

Thermochemical modelling of a coal fired boiler



GTT – 16th Annual Users Meeting, Herzogenrath, 02 – 04/07/2014
T. Schreck¹, K. Hack², S. Petersen², J. Bernabe²

VORWEG GEHEN

¹RWE Power AG

²GTT-Technologies

Mining, power generation, upgrading

Lignite in the Rhineland



Lignite

Kohlearten			Wasser- gehalt (%)	Energie- gehalt af* (kJ/kg)	flüchtige Anteile waf** (%)		
UN-ECE	USA (ASTM)	Deutschland (DIN)					
Peat	Peat	Torf					
Ortho- Lignite	Lignite	WEICHBRAUNKOHLE		75	6,700		
Meta- Lignite		Mattbraunkohle	Steinkohle HARTKOHLE	35	16,500		
Subbitum. Coal	Sub-bituminous Coal	Glanzbraunkohle		25	19,000		
Bituminous Coal	High Volatile Bituminous Coal	Flammkohle		10	25,000	45	
		Gasflammkohle		Kokskohle 36,000			40
		Gaskohle					35
		Fettkohle					28
		Medium Vol. Bitumin. Coal		Eßkohle	19	14	
Low Vol. Bitumin. Coal	Magerkohle	3		36,000	10		
Anthracite	Semi- Anthracite	Anthrazit					
	Anthracite						

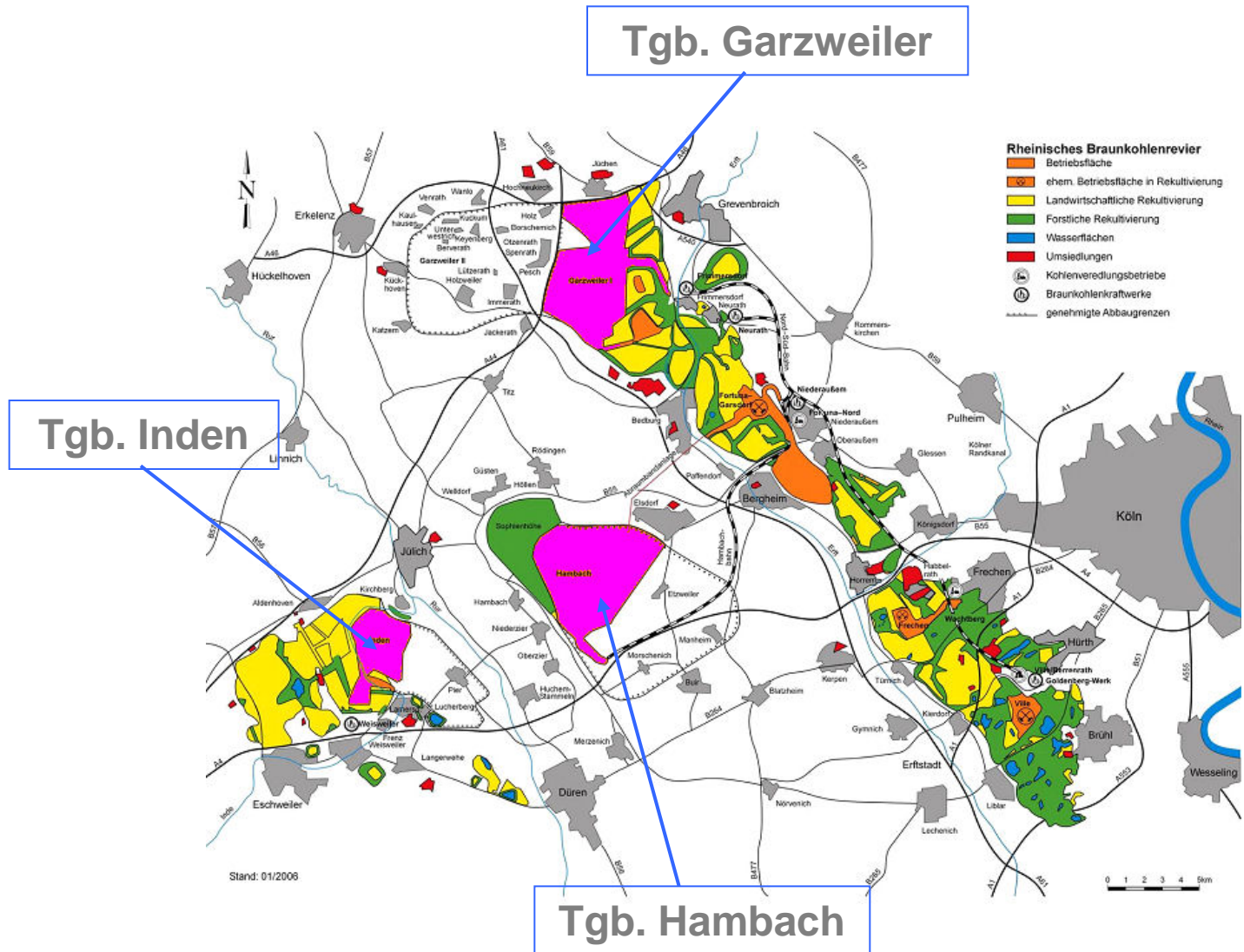
af* = aschefrei waf** = wasser- und aschefreie Substanz

Quelle: BGR



	Deposit
Origin	in the Tertiary period (12 – 20 mill. years ago) from subtropical vegetation
Volume	55 bn t in the Rhineland
Stripping ratio	4.7 : 1
	Quality
NCV	Ø 8,700 kJoules (= 1/3 tce)
Moisture	50 - 60 %
Ash	1.5 – 8.0 %
Sulphur	0.15 – 0.5 %
Calcium and magnesium	bind gaseous sulphur dioxide in the ash

Rhenish Lignite Mining Area.



Coal classification in the Rhenish Lignite area.

Tagebau Hambach		Tagebau Garzweiler																																																																																					
Kesselkohle	Brikettierkohle	Kohle, die in den Veredelungsbetrieben eingesetzt werden kann.	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">HBA</td> <td>Asche < 2,5</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">für alle Abnehmer auch »pur« in umgebauten Kesseln einsetzbar</td> <td>K < 200</td> </tr> <tr> <td>Si < 1.800</td> </tr> <tr> <td>S < 0,24</td> </tr> <tr> <td>Asche < 2,5</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">HBG</td> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td>K < 200</td> </tr> </table>	HBA	Asche < 2,5	Fe < 4.000	für alle Abnehmer auch »pur« in umgebauten Kesseln einsetzbar	K < 200	Si < 1.800	S < 0,24	Asche < 2,5	HBG	Fe < 4.000	K < 200																																																																									
			HBA		Asche < 2,5																																																																																		
				Fe < 4.000																																																																																			
			für alle Abnehmer auch »pur« in umgebauten Kesseln einsetzbar	K < 200																																																																																			
				Si < 1.800																																																																																			
				S < 0,24																																																																																			
	Asche < 2,5																																																																																						
	HBG	Fe < 4.000																																																																																					
		K < 200																																																																																					
	pur - Kohle für Ha-Kessel	Kesselkohle, die in Ha-Blöcken pur eingesetzt werden kann	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">HKA</td> <td>Asche < 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 3.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">eisenarm alkaliam</td> <td>Na < 900</td> </tr> <tr> <td>K < 200</td> </tr> <tr> <td>S < 0,24</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">HKN</td> <td>Asche < 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 3.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">eisenarm alkalireich</td> <td>Na > 900</td> </tr> <tr> <td>K < 200</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">HKF</td> <td>Asche < 4</td> </tr> <tr> <td>Fe > 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">eisenreich alkaliam</td> <td>Na < 900</td> </tr> <tr> <td>K < 200</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">HKE</td> <td>Fe < 10.000</td> </tr> <tr> <td>K < 200</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">eisenreich siliziumarm</td> <td>Si < 2.000</td> </tr> <tr> <td>S < 0,35</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">kritische Kohle</td> <td rowspan="6">Kesselkohle, die nur in dafür freigegebenen Blöcken pur oder nach festgelegten Regeln in Mischung mit Ga- oder Ha-Kohle eingesetzt werden darf</td> <td> <table border="1"> <tr> <td rowspan="2">HKR</td> <td>Asche > 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 5.500</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">reich an kritischen Bestandteilen ohne Verunreinigungen aus angrenzendem Abraum</td> <td>K < 300</td> </tr> <tr> <td>S < 0,8</td> </tr> <tr> <td>Asche < 7</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">HKS</td> <td>Fe < 5.500</td> </tr> <tr> <td>K < 1.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">reich an kritischen Bestandteilen Verunreinigungen aus sandbetonten Grenzflächen möglich</td> <td>S < 0,8</td> </tr> <tr> <td>Asche < 7</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">HKT</td> <td>Fe < 5.500</td> </tr> <tr> <td>K < 1.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">reich an kritischen Bestandteilen Verunreinigungen aus tonbetonten Grenzflächen möglich</td> <td>S < 0,8</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td rowspan="6">Kesselkohle</td> <td rowspan="6">Kohle, die in den Veredelungsbetrieben eingesetzt werden kann.</td> <td> <table border="1"> <tr> <td rowspan="2">GGA</td> <td>Asche < 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Flöz Garzweiler aschearm an kritischen Bestandteilen</td> <td>K < 200</td> </tr> <tr> <td>Asche > 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">GGG</td> <td>Asche > 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Flöz Garzweiler aschereich sandig</td> <td>K < 200</td> </tr> <tr> <td>Fe > 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Flöz Garzweiler reich an kritischen Bestandteilen</td> <td>K > 200</td> </tr> <tr> <td>Fe > 4.000 und / oder K > 200</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">Flöz Frimmersdorf / Morken Ga-Mischkohle</td> <td rowspan="6">Kesselkohle, die nicht ohne weiteres Mischen mit Ga- oder Ha-Kohle eingesetzt werden kann</td> <td> <table border="1"> <tr> <td rowspan="2">GMA</td> <td>Asche < 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Flöz Frimmersdorf / Morken aschearm arm an kritischen Bestandteilen</td> <td>K < 200</td> </tr> <tr> <td>Asche > 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">GMS</td> <td>Asche > 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Flöz Frimmersdorf / Morken aschereich sandig</td> <td>K < 200</td> </tr> <tr> <td>Fe > 4.000 und / oder K > 200</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Flöz Frimmersdorf / Morken reich an kritischen Bestandteilen</td> <td>K > 200</td> </tr> <tr> <td>Fe > 4.000 und / oder K > 200</td> </tr> </table> </td> </tr> </table></td></tr></table>	HKA	Asche < 4	Fe < 3.000	eisenarm alkaliam	Na < 900	K < 200	S < 0,24	HKN	Asche < 4	Fe < 3.000	eisenarm alkalireich	Na > 900	K < 200	HKF	Asche < 4	Fe > 4.000	eisenreich alkaliam	Na < 900	K < 200	HKE	Fe < 10.000	K < 200	eisenreich siliziumarm	Si < 2.000	S < 0,35	kritische Kohle	Kesselkohle, die nur in dafür freigegebenen Blöcken pur oder nach festgelegten Regeln in Mischung mit Ga- oder Ha-Kohle eingesetzt werden darf	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">HKR</td> <td>Asche > 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 5.500</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">reich an kritischen Bestandteilen ohne Verunreinigungen aus angrenzendem Abraum</td> <td>K < 300</td> </tr> <tr> <td>S < 0,8</td> </tr> <tr> <td>Asche < 7</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">HKS</td> <td>Fe < 5.500</td> </tr> <tr> <td>K < 1.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">reich an kritischen Bestandteilen Verunreinigungen aus sandbetonten Grenzflächen möglich</td> <td>S < 0,8</td> </tr> <tr> <td>Asche < 7</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">HKT</td> <td>Fe < 5.500</td> </tr> <tr> <td>K < 1.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">reich an kritischen Bestandteilen Verunreinigungen aus tonbetonten Grenzflächen möglich</td> <td>S < 0,8</td> </tr> </table>	HKR	Asche > 4	Fe < 5.500	reich an kritischen Bestandteilen ohne Verunreinigungen aus angrenzendem Abraum	K < 300	S < 0,8	Asche < 7	HKS	Fe < 5.500	K < 1.000	reich an kritischen Bestandteilen Verunreinigungen aus sandbetonten Grenzflächen möglich	S < 0,8	Asche < 7	HKT	Fe < 5.500	K < 1.000	reich an kritischen Bestandteilen Verunreinigungen aus tonbetonten Grenzflächen möglich	S < 0,8	Kesselkohle	Kohle, die in den Veredelungsbetrieben eingesetzt werden kann.	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">GGA</td> <td>Asche < 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Flöz Garzweiler aschearm an kritischen Bestandteilen</td> <td>K < 200</td> </tr> <tr> <td>Asche > 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">GGG</td> <td>Asche > 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Flöz Garzweiler aschereich sandig</td> <td>K < 200</td> </tr> <tr> <td>Fe > 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Flöz Garzweiler reich an kritischen Bestandteilen</td> <td>K > 200</td> </tr> <tr> <td>Fe > 4.000 und / oder K > 200</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">Flöz Frimmersdorf / Morken Ga-Mischkohle</td> <td rowspan="6">Kesselkohle, die nicht ohne weiteres Mischen mit Ga- oder Ha-Kohle eingesetzt werden kann</td> <td> <table border="1"> <tr> <td rowspan="2">GMA</td> <td>Asche < 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Flöz Frimmersdorf / Morken aschearm arm an kritischen Bestandteilen</td> <td>K < 200</td> </tr> <tr> <td>Asche > 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">GMS</td> <td>Asche > 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Flöz Frimmersdorf / Morken aschereich sandig</td> <td>K < 200</td> </tr> <tr> <td>Fe > 4.000 und / oder K > 200</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Flöz Frimmersdorf / Morken reich an kritischen Bestandteilen</td> <td>K > 200</td> </tr> <tr> <td>Fe > 4.000 und / oder K > 200</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	GGA	Asche < 4	Fe < 4.000	Flöz Garzweiler aschearm an kritischen Bestandteilen	K < 200	Asche > 4	Fe < 4.000	GGG	Asche > 4	Fe < 4.000	Flöz Garzweiler aschereich sandig	K < 200	Fe > 4.000	Flöz Garzweiler reich an kritischen Bestandteilen	K > 200	Fe > 4.000 und / oder K > 200	Flöz Frimmersdorf / Morken Ga-Mischkohle	Kesselkohle, die nicht ohne weiteres Mischen mit Ga- oder Ha-Kohle eingesetzt werden kann	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">GMA</td> <td>Asche < 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Flöz Frimmersdorf / Morken aschearm arm an kritischen Bestandteilen</td> <td>K < 200</td> </tr> <tr> <td>Asche > 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">GMS</td> <td>Asche > 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Flöz Frimmersdorf / Morken aschereich sandig</td> <td>K < 200</td> </tr> <tr> <td>Fe > 4.000 und / oder K > 200</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Flöz Frimmersdorf / Morken reich an kritischen Bestandteilen</td> <td>K > 200</td> </tr> <tr> <td>Fe > 4.000 und / oder K > 200</td> </tr> </table>	GMA	Asche < 4	Fe < 4.000	Flöz Frimmersdorf / Morken aschearm arm an kritischen Bestandteilen	K < 200	Asche > 4	Fe < 4.000	GMS	Asche > 4	Fe < 4.000	Flöz Frimmersdorf / Morken aschereich sandig	K < 200	Fe > 4.000 und / oder K > 200	Flöz Frimmersdorf / Morken reich an kritischen Bestandteilen	K > 200	Fe > 4.000 und / oder K > 200
			HKA		Asche < 4																																																																																		
				Fe < 3.000																																																																																			
eisenarm alkaliam			Na < 900																																																																																				
			K < 200																																																																																				
			S < 0,24																																																																																				
HKN	Asche < 4																																																																																						
	Fe < 3.000																																																																																						
eisenarm alkalireich	Na > 900																																																																																						
	K < 200																																																																																						
HKF	Asche < 4																																																																																						
	Fe > 4.000																																																																																						
eisenreich alkaliam	Na < 900																																																																																						
	K < 200																																																																																						
HKE	Fe < 10.000																																																																																						
	K < 200																																																																																						
eisenreich siliziumarm	Si < 2.000																																																																																						
	S < 0,35																																																																																						
kritische Kohle	Kesselkohle, die nur in dafür freigegebenen Blöcken pur oder nach festgelegten Regeln in Mischung mit Ga- oder Ha-Kohle eingesetzt werden darf	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">HKR</td> <td>Asche > 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 5.500</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">reich an kritischen Bestandteilen ohne Verunreinigungen aus angrenzendem Abraum</td> <td>K < 300</td> </tr> <tr> <td>S < 0,8</td> </tr> <tr> <td>Asche < 7</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">HKS</td> <td>Fe < 5.500</td> </tr> <tr> <td>K < 1.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">reich an kritischen Bestandteilen Verunreinigungen aus sandbetonten Grenzflächen möglich</td> <td>S < 0,8</td> </tr> <tr> <td>Asche < 7</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">HKT</td> <td>Fe < 5.500</td> </tr> <tr> <td>K < 1.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">reich an kritischen Bestandteilen Verunreinigungen aus tonbetonten Grenzflächen möglich</td> <td>S < 0,8</td> </tr> </table>	HKR	Asche > 4	Fe < 5.500	reich an kritischen Bestandteilen ohne Verunreinigungen aus angrenzendem Abraum	K < 300	S < 0,8	Asche < 7	HKS	Fe < 5.500	K < 1.000	reich an kritischen Bestandteilen Verunreinigungen aus sandbetonten Grenzflächen möglich	S < 0,8	Asche < 7	HKT	Fe < 5.500	K < 1.000	reich an kritischen Bestandteilen Verunreinigungen aus tonbetonten Grenzflächen möglich	S < 0,8																																																																			
		HKR		Asche > 4																																																																																			
			Fe < 5.500																																																																																				
		reich an kritischen Bestandteilen ohne Verunreinigungen aus angrenzendem Abraum	K < 300																																																																																				
			S < 0,8																																																																																				
			Asche < 7																																																																																				
HKS	Fe < 5.500																																																																																						
	K < 1.000																																																																																						
reich an kritischen Bestandteilen Verunreinigungen aus sandbetonten Grenzflächen möglich	S < 0,8																																																																																						
	Asche < 7																																																																																						
HKT	Fe < 5.500																																																																																						
	K < 1.000																																																																																						
reich an kritischen Bestandteilen Verunreinigungen aus tonbetonten Grenzflächen möglich	S < 0,8																																																																																						
	Kesselkohle	Kohle, die in den Veredelungsbetrieben eingesetzt werden kann.	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">GGA</td> <td>Asche < 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Flöz Garzweiler aschearm an kritischen Bestandteilen</td> <td>K < 200</td> </tr> <tr> <td>Asche > 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">GGG</td> <td>Asche > 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Flöz Garzweiler aschereich sandig</td> <td>K < 200</td> </tr> <tr> <td>Fe > 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Flöz Garzweiler reich an kritischen Bestandteilen</td> <td>K > 200</td> </tr> <tr> <td>Fe > 4.000 und / oder K > 200</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">Flöz Frimmersdorf / Morken Ga-Mischkohle</td> <td rowspan="6">Kesselkohle, die nicht ohne weiteres Mischen mit Ga- oder Ha-Kohle eingesetzt werden kann</td> <td> <table border="1"> <tr> <td rowspan="2">GMA</td> <td>Asche < 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Flöz Frimmersdorf / Morken aschearm arm an kritischen Bestandteilen</td> <td>K < 200</td> </tr> <tr> <td>Asche > 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">GMS</td> <td>Asche > 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Flöz Frimmersdorf / Morken aschereich sandig</td> <td>K < 200</td> </tr> <tr> <td>Fe > 4.000 und / oder K > 200</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Flöz Frimmersdorf / Morken reich an kritischen Bestandteilen</td> <td>K > 200</td> </tr> <tr> <td>Fe > 4.000 und / oder K > 200</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	GGA	Asche < 4	Fe < 4.000	Flöz Garzweiler aschearm an kritischen Bestandteilen	K < 200	Asche > 4	Fe < 4.000	GGG	Asche > 4	Fe < 4.000	Flöz Garzweiler aschereich sandig	K < 200	Fe > 4.000	Flöz Garzweiler reich an kritischen Bestandteilen	K > 200	Fe > 4.000 und / oder K > 200	Flöz Frimmersdorf / Morken Ga-Mischkohle	Kesselkohle, die nicht ohne weiteres Mischen mit Ga- oder Ha-Kohle eingesetzt werden kann	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">GMA</td> <td>Asche < 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Flöz Frimmersdorf / Morken aschearm arm an kritischen Bestandteilen</td> <td>K < 200</td> </tr> <tr> <td>Asche > 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">GMS</td> <td>Asche > 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Flöz Frimmersdorf / Morken aschereich sandig</td> <td>K < 200</td> </tr> <tr> <td>Fe > 4.000 und / oder K > 200</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Flöz Frimmersdorf / Morken reich an kritischen Bestandteilen</td> <td>K > 200</td> </tr> <tr> <td>Fe > 4.000 und / oder K > 200</td> </tr> </table>	GMA	Asche < 4	Fe < 4.000	Flöz Frimmersdorf / Morken aschearm arm an kritischen Bestandteilen	K < 200	Asche > 4	Fe < 4.000	GMS	Asche > 4	Fe < 4.000	Flöz Frimmersdorf / Morken aschereich sandig	K < 200	Fe > 4.000 und / oder K > 200	Flöz Frimmersdorf / Morken reich an kritischen Bestandteilen	K > 200	Fe > 4.000 und / oder K > 200																																																	
GGA			Asche < 4																																																																																				
			Fe < 4.000																																																																																				
Flöz Garzweiler aschearm an kritischen Bestandteilen			K < 200																																																																																				
			Asche > 4																																																																																				
			Fe < 4.000																																																																																				
GGG	Asche > 4																																																																																						
	Fe < 4.000																																																																																						
Flöz Garzweiler aschereich sandig	K < 200																																																																																						
	Fe > 4.000																																																																																						
Flöz Garzweiler reich an kritischen Bestandteilen	K > 200																																																																																						
	Fe > 4.000 und / oder K > 200																																																																																						
Flöz Frimmersdorf / Morken Ga-Mischkohle	Kesselkohle, die nicht ohne weiteres Mischen mit Ga- oder Ha-Kohle eingesetzt werden kann	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">GMA</td> <td>Asche < 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Flöz Frimmersdorf / Morken aschearm arm an kritischen Bestandteilen</td> <td>K < 200</td> </tr> <tr> <td>Asche > 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">GMS</td> <td>Asche > 4</td> </tr> <tr> <td>Fe < 4.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Flöz Frimmersdorf / Morken aschereich sandig</td> <td>K < 200</td> </tr> <tr> <td>Fe > 4.000 und / oder K > 200</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Flöz Frimmersdorf / Morken reich an kritischen Bestandteilen</td> <td>K > 200</td> </tr> <tr> <td>Fe > 4.000 und / oder K > 200</td> </tr> </table>	GMA	Asche < 4	Fe < 4.000	Flöz Frimmersdorf / Morken aschearm arm an kritischen Bestandteilen	K < 200	Asche > 4	Fe < 4.000	GMS	Asche > 4	Fe < 4.000	Flöz Frimmersdorf / Morken aschereich sandig	K < 200	Fe > 4.000 und / oder K > 200	Flöz Frimmersdorf / Morken reich an kritischen Bestandteilen	K > 200	Fe > 4.000 und / oder K > 200																																																																					
		GMA		Asche < 4																																																																																			
			Fe < 4.000																																																																																				
		Flöz Frimmersdorf / Morken aschearm arm an kritischen Bestandteilen	K < 200																																																																																				
			Asche > 4																																																																																				
			Fe < 4.000																																																																																				
GMS	Asche > 4																																																																																						
	Fe < 4.000																																																																																						
Flöz Frimmersdorf / Morken aschereich sandig	K < 200																																																																																						
	Fe > 4.000 und / oder K > 200																																																																																						
Flöz Frimmersdorf / Morken reich an kritischen Bestandteilen	K > 200																																																																																						
	Fe > 4.000 und / oder K > 200																																																																																						

15 Lignite varieties from only two mines: Hambach & Garzweiler

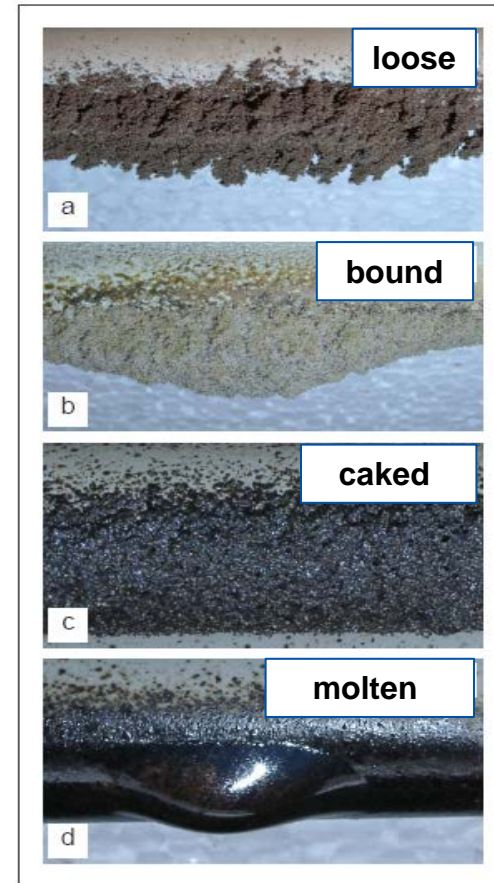
Forms of slagging and fouling

Fouling

Sintering

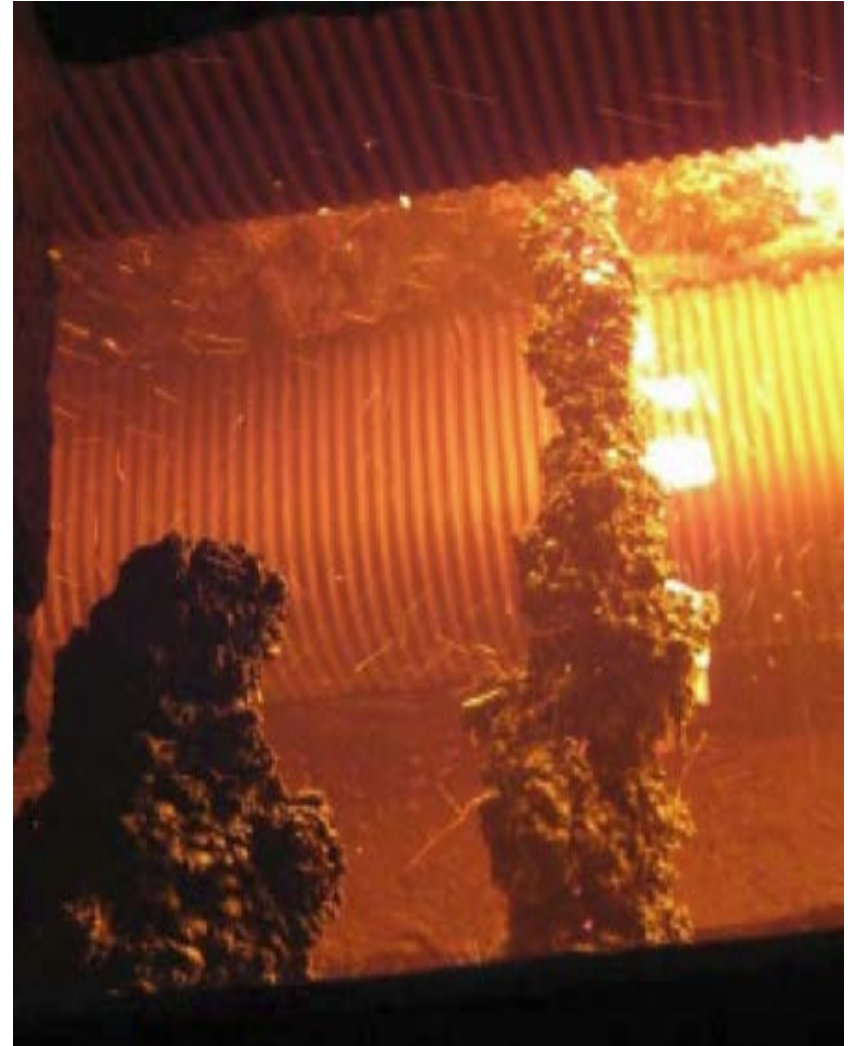
Slagging

$f(T)$
 $f(\text{ash elements})$



Slagging and Sintering must be technically manageable or preventable

Slagging in Furnace and Burner level



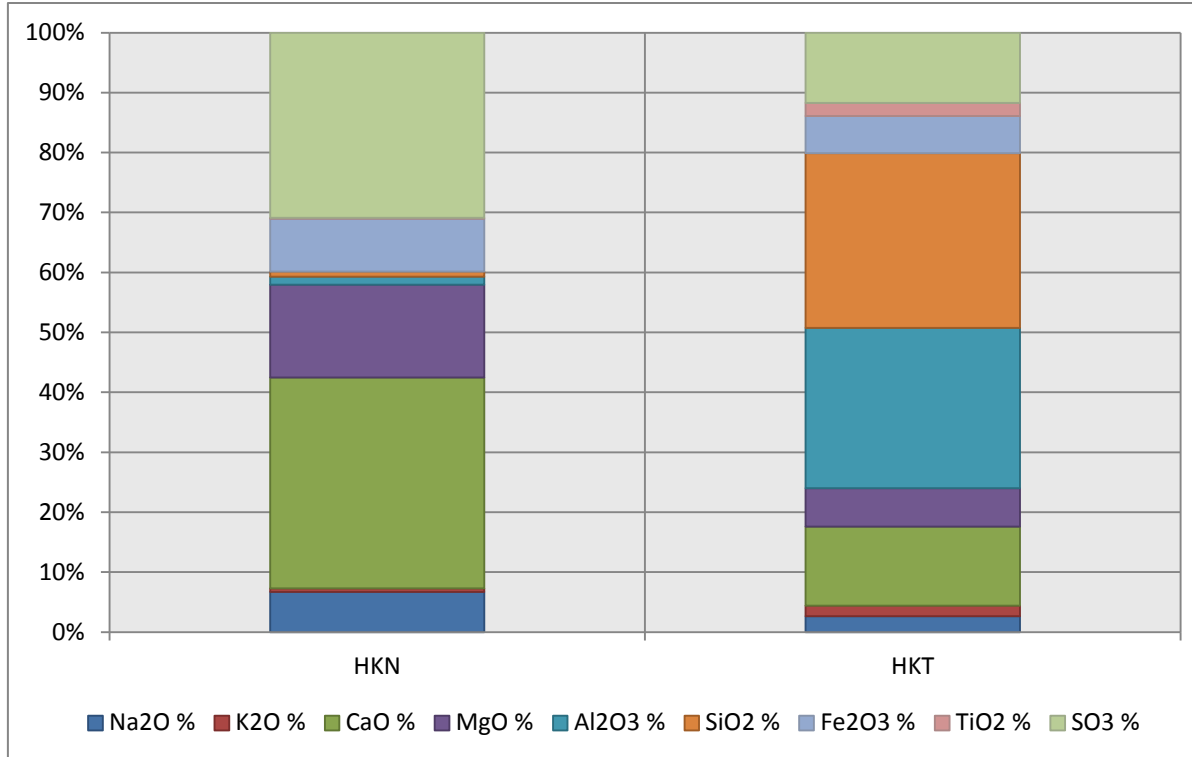
Temperature-dependent concentration of melt phase.

Thermochemical calculations using SimuSage



Original Lignite compositions from Hambach as an example for *coal blending model*

	w (roh)	a (820°C)	S (roh)	Na2O	K2O	CaO	MgO	Al2O3	SiO2	Fe2O3	TiO2	SO3	B/S
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
HKN	50,5	2,01	0,28	7,54	0,69	39,58	17,45	1,53	0,98	9,92	0,16	34,79	28,17
HKT	52,2	5,35	0,26	2,72	1,86	13,63	6,60	27,69	30,19	6,36	2,28	12,14	0,52



base / acid – ratio characterises ash

SimuSage – Prozessmodel 1

Definition process parameters

Min. Temp. = 900 °C
 Max. Temp. = 1400 °C
 Δ = 10 °C
 λ = 1.2

Proportions of up to three coals

Coal1 Definieren % Coal1 = 100
 Coal2 Definieren % Coal2 = 0
 Coal3 Definieren % Coal3 = 0

Buttons: Run, Optimization, OPT Run

Konstituente	%	Ort
H2O	60.2123493067859	NIA
Na2O	0.14917039964479	Anlage
K2O	0.0292647593798561	Bekohlung
CaO	0.889657686777606	Teilanlage
MgO	0.383594162784424	Kohleprobennehmer
Al2O3	0.289918974710477	Material
SiO2	0.99468941213905	Kohle
Fe2O3	0.299139135998149	Datum
TiO2	0.0203582835088619	11.09.2001
SO3	0.69744033946084	Zeit
C	36.0344175388101	06:00:00

SUM = 100%

Import from Database
 Data Source:
 Y:\1_SCHRECK\MASTERARBEIT_GTT\MODEL_1_3\KASIS-05V01.

Buttons: Browse, Proben Nr.: 01-010-0001, Import, Reset, Clear, Cancel, Create

**Import analysis from laboratory database
 Normalize analysis**

Coal1 100 %
 Coal2 0 %
 Coal3 0 %

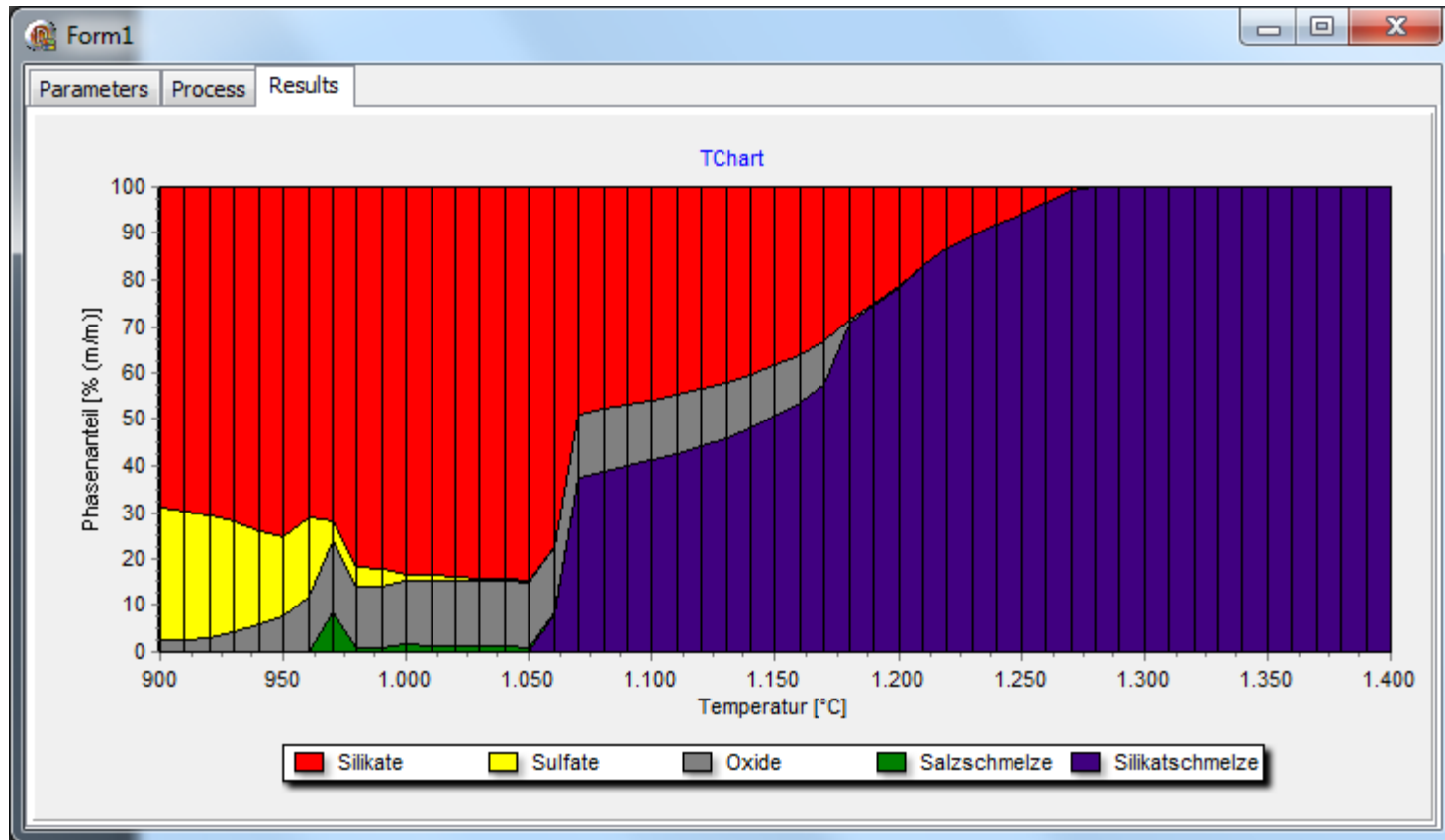
Mixer → InStream → Reactor (Temp. = 900 °C) → OutStream → PhaseSplitter

Output categories (all 0 kg): Gas, Silikatschmelz, Salzschmelz, Oxide, Sulfate, Silikate, Others

Buttons: Run, OPT Optimizer, OutputUnit

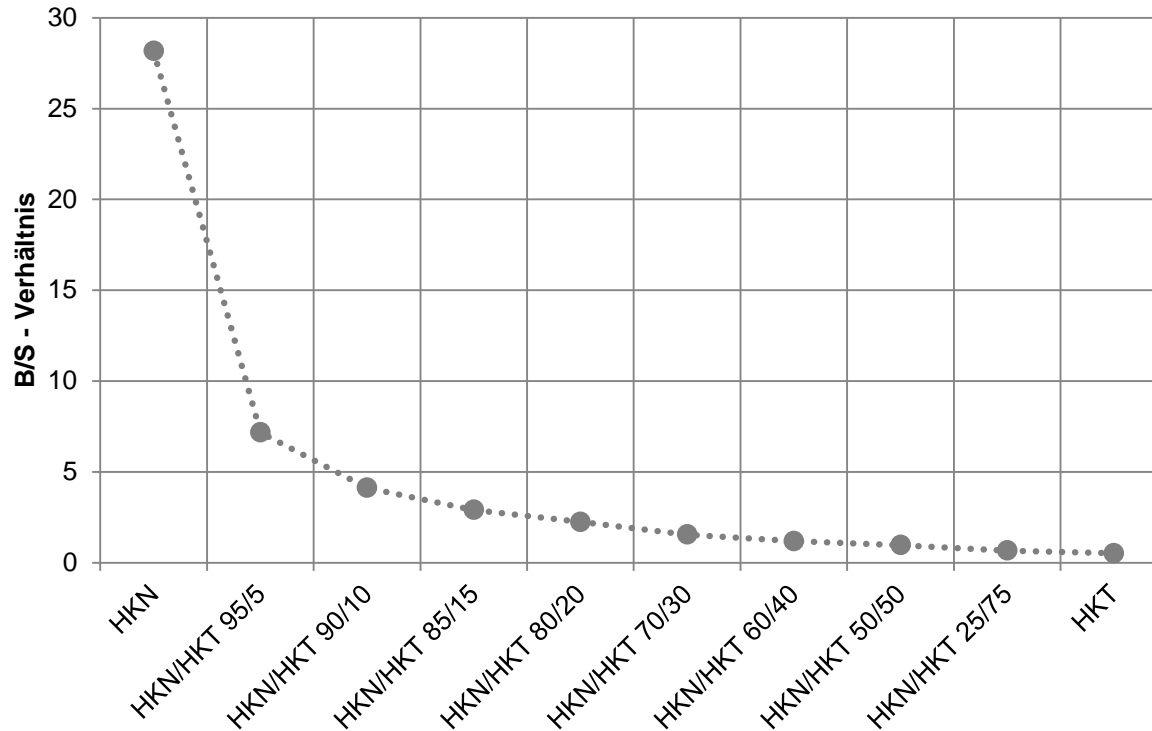
**Generate result and customise output in
 seven predefined categories**

SimuSage – coal blending model automatic visual interface



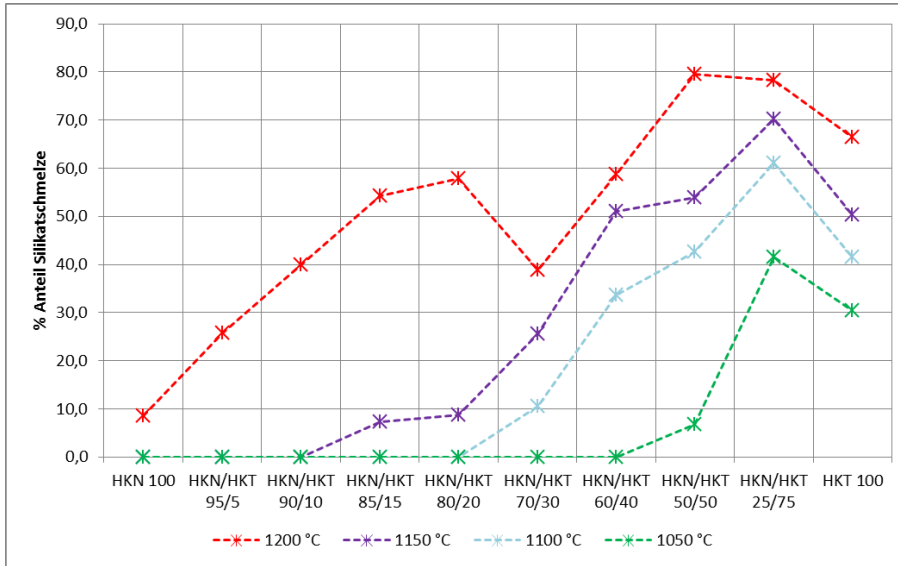
Mix ratios of both original lignite compositions

$$B/A = \frac{Na_2O+K_2O+CaO+MgO+Fe_2O_3}{SiO_2+Al_2O_3+TiO_2}$$

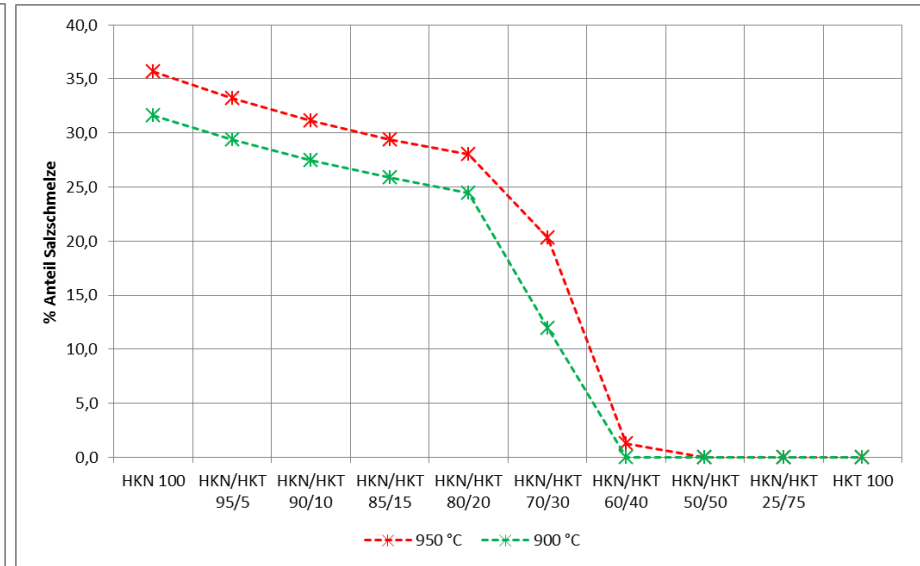


**Base / acid – ratio
proves change of
ash composition**

Differences in Silicate- / Salt melt with temperature



Proportion of silicate slag

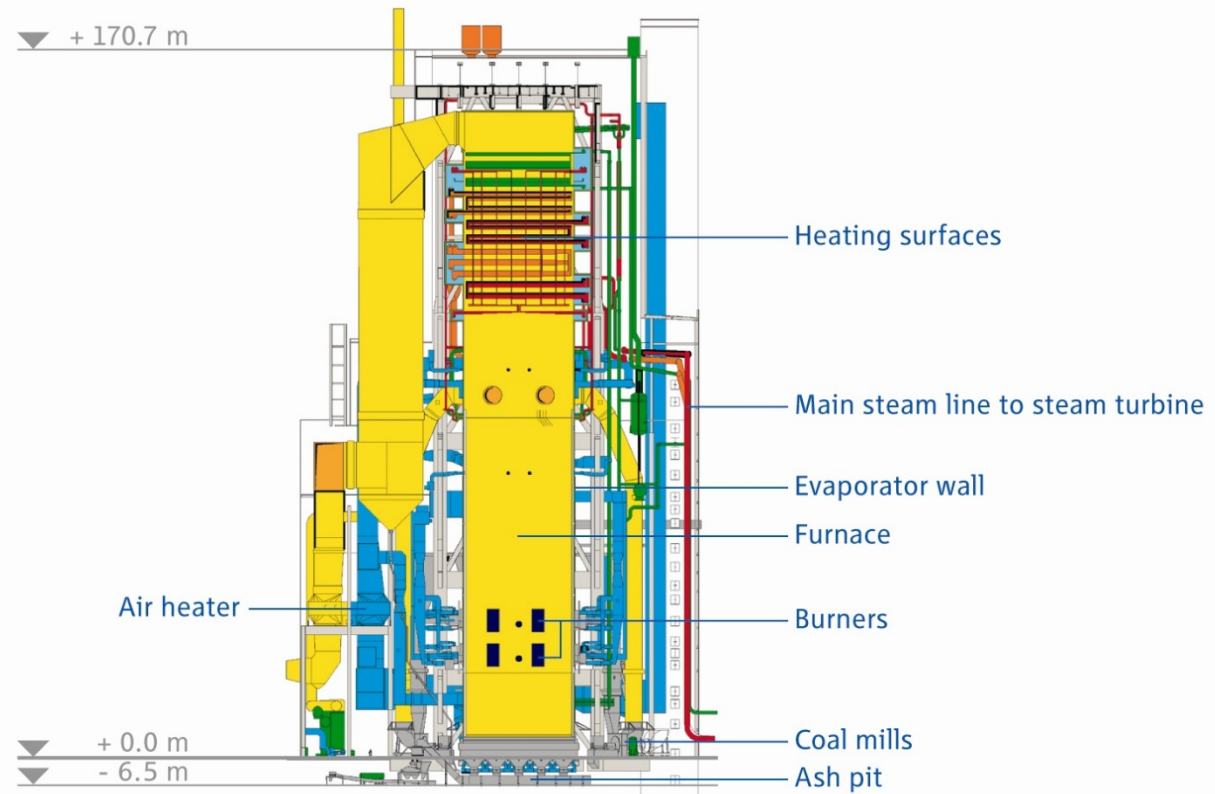
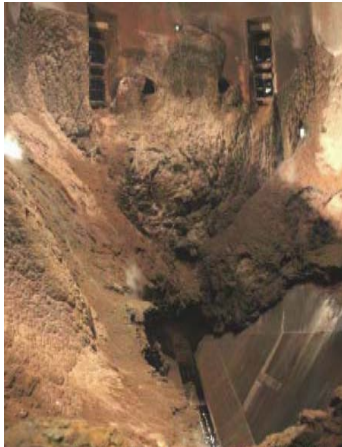


Proportion of salt slag

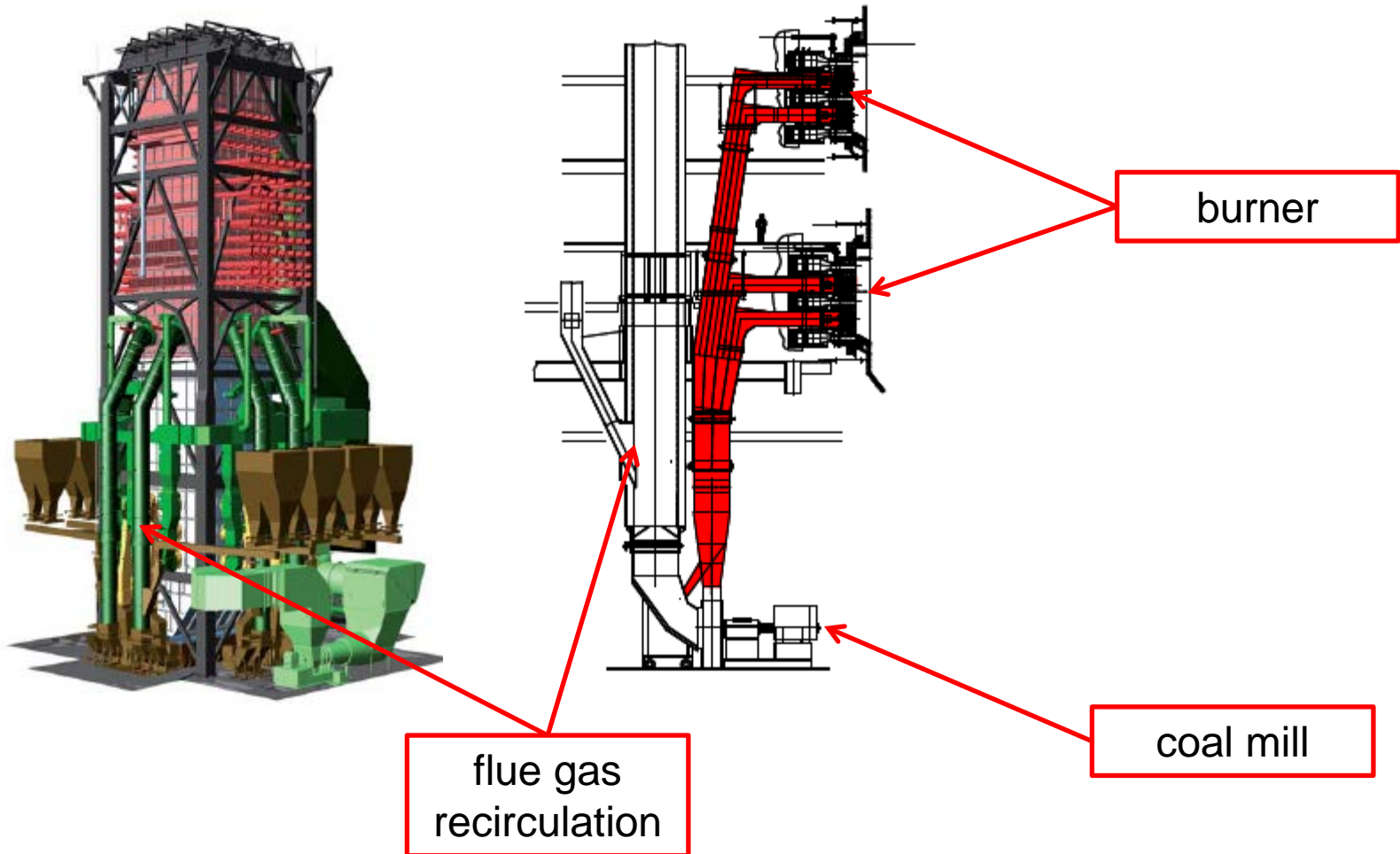
sintering = f(salt melt + temperature)
slagging = f(silicate melt + temperature)

Furnace chamber model

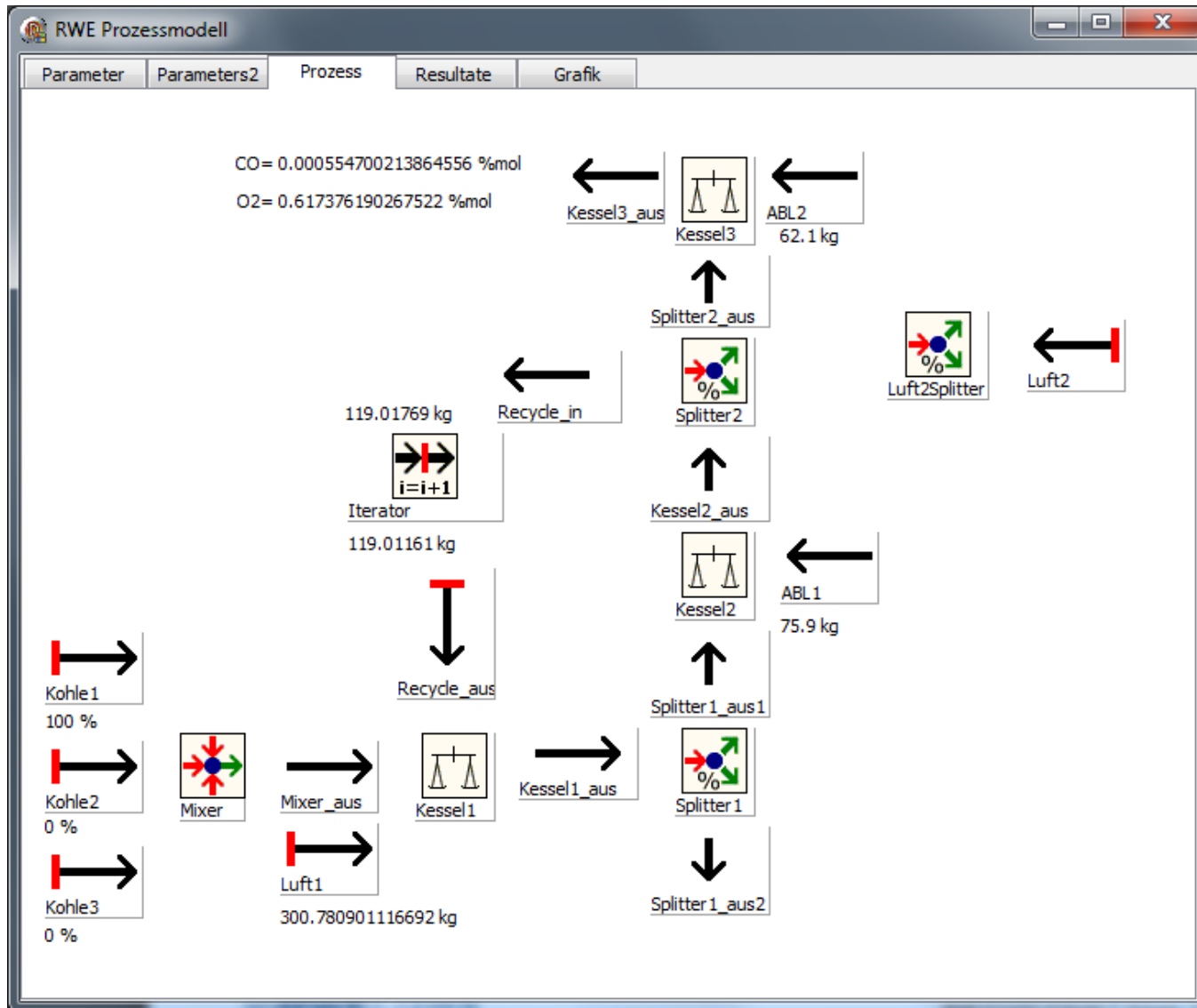
Lignite Boiler – Dust Combustion



Lignite Boiler – Dust Combustion in Detail



Furnace chamber model



Furnace chamber model

**Air supply:
On average or partitioned in four areas**

RWE Prozessmodell

Parameter Parameters2 Prozess Resultate Grafik

Kohlen

Summe Kohle = 100 kg/s

Kohle1 Definieren Kohle1 100 %

Kohle2 Definieren Kohle2 0 %

Kohle3 Definieren Kohle3 0 %

Kessel

Kessel1 Temp = 1400 °C

Kessel2 Temp = 1300 °C

Kessel3 Temp = 1200 °C

Splitter

Faktor Nassasche - Flüssig = 0.8

Faktor Nassasche - Fest = 0.5

Faktor Rauchgasrückführung = 0.8

Luft1

Lambda = 0.8

Amount:

Luft1.1 = 0 kg/s

Luft1.2 = 0 kg/s

Luft1.3 = 0 kg/s

Luft1.4 = 0 kg/s

Luft2

Luft2 = 200 kg/s

Faktor ABL1/ABL2 = 0.7

Iterator

Iterationsgenauigkeit = 0.01

START

Coal1 Edit

Konstituente	%
H2O	52.3972201013215
Na2O	0.129809156307231
K2O	0.0254664044185653
CaO	0.774186527607638
MgO	0.333806403643055
Al2O3	0.252289580199826
SiO2	0.865585891604302
Fe2O3	0.260313030969009
TiO2	0.0177159249585819
SO3	0.606917607351214
C	31.3574097131461
O2	10.3834237267784
H2	2.5958559316946

SUM = 100%

Import from Database

Data Source:

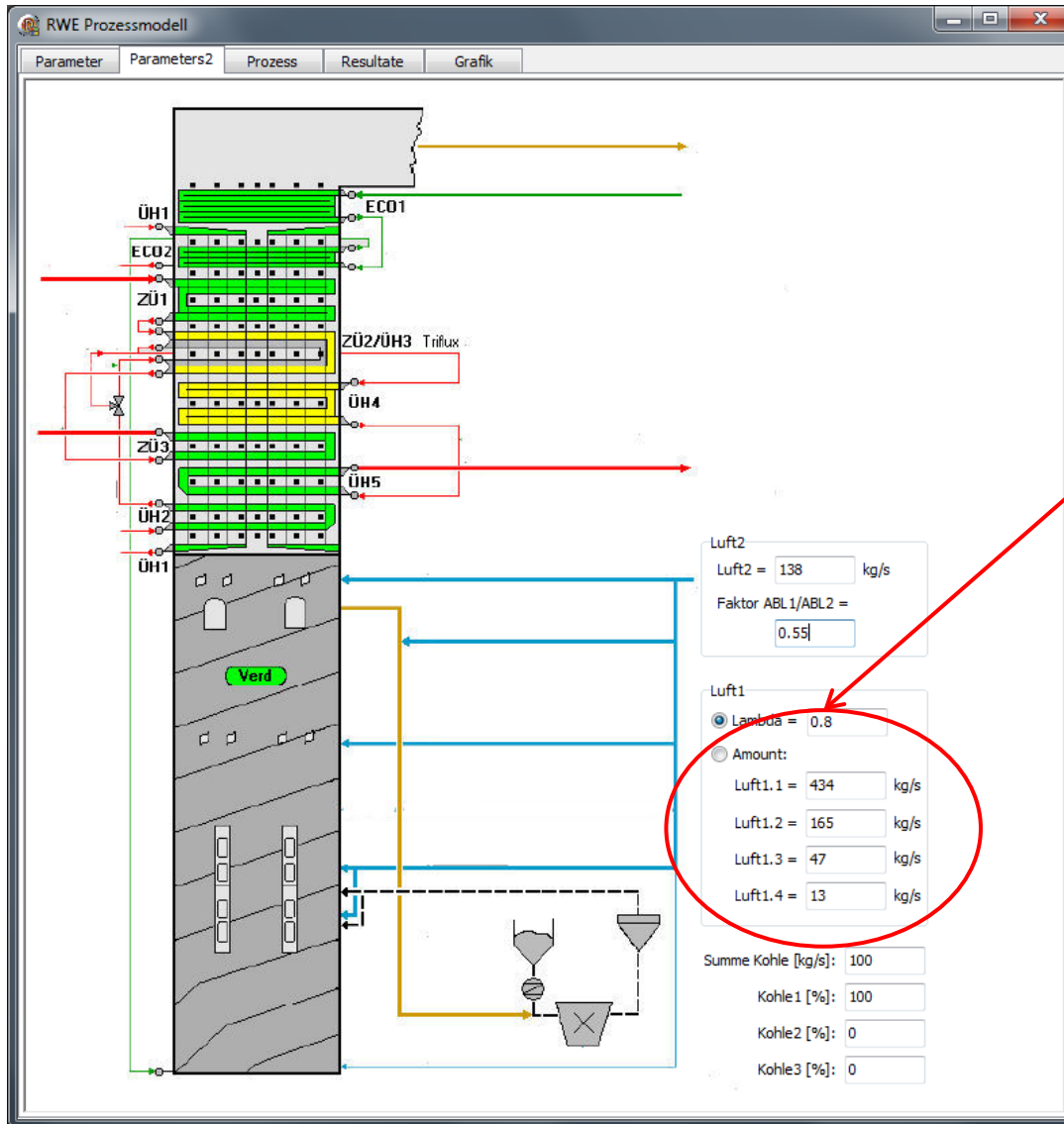
C:\LocalData\GTT_ANWENDUNGEN\Model 2.3\KASIS-05V01.mdb

Browse ProbenNr : 01-010-0001 Import

Reset Clear Cancel Create

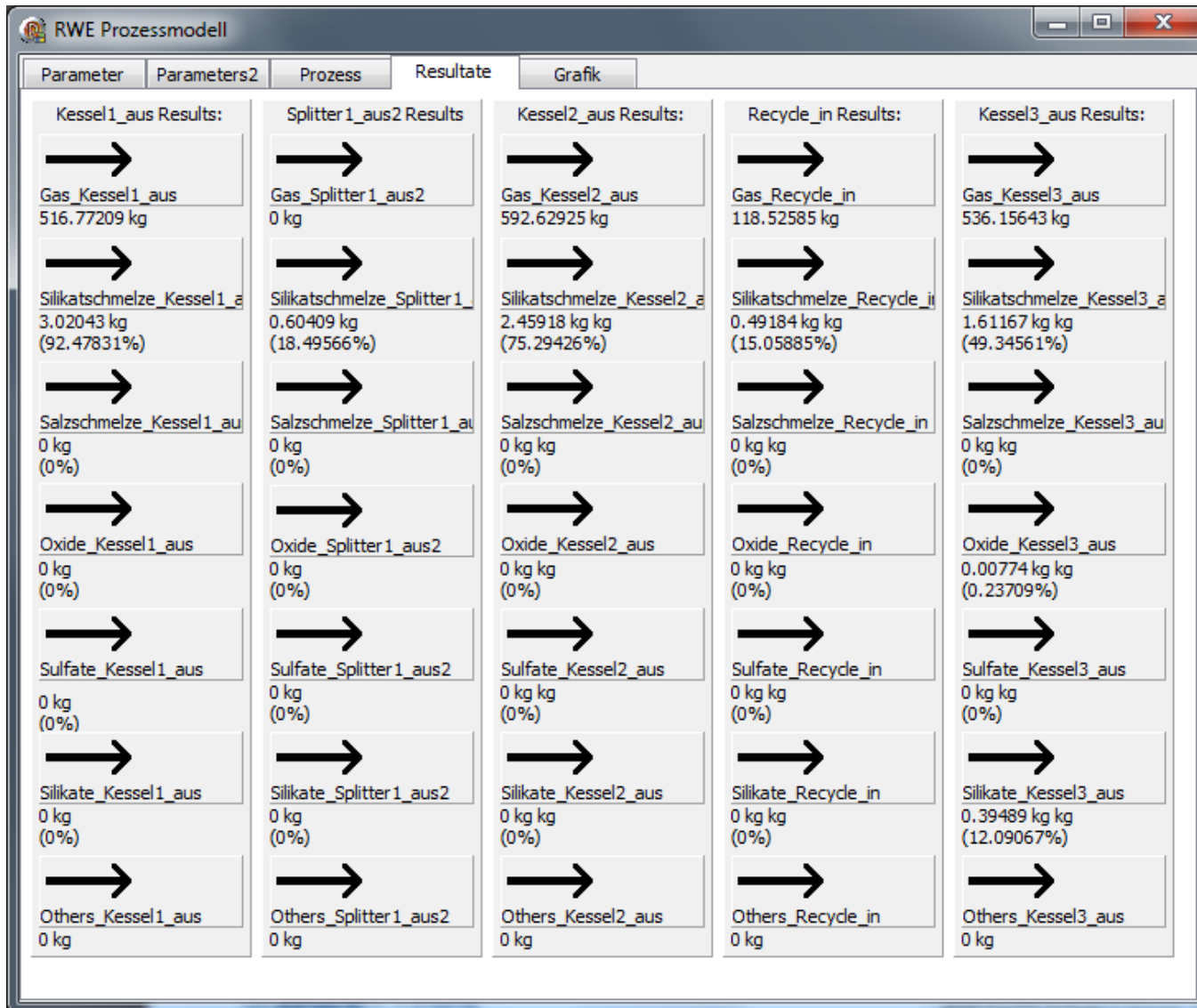
**Temperatur in combustion chamber partitined in three areas
Proportion of fluid / solid wet ash
Proportion of flue gas recirculation**

Furnace chamber model

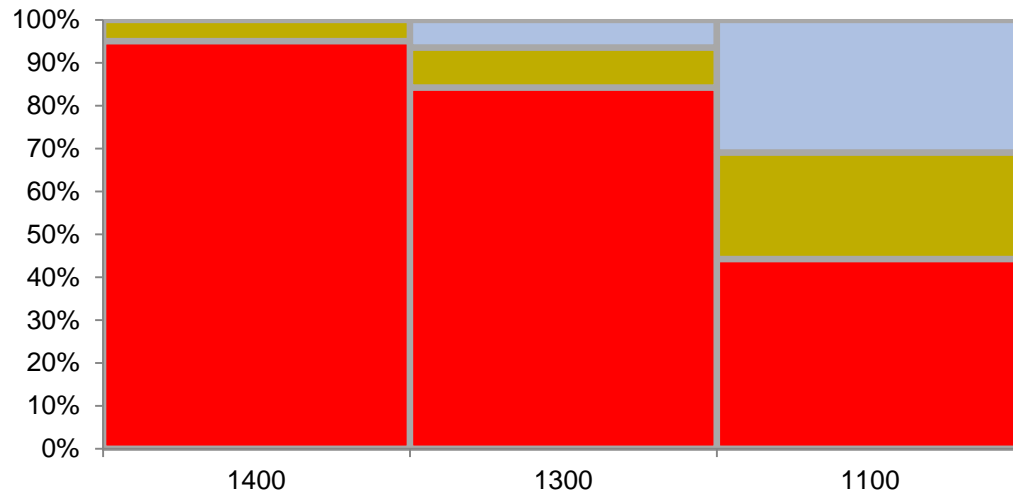
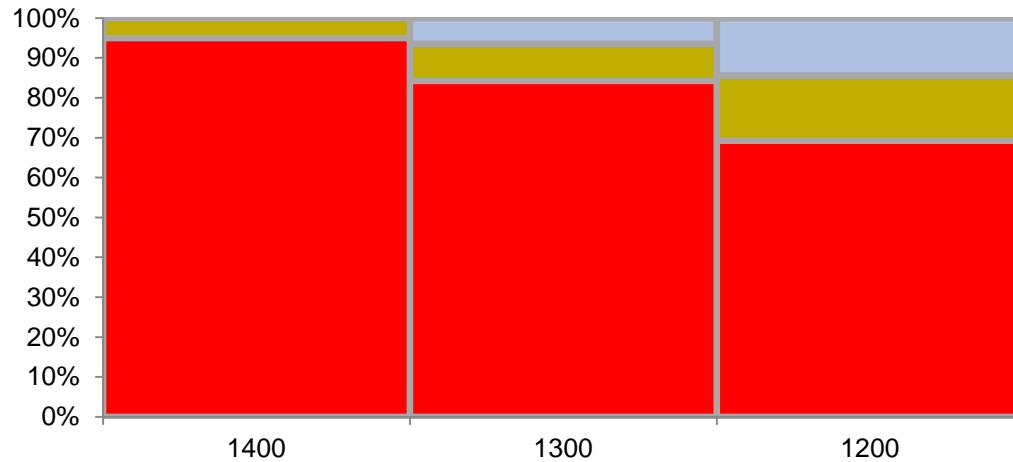


Typical values for air supply

Result – Furnace chamber model



Result – Furnace chamber model



- Silikatschmelze
- Salzsichelze
- Oxide
- Sulfate
- Silikate

Summary and Outlook

Introduction of SimuSage based models

→ Coal blending

→ User defined input (linked to user database) and output (phases in groups) → simplification of an Equilib type calculation

→ Furnace chamber

→ First step into development of a proper process model for coal fired power plant

→ Step 1: Furnace chamber with recirculation of flue gas

→ To come: extension into boiler range

THANK YOU VERY MUCH
FOR YOUR ATTENTION AND
LET'S COLLECTIVELY BE:

VOR**RWEG** GEHEN