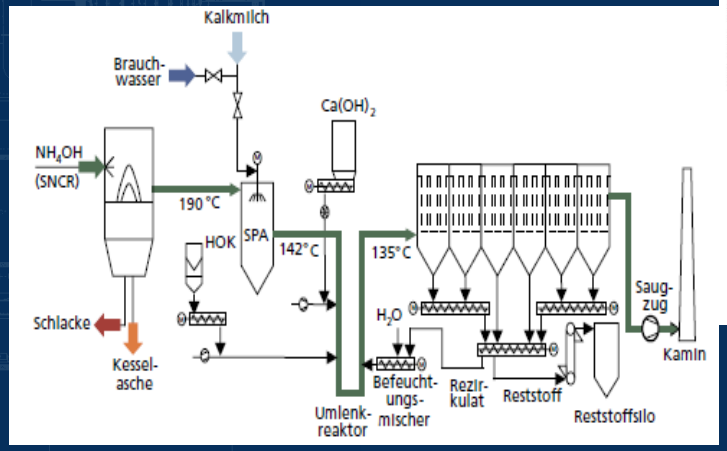
Ausgeführte Anlagen – MVA EVI-Europark

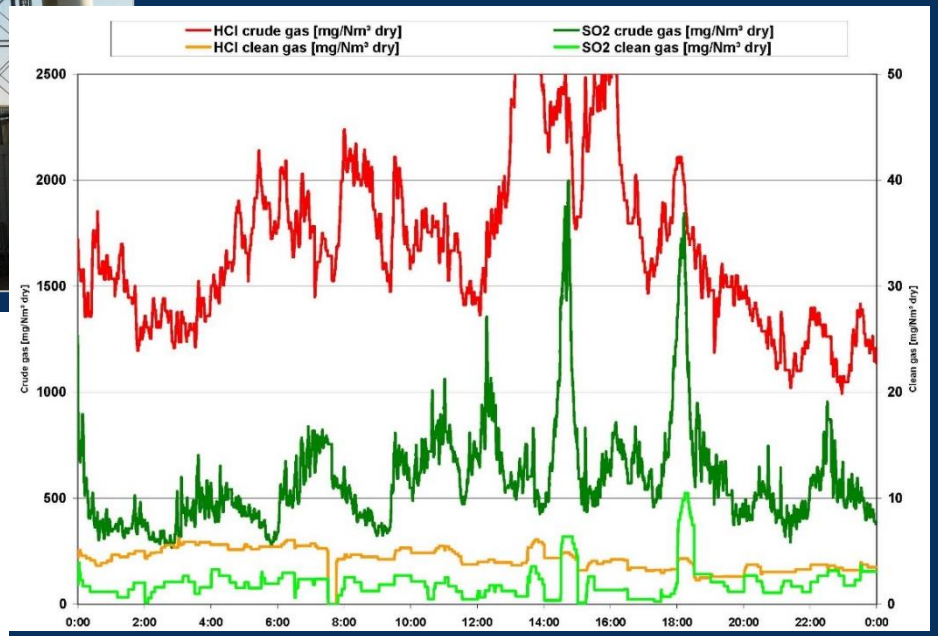




Quelle: Dr. Buhlmann; Trockene Rauchgasreinigung der MVA-EVI-Europark;
5. Tagung- Trockene Abgasreinigung für Feuerungsanlagen und
andere thermische oder chemische Prozesse Essen, 12. - 13. November 2009

Ausgeführte Anlagen – MHKW Rothensee

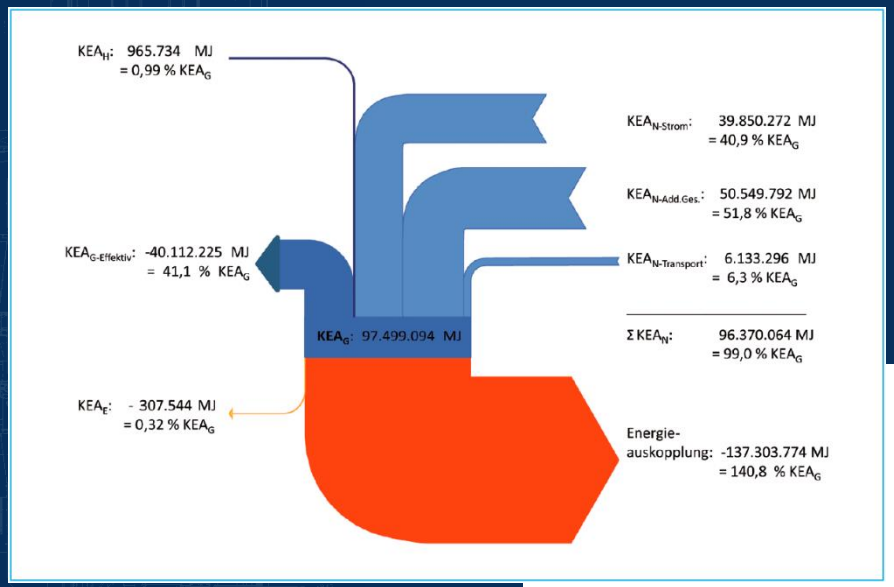




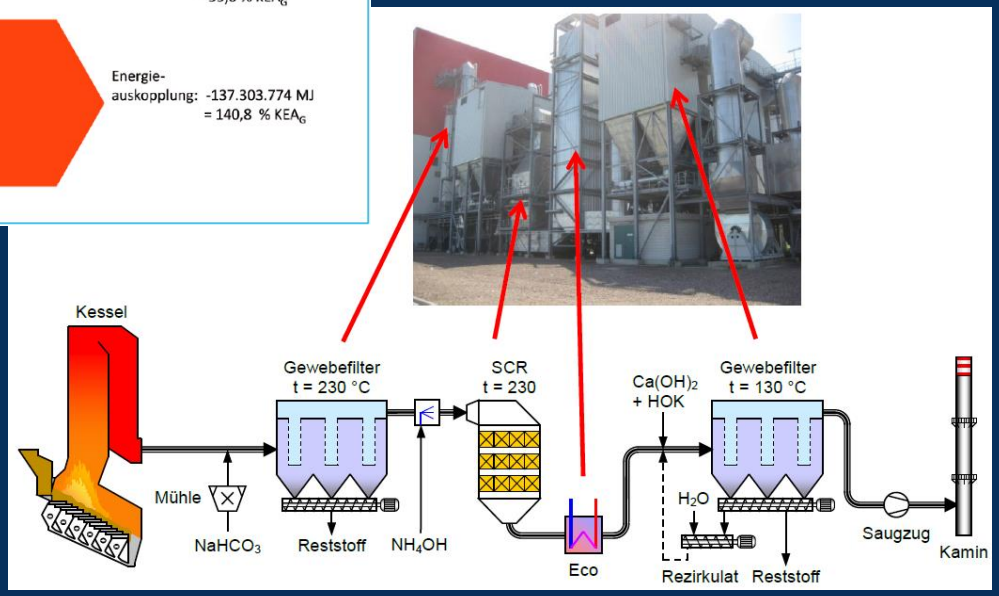
Quelle: R. Margraf; Dry, Semi-dry or Wet– Which System Fits Best Depending on the Overall Conditions?, IRRC, Vienna 2017

Sankey-Diagramm KEA-Gesamt

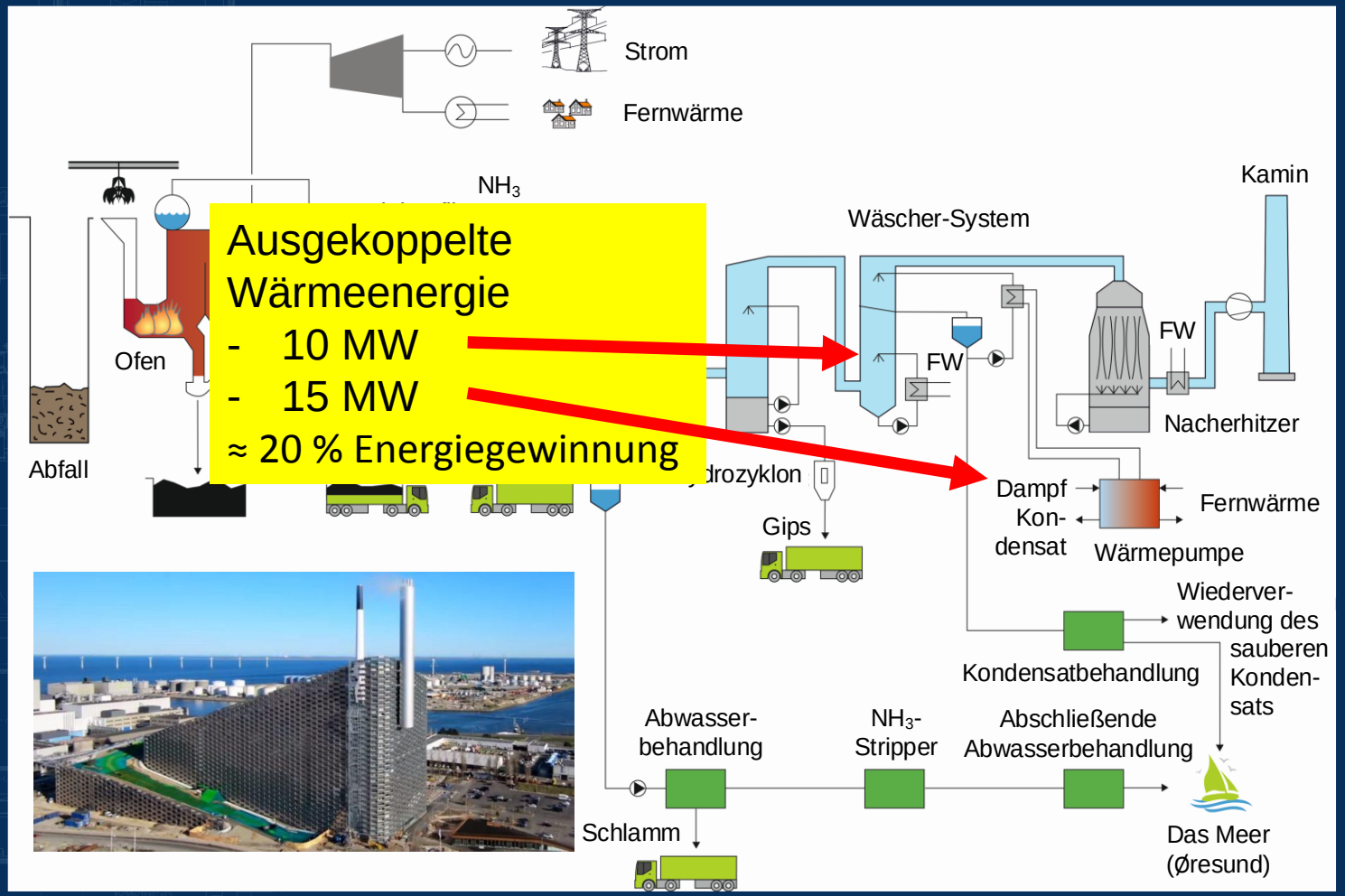
(KEA_N für HCl-Rohgas 1.300 mg/m³; SO_2-Rohgas 500 mg/m³); 8000 Bh



		Messwert Schornstein	Genehmigungswert
Staub	mg/m³	< 1	10
C_{ges}	mg/m³	< 0,5	10
HCl	mg/m³	< 1	5
SO_2	mg/m³	< 5	25
NO_x	mg/m³	< 70	70
Hg	mg/m³	< 0,005	0,02
CO	mg/m³	< 10	50
NH_3	mg/m³	< 2	5
Rauchgastemp.	°C	135	

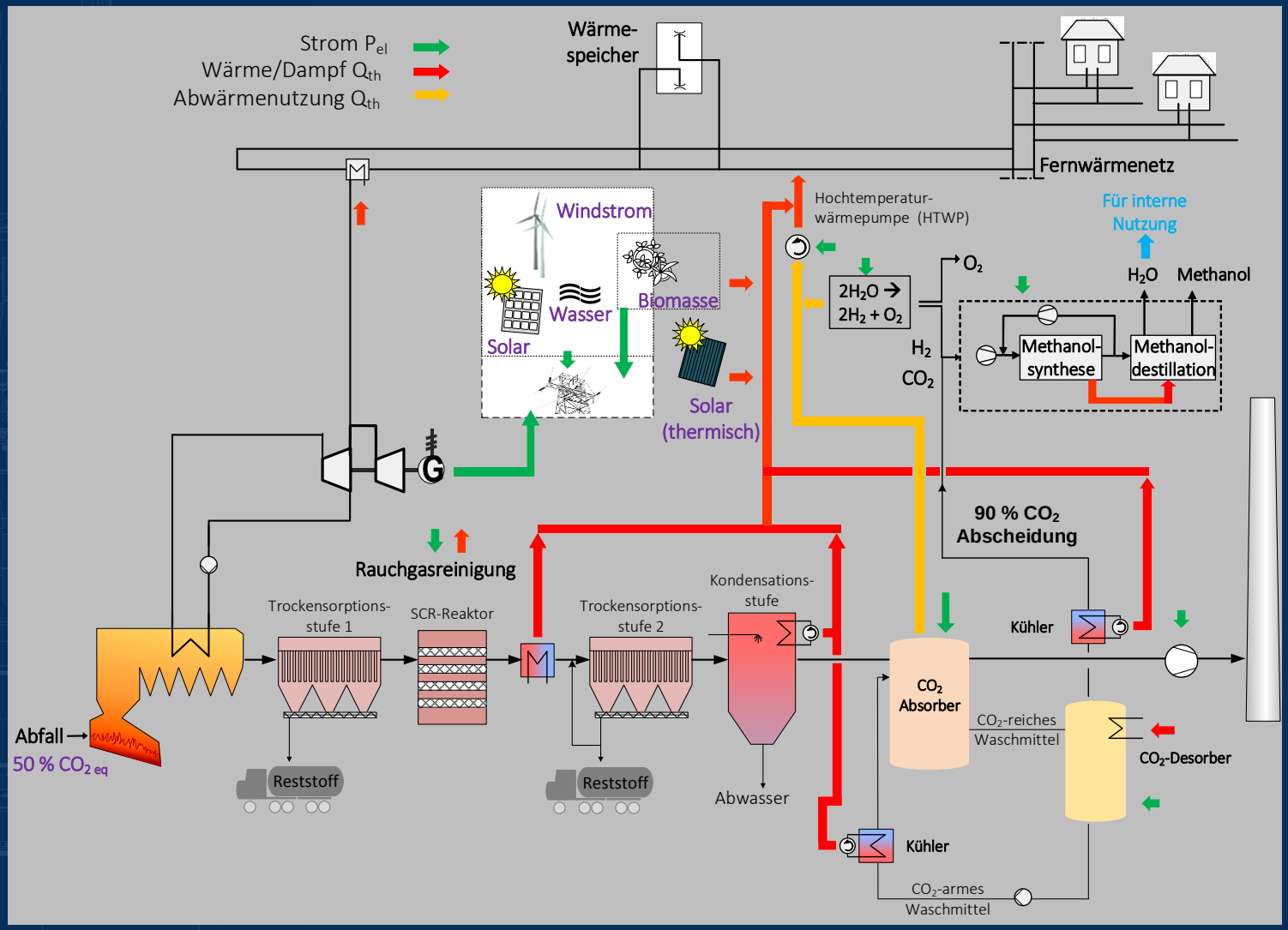


Abfallverbrennungsanlage „Amager Bakke“ in Kopenhagen, Dänemark



Quelle: Hulgaard, T.; Søndergaard, I.: Integrating waste-to-energy in Copenhagen, Denmark. Civil Engineering, Volume 171, Issue CE5, Pages 3-10

Optimierte Abgasreinigung in Anpassung an den zukünftigen Energiemarkt



Fazit

Fazit

- Das heutige Emissionsniveau von Abgasreinigungsanlagen hinter Abfallverbrennungsanlagen grenzt z.T. an die Vertrauensbereiche der existierenden Messtechnik, so dass auch hier grundsätzlich Optimierungspotential besteht, aber nicht die letztendlichen Herausforderungen darstellen.

- Die zukünftigen Herausforderungen liegen vielmehr neben einer effizienten Schadgasabscheidung in Themen wie
  - Energieeffizienz,
  - Minimierung der Einsatzstoffe bis hin
  - zur Wertstoffgewinnung aus der Abgasreinigung.

ete.a

Fazit

- Zusätzlich spielt insbesondere für Neuanlagen der Standort eine wesentliche Rolle, damit Synergien genutzt werden können, was bei der Planung von den prophezeiten Mega-Citys Berücksichtigung finden muss.

- Es wird nicht darauf ankommen komplett neue Systeme oder Verfahren zu entwickeln, sondern vielmehr auf die intelligente Kombination von bestehenden Verfahren und die Nutzung von Synergien.

Vielen Dank!

ete.a