



# *Studiedag*

Brandstoffen ???  
Biogas verkregen uit vergisting  
NOx reductie

Stoomplatform

Gepresenteerd door  
**Wim Cardol**

Datum  
24-11-2022



# Het stoomplatform

Samen naar een veilige en duurzame toekomst

Wim Cardol

Stoomplatform: ad interim voorzitter

Monarch Nederland: Verkoopleider

**Website**

[www.stoomplatform.nl](http://www.stoomplatform.nl)

**Email adres**

[info@stoomplatform.nl](mailto:info@stoomplatform.nl)





# Brander Techniek

Monarch Nederland BV



## Huidige Brandstoffen

Aardgas - Hoog en laag calorisch  
LNG - Hoog calorisch  
LPG - Propaan Butaan LPG  
Biogas - Verkregen door vergisting

Olie - Dieselolie  
GTL - Gas to Liquid  
HVO - biologische brandstof  
Middel zware olie – scheepvaart  
Zware olie - scheepvaart



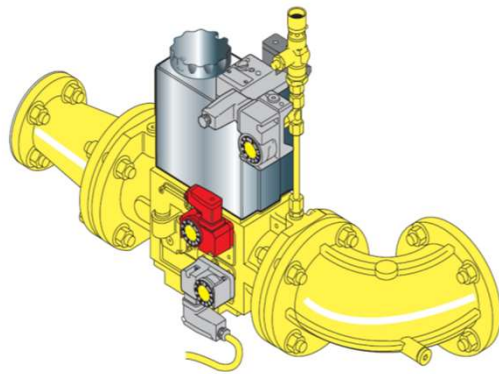


Biogene brandstof

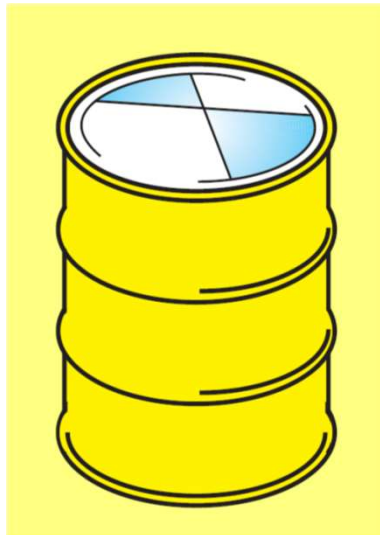
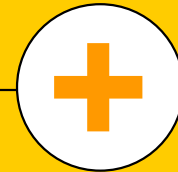


# Weishaupt – Brandertechnologie

## Brandstoffen



- **Aardgas**
- **Propaan But.**
- **Stadtsgas**
- **Bijzondere gassoorten**  
(Biogas uit landbouw.,  
Biogas uit etensresten)



- **Olie EL**
- **Zware olie** (Afgewerkte olie)
- **Kerosine**
- **Bio olie** (koudgeperst)
- **Dierlijke vetten**
- **Glycerine**
- **Alcohol**

## Verschillende soorten stookolie;

- **Lichte stookolie (gasolie, dieselolie)**

- gebruikt voor dieselmotoren van o.a. auto's, landbouwvoertuigen en als brandstof in stookinstallaties. Vroeger werd er aan deze dieselolie een rode kleurstof toegevoegd (furfural) Deze brandstof staat ook wel bekend als rode diesel en mag inmiddels alweer heel wat jaren niet meer worden verstoekt in Nederland

- **Halfzware stookolie**

- een zwaardere stookolie welke voor o.a. de scheepsvaart wordt gebruikt. De olie moet worden voorverwarmd

- **Zware stookolie**

- een zeer viskeuze stookolie voor de scheepsvaart. De brandstof wordt gebruikt voor voortstuwing van schepen en verwarming van de tanks.

- De brandstof moet voorverwarmd worden en tevens verwarmd worden opgeslagen

## Vraag en onderzoek naar alternatieve (bio)diesels

Een aantal varianten waarmee we inmiddels bekend zijn;

### ■ GTL Shell olie

- GTL-brandstof verbrandt schoner dan conventionele dieselolie uit aardolie en produceert daardoor minder lokale uitstoot. GTL is vrijwel vrij van zwavel en aromaten, kleurloos en heeft een hoog cetaangetal. Het gebruik van GTL levert een reductie in fijnstof van 20% en 12% minder stikstof-uitstoot op. Daarnaast is deze brandstof vrijwel reukloos.

### ■ HVO

- HVO biodiesel is een biologische brandstof die gemaakt wordt op basis van met waterstof behandelde oliën en vetten afkomstig van plantaardige en dierlijke bronnen. HVO heeft een hoog cetaangetal. Naast minder uitstoot kan HVO ook langer worden opgeslagen dan andere biodiesels. Doordat de zuurstof uit de brandstof is onttrokken gaat het degradatieproces minder snel

### ■ FAME

- FAME staat voor Fatty Acid Methyl Esters, Dat zijn vetzuren die ontstaan door een chemisch proces van plantaardige en dierlijke oliën om biodiesel te maken. Hiervoor kan bijvoorbeeld gebruikte frituurolie of dierlijke vetten als basisgrondstof worden gebruikt. FAME wordt veel gebruikt om diesel op te mengen tot ca. 8%.

Nadeel van FAME is dat de esters zich makkelijk aan water binden. Door deze binding komen er ook makkelijk vuildeeltjes mee waardoor filters sneller vervuilen. Verder ligt het stolpunt van FAME hoger waardoor het bij lagere temperaturen kan gaan klonteren.





## Alternatieven - Toekomst

Elektrisch – opwekking door elektrificatie

Waterstof – Groene opwekking

- Blauwe opwekking
- Grijs opwekking





## Waterstof

Groene opwekking

Door elektrische stroom wordt water omgezet in waterstof en zuurstof  
elektrolyse

Door olie/gas/kolen verbranding onder druk te zetten en te verhitten ontstaat waterstof

Uit opslag van CO<sub>2</sub> wat in de bodem wordt opgeslagen



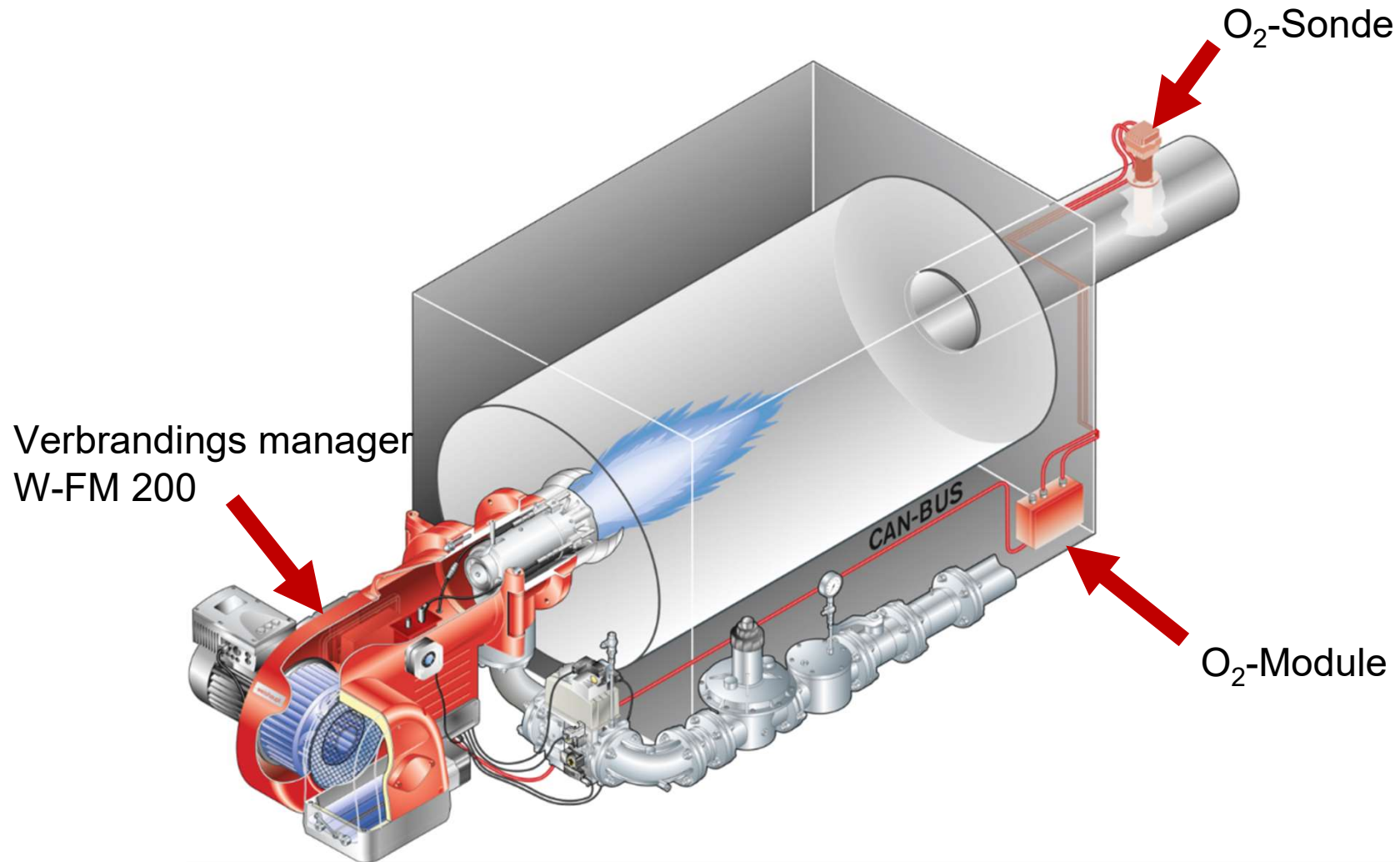
## Efficiëntie – rendement verbetering

Wat zijn de mogelijkheden:

- Rendements verhoging: aan/uit – hoog/laag - modulerend
- Toepassing van O<sub>2</sub> regeling en CO regeling
- Toepassing van toerental regeling
- Combinatie van beide
  
- Toepassing van het verbranden van restgassen door:
  - Vergisting van etensresten
  - Vergisting van mest
  - Vergisting rioolwaterzuiveringen
  - Stortgas composteren van afval
  
- Inventarisatie van de stoom behoefte  
spuiverliezen condenspotten inspecties isolatie

# Efficientie

## O<sub>2</sub>-Regeling - Componenten



TWENCE Afvalverwerking  
Zenderen



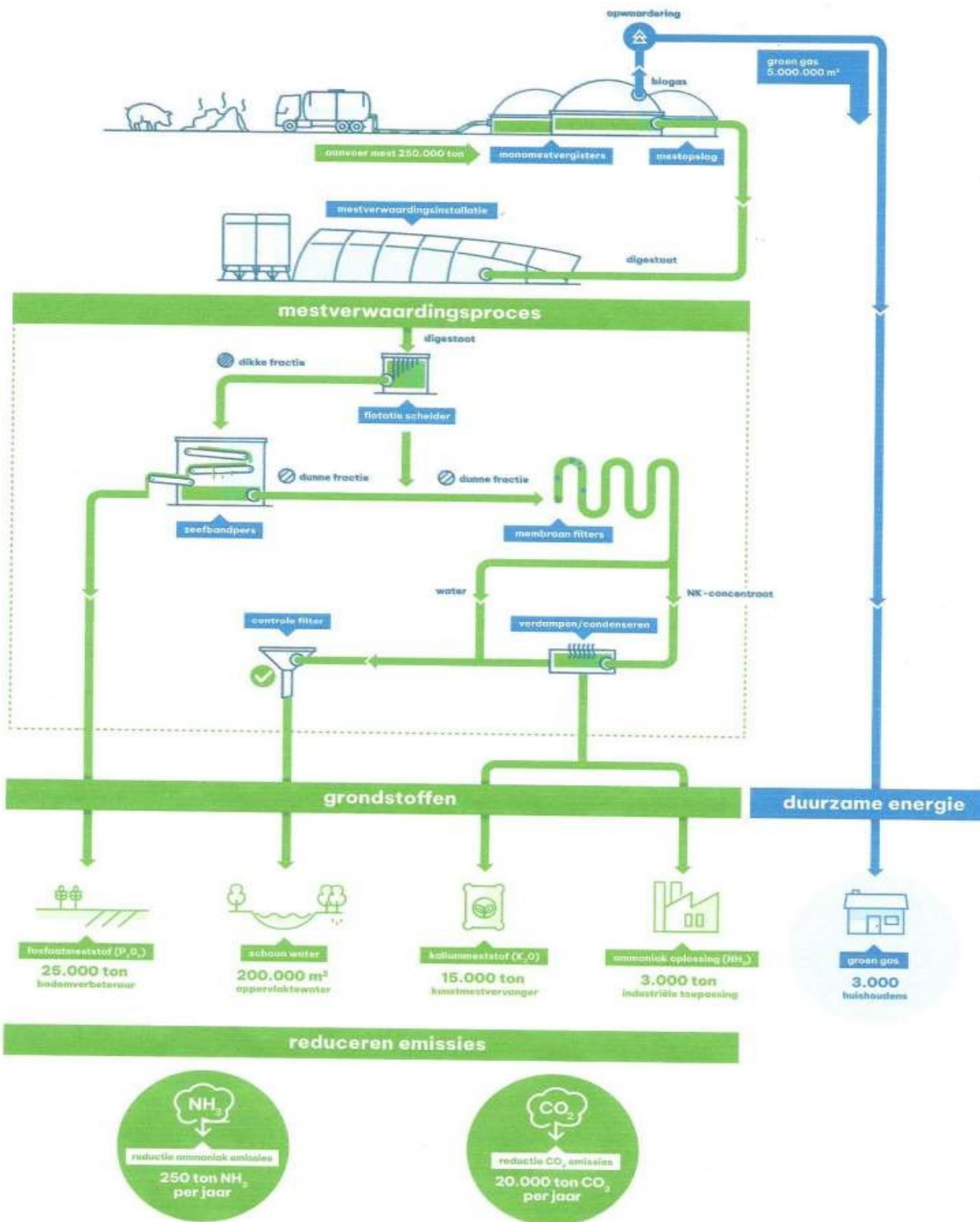


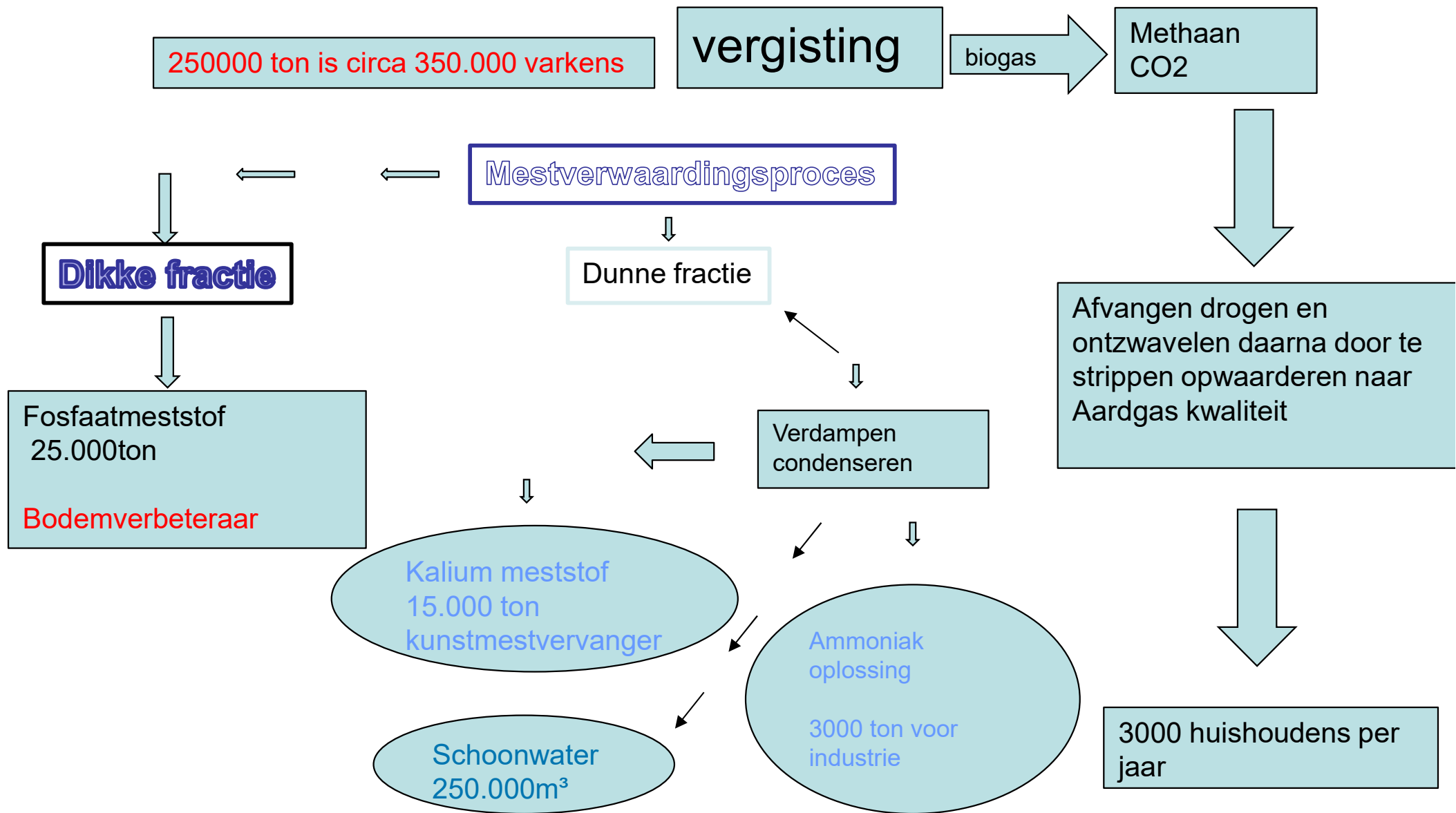
## UITGANGS CRETERIA

- Hogedruk stoomketel
- Geschikt voor aardgas en biogas verbranding
- Aardgas of biogas, *verkregen uit vergisting*
  
- *Ketel 3 ton stoom per uur fabricaat Astebo*
- *Brander belasting maximaal 2170kW*

*Voor aardgas betekent dit circa 245 nm<sup>3</sup>/uur in vollast*

*Voor biogas betekent dit circa 395 nm<sup>3</sup>/uur in vollast*





## Eisen voor het verstoken van zuiver BIOGAS



- *Methaan (CH<sub>4</sub>) aandeel ≥ 50%.*
- *Ammoniak (NH<sub>3</sub>) < 0,15%.*
- *Hoogwaardige koolwaterstoffen (C<sub>5+</sub>) < 2,5%.*
- *Het aandeel zwavelverbindingen mag niet meer dan 0,1-vol% bedragen en het gas moet droog zijn.*
- *Constance gasvoordruk en -kwaliteit.*
- *Bij opdracht dienen wij in het bezit gesteld te worden van de gas-analyse of de gas-eigenschappen, zoals stook- en verbrandings-waarde, relatieve dichtheid en Wobbe-index.*  
*Brander t.b.v. biogas is niet voorzien van CE-keur.*  
*De branders worden wel geproduceerd en geleverd volgens de EN 676.*
- **NOX** *BIOGASVERBRANDING gunstiger als bij aardgasverbranding*

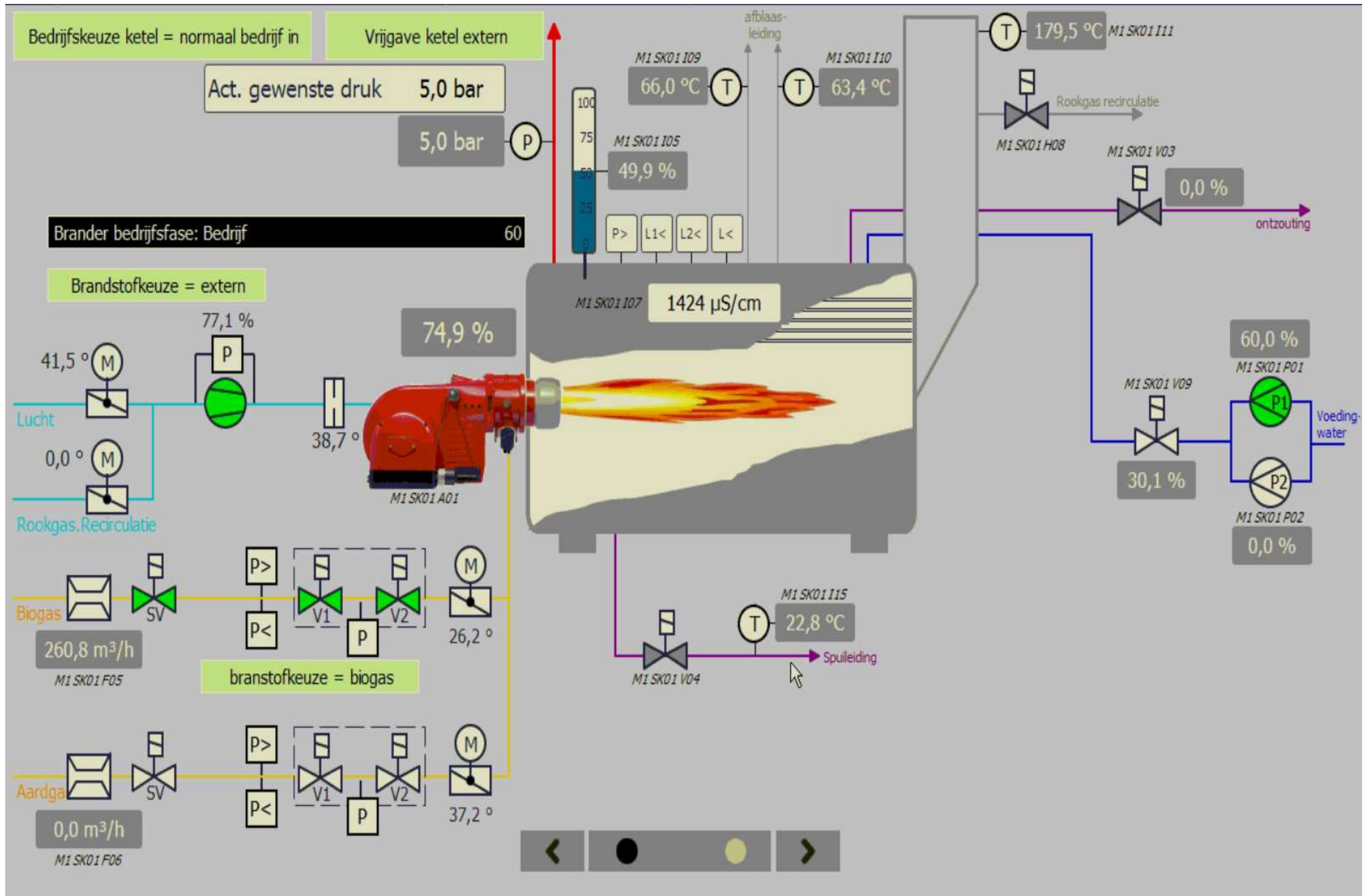
Datum	:	22 maart 2022	
Technicus	:	R.Verstoep	
Barometerstand	:	1027	mbar
Luchtvochtigheid	:	Biogas	g/kg
Gassoort	:	LL gas	
Cal. waarde $H_u$	:	6,08	$\text{kW/m}^3_o$
Cal. waarde $H_l$	:	5,5	$\text{kW/m}^3_o$
max. Co2	:	11,67	%
Gastemp.	:	5	$^{\circ}\text{C}$
<b>Vuurhaard afmetingen</b>			
Lengte	:	3710	mm
Diameter	:	890	mm
Inhoud	:	2,31	$\text{m}^3$



NOX waarden				Ketelbelasting / Rendement / Vermogen						
NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub> bij 3% O <sub>2</sub>	BELASTING		RENDEMENT		VERMOGEN		vuur- haard belasting  MW / m <sup>3</sup>
				boven waarde  kW	onder waarde  kW	boven waarde  %	onder waarde  %	kW	kg st/h	
23,1	0,9	24,0	48,8	453,4	410,3	83,8	92,8	380,8	572	0,18
23,5	1,1	24,6	51,1	463,7	419,7	83,4	92,5	388,0		0,18
22,8	0,8	23,6	49,0	529,5	479,2	83,6	92,6	443,9	667	0,21
23,4	0,8	24,2	49,4	635,3	574,9	83,9	92,9	534,3		0,25
22,8	1,0	23,8	48,3	784,1	709,6	84,0	93,1	660,3		0,31
22,6	1,4	24,0	48,2	1005,2	909,6	84,0	93,1	847,0	1273	0,39
22,0	2,0	24,0	48,0	1301,3	1177,7	83,9	93,0	1095,4		0,51
21,9	2,5	24,4	48,8	1565,2	1416,5	83,7	92,7	1313,7	1975	0,61
22,0	2,9	24,9	49,5	1813,5	1641,2	83,5	92,5	1518,3	2282	0,71
21,6	3,0	24,6	49,2	2017,1	1825,4	83,3	92,3	1684,8		0,79
20,7	3,0	23,7	48,7	2146,6	1942,6	82,8	91,7	1782,4	2679	0,84

Datum	:	3 maart 2022	
Technicus	:	R.Verstoep	
Barometerstand	:	1019	mbar
Luchtvochtigheid	:		g/kg
Gassoort	:	LL gas	
Cal. waarde $H_c$	:	9,76	kW/m <sup>3</sup> <sub>o</sub>
Cal. waarde $H_i$	:	8,83	kW/m <sup>3</sup> <sub>o</sub>
max. Co2	:	11,67	%
Gastemp.	:	8	°C
<b>Vuurhaard afmetingen</b>			
Lengte	:	3710	mm
Diameter	:	890	mm
Inhoud	:	2,31	m <sup>3</sup>

		NOX waarden				Ketelbelasting / Rendement / Vermogen						
ruimte temp.	rookgas temp.	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub> bij 3% O <sub>2</sub>	BELASTING		RENDEMENT		VERMOGEN		vuurhaard belasting
						boven waarde	onder waarde	boven waarde	onder waarde			
° C	° C	ppm	ppm	ppm	mg/m <sup>3</sup>	kW	kW	%	%	kW	kg st/h	MW / m <sup>3</sup>
15,0	159	30,2	1,1	31,3	64,3	463,2	419,2	83,7	92,7	388,7	584	0,18
15,0	142	24,5	0,6	25,1	56,3	441,8	399,8	83,9	93,0	371,8	559	0,17
15,0	141	26,5	0,8	27,3	61,2	520,3	470,9	84,0	93,0	438,1	658	0,20
15,0	142	27,7	1,0	28,7	64,3	613,1	554,8	83,9	93,0	515,9	775	0,24
15,0	147	27,4	1,3	28,7	64,3	767,6	694,6	83,7	92,7	644,2	968	0,30
15,0	154	25,7	1,7	27,4	61,4	978,8	885,8	83,4	92,4	818,4	1230	0,38
15,0	159	24,8	1,8	26,6	59,3	1234,3	1117,0	83,2	92,2	1029,8	1548	0,48
15,0	165	25,2	2,1	27,3	61,2	1531,1	1385,6	82,9	91,9	1272,8	1913	0,60
17,0	176	25,8	2,5	28,3	62,7	1761,5	1594,1	82,5	91,4	1457,1	2190	0,69
18,0	181	26,6	2,8	29,4	63,6	1975,4	1787,7	82,4	91,3	1632,8	2454	0,77
18,0	187	26,9	3,1	30,0	62,0	2211,8	2001,6	82,5	91,4	1829,3	2750	0,87









# De grootste test stookbuis van de wereld





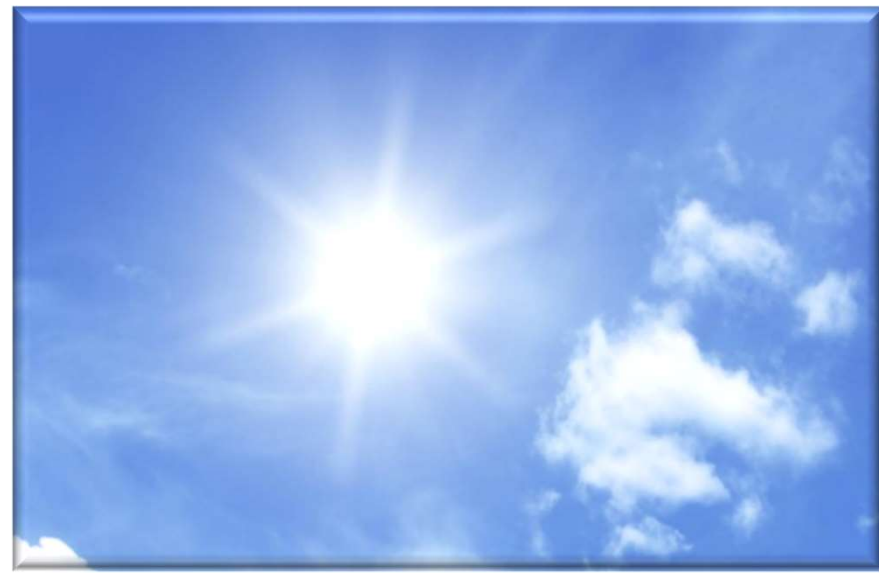
Kenmerken

---

Bijzonderheden

# NO<sub>x</sub> - Emissie Grenswaarden

---



## NO<sub>x</sub>

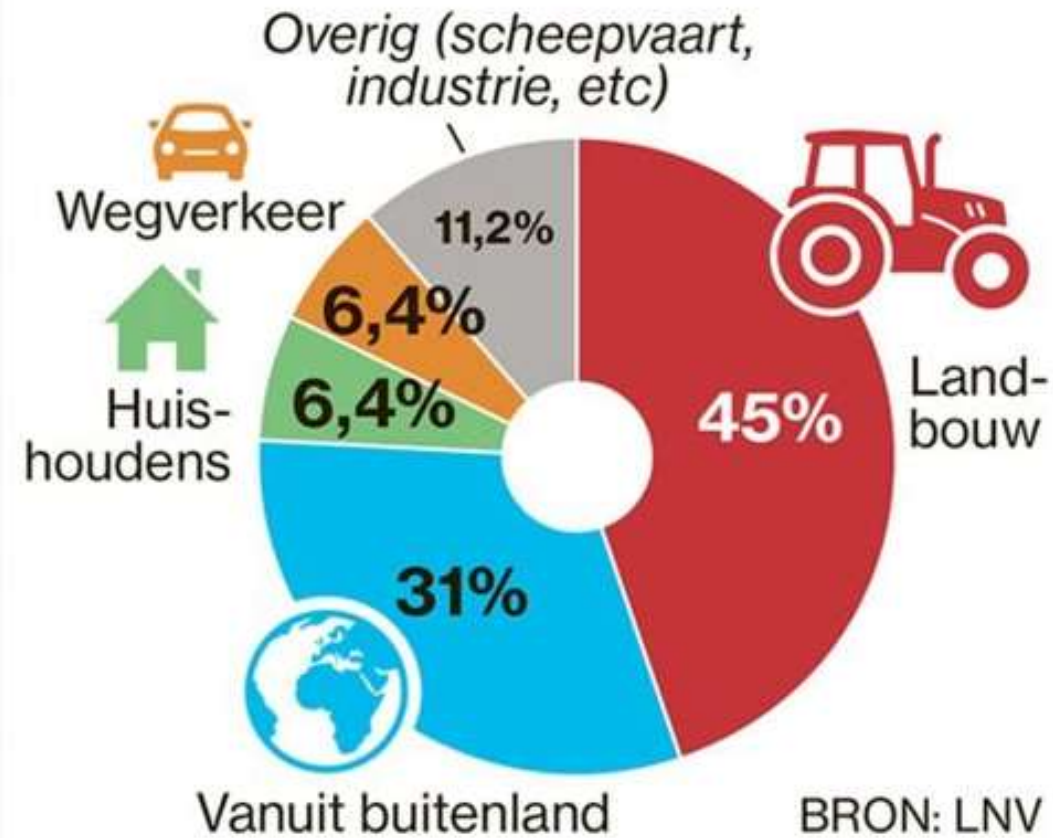
- Verzamelnaam voor stikstofdioxyde NO<sub>2</sub> en stikstofmonoxyde NO
- Vanaf 0,4 MW branderbelasting ABees besluit
- Activiteiten besluit emissie Eisen stookinstallaties
- Watergedragen installaties – b.v. stoomketels
- Gasgestookte installaties eis 70 MG/m<sup>3</sup> aardgas (propaan 140)
- Oliegestookte installaties eis 120 MG/m<sup>3</sup>

## NO<sub>x</sub> te realiseren

- Vuurhaard belasting laag 1-1,5 MW/m<sup>3</sup>
- Ruime diameter zoals bij thermische olieketels
- LN brandertechniek, snelheid op de verbrandingskop met ruime uitstroompoorten, 3LN – PLN
- Juiste Brandstofkeuze

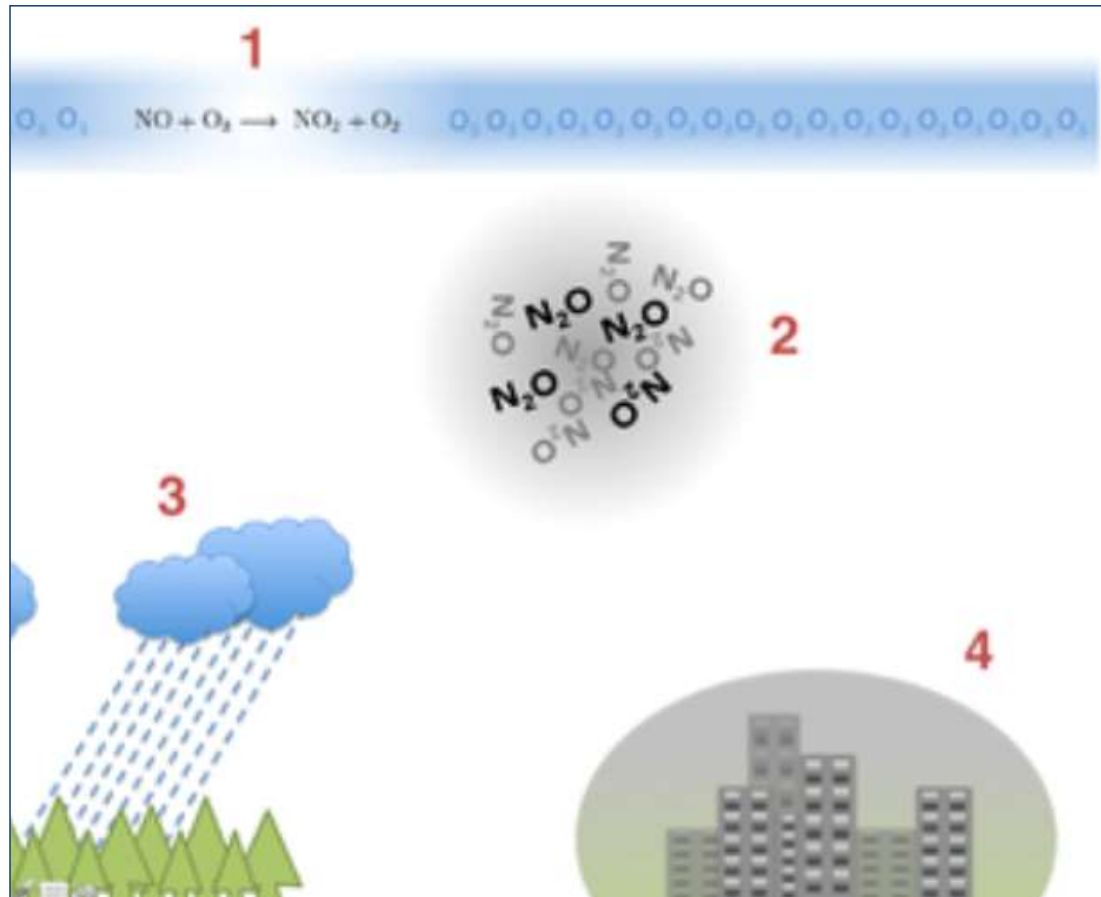


# Herkomst stikstof



# Emissies

... Spelen een rol



- Reductie van Ozon
- Globale opwarming
- Zure Regen
- Smog / Fijnstof



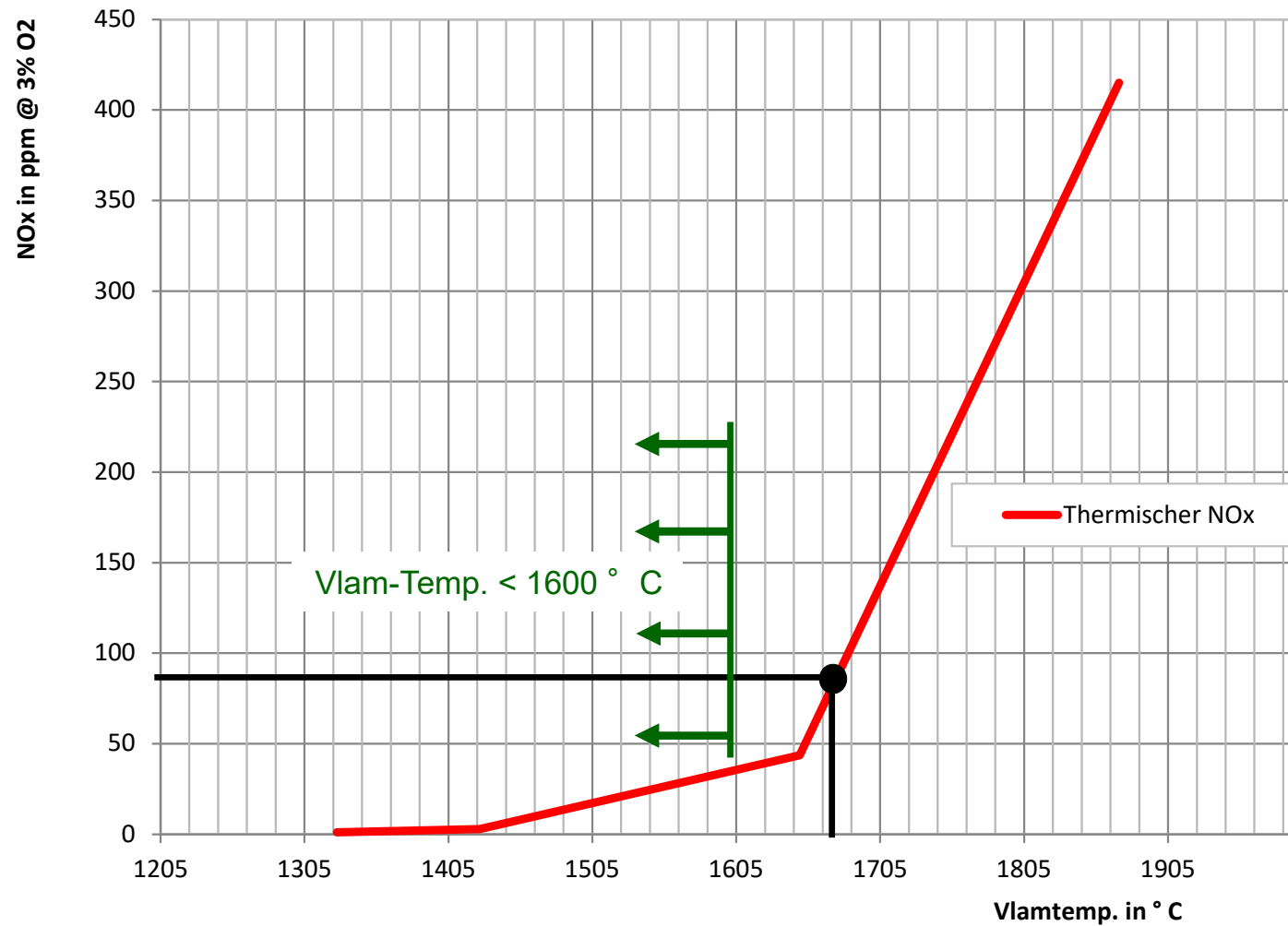
## Uitstoten bij Aardgas verbranding

CO <sub>2</sub>	Kooldioxide
CO	Koolmonoxide
O <sub>2</sub>	Zuurstof
H <sub>2</sub> O	Waterstof
NO	Stikstofmonoxide
NO <sub>2</sub>	Stikstofdioxide
FH	Formaldehyde gas

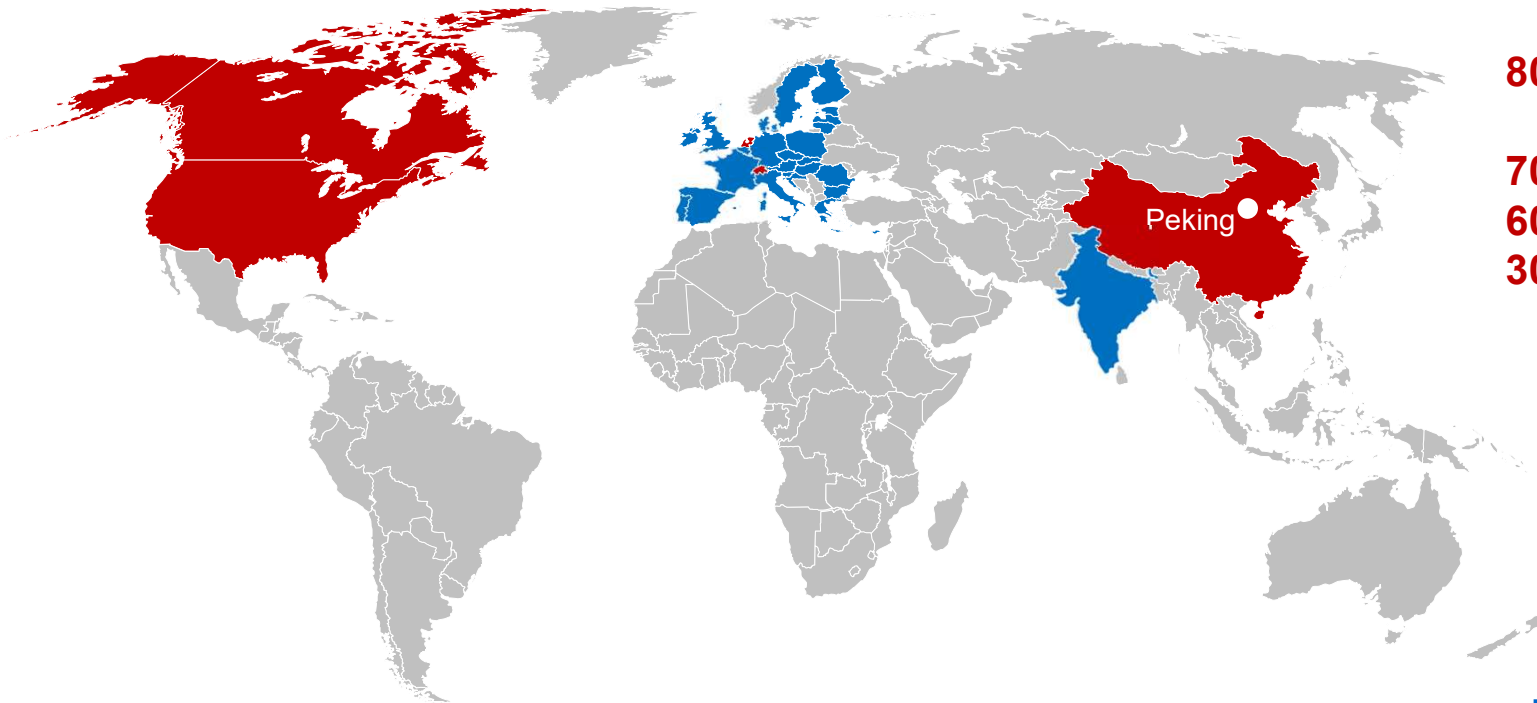


# Emissies

## Thermische NO<sub>x</sub>



# NO<sub>x</sub>-Emissies Grenswaarden (Aardgas H)



- 80 mg/m<sub>N</sub><sup>3</sup>** Zwitserland (LRV 92)
- 70 mg/m<sub>N</sub><sup>3</sup>** Nederland
- 60 mg/m<sub>N</sub><sup>3</sup>** Noord Amerika
- 30 mg/m<sub>N</sub><sup>3</sup>** Peking (China) v.a. 4/2017

nieuw:

- 100 mg/m<sub>N</sub><sup>3</sup>** MCPD- richtlijn (Europa)
- 100 mg/m<sub>N</sub><sup>3</sup>** India

# Produktinnovatie

## NO<sub>x</sub>-Emissie-eisen aardgas gestookte installaties

**80 mg/m<sub>N</sub><sup>3</sup>**



Peking 2015  
Zwitserland (LRV 92)

---

**70 mg/m<sub>N</sub><sup>3</sup>**



Nederland vanaf 2017  
(ook bestaande installaties )

---

**60 mg/m<sub>N</sub><sup>3</sup>**



Peking 2015 (nieuwe installaties)  
Noord-Amerika

---

**40 mg/m<sub>N</sub><sup>3</sup>**



Washington en Oregon

---

**30 mg/m<sub>N</sub><sup>3</sup>**



Peking vanaf 4/2017

---

**18 mg/m<sub>N</sub><sup>3</sup>**

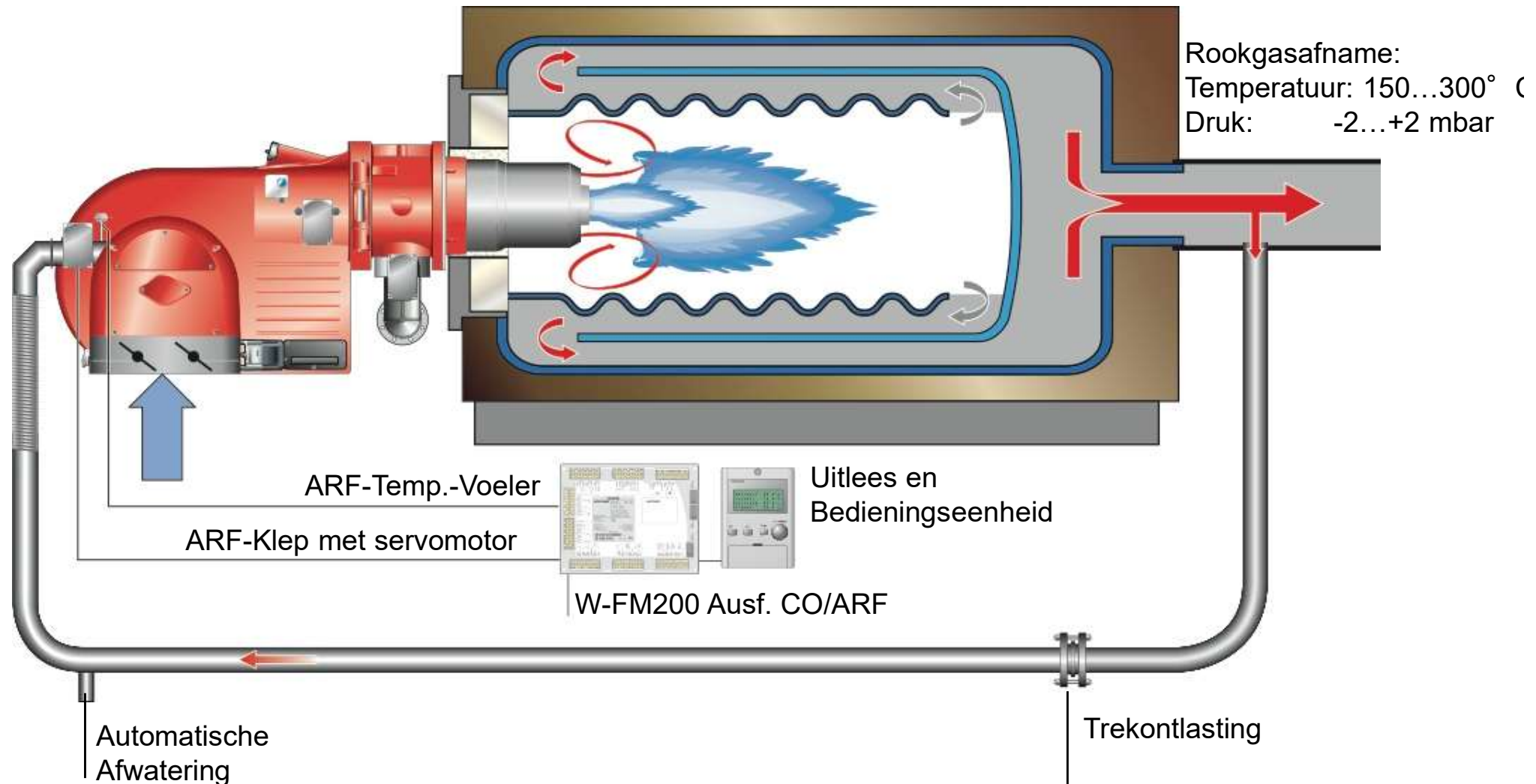


California



# Weishaupt – Brander technologie

## Schema 4LN



# Weishaupt – Brandertechniek

Systeem PLN: Premix-Brandertechniek

## Waarom?

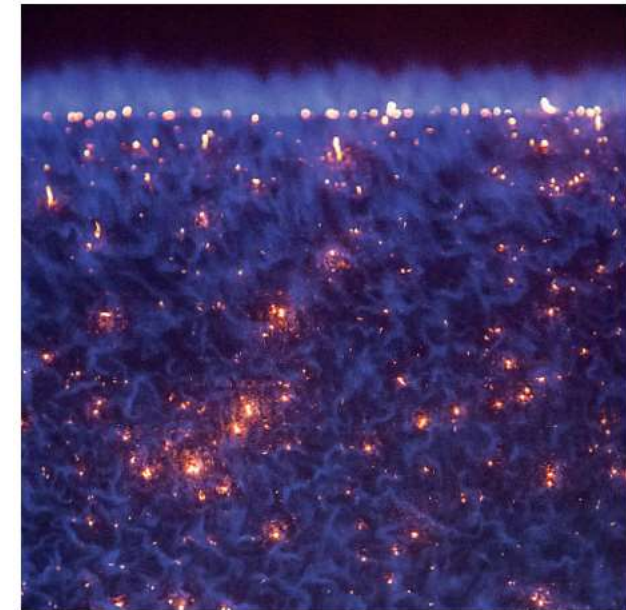
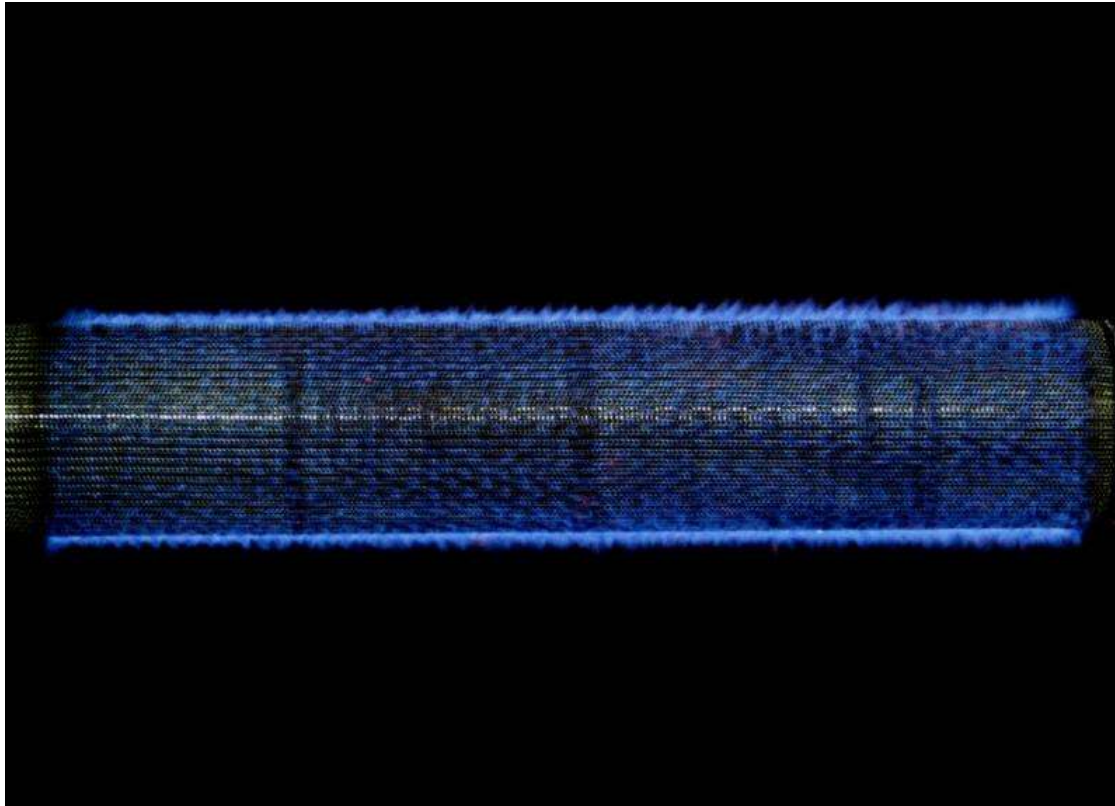
Toenemende markteisen qua Nox uitstoot:

- NO<sub>x</sub>-Emissie (Ultra-Low-NO<sub>x</sub>)
- <10 ppm NO<sub>x</sub> Voor omkeerketels und 3-treksketelsystemen te realiseren
- Rookgasgeluid, ca. min 10-15 dB(A)
- Toepassing – geschikt voor kleine vuurhaard afmetingen
- Branderuitvoering (Retrofit)



# Weishaupt – Brennertechniek

Systeem PLN: Spectrum van de vlam



Detailvergroting



Brander regeling						Gasverbruik				Gasdruk				Luchtdruk		Ketel gegevens				Vlambeveiliging		
stand capaciteits regeling	belasting in	Display AZL				gemeten op de gasmeter	gemeten tijd	druk bij de gasmeter	gas verbruik gecor.	voor de druk-regelaar	voor de gas-kleppen	voor de vlinder klep	in de brander kop	druk in brander huis	meetpunt LD2 (delta P)	vuur haard druk	schoorsteen trek	water temp.	stoom druk	ionisatie stroom	UV-cel	
		brand	Lucht	Hulp	VSD																	m <sup>3</sup> /h
0	23	16,0	14,0		70,0	1,0	88,6	98,7	41,9	98,0	42,3	41,8	-0,8	0,5	13,2		0,2	85		33		
1	15	13,0	16,0		50,0	1,0	132,9	98,7	27,9	98,0	43,0	42,8	-1,5	0,2	6,5		0,2	88		23		
2		15,9	21,5		56,3					98,0	42,3	41,8	-0,8	0,5	8,3		0,2	88		32		
3		18,9	27,0		62,5					97,0	41,9	41,0	-0,7	1,0	9,6		0,3	91		35		
4		20,0	32,5		68,8					96,0	41,5	40,1	-0,2	1,7	11,4		0,3	152		34		
5		26	38,0		75,0					95,0	40,6	38,4	0,7	3,0	13,1		0,4	159		35		
6		30,5	43,5		81,3					94,0	39,5	36,3	1,8	4,6	15,2		0,5	162		35		
7		36,1	49,0		87,5					93,0	38,4	33,2	3,5	6,9	18,0		0,7	165		35		
8		44,0	54,5		93,8					90,0	37,0	29,7	7,7	9,9	20,5		0,8	163		36		
9	98	60,0	60,0		100,0	3,0	61,3	88,0	179,8	88,0	35,4	25,3	14,2	13,4	22,3		1,0	176		35		
10																						

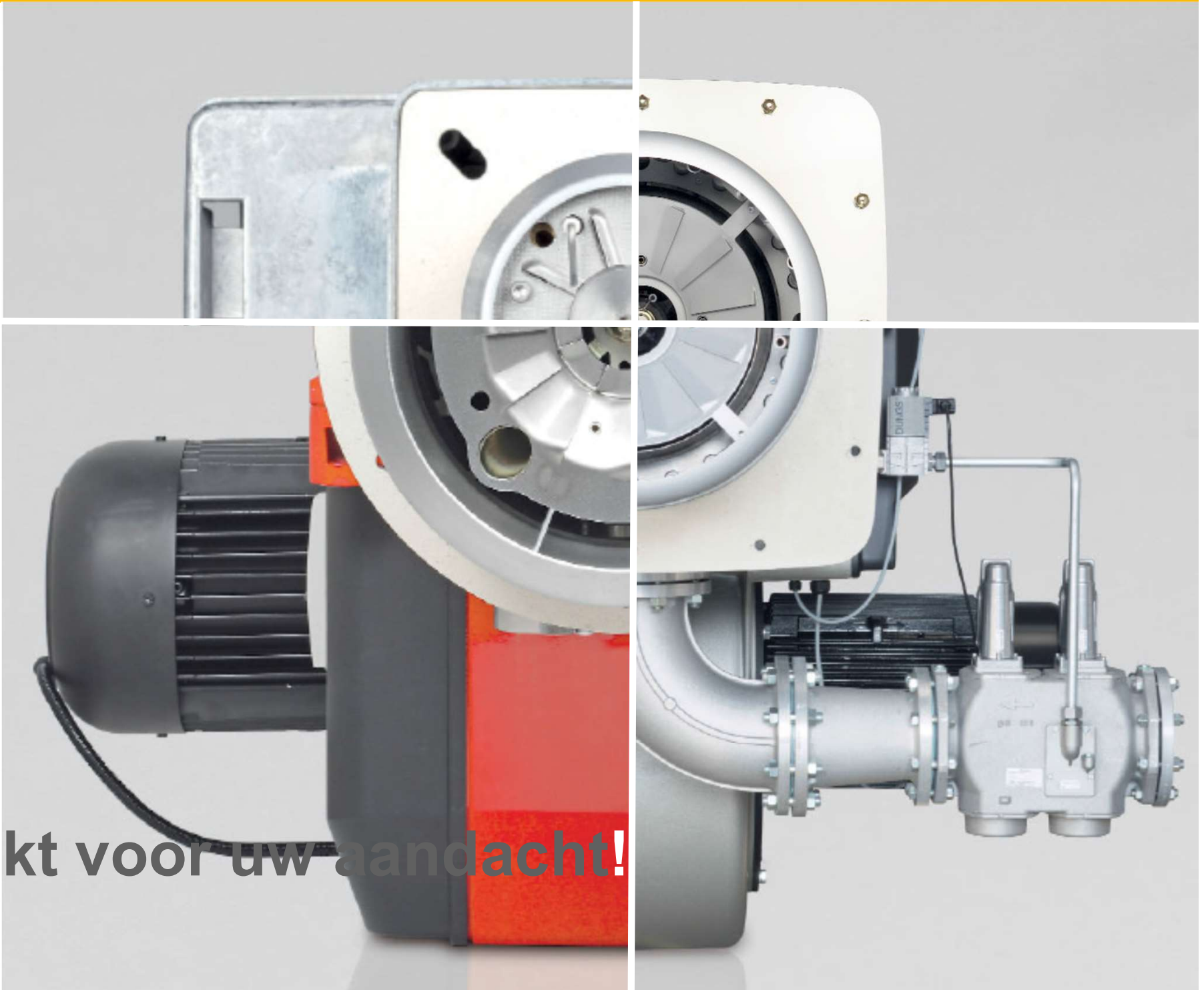
stand capaciteits regeling	Rookgasmeting en analyse										NOX waarden				Ketelbelasting / Rendement / Vermogen							
	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	λ	CO	O <sub>2</sub> bij CO grens	λ bij CO grens	O <sub>2</sub> op AZL bij CO grens	ruimte temp.	rookgas temp.	delta t. temp.	NO	NO <sub>2</sub>	NOx	NOx bij 3% O <sub>2</sub>	BELASTING		RENDEMENT		VERMOGEN		vuurhaard belasting	
	vol %	vol %		ppm	%				° C	° C	ppm	ppm	ppm	mg/m <sup>3</sup>	boven waarde	onder waarde	boven waarde	onder waarde	kW	kg st/h	MW/m <sup>2</sup>	
0	5,0	8,9	1,31	1	2,3	1,12		10	118	108	15	0,1	14,8	34,2	409,0	370,1	85,3	94,5	349,9		0,20	
1	6,0	8,3	1,40	1	2,3	1,12		10	115	105	9	0,2	9,0	22,2	272,4	246,5	85,2	94,4	232,7		0,14	
2	6,0	8,3	1,40	1				10	119	109	10	0,1	10,3	25,5			85,0	94,1				
3	6,0	8,3	1,40	1				10	128	118	12	0,4	12,7	31,3			84,5	93,7				
4	6,2	8,2	1,42	1				20	194	174	11	0,8	12,2	30,5			81,7	90,6				
5	6,2	8,2	1,42	1	1,2	1,06		20	210	190	11	0,9	11,8	29,5			80,9	89,7				
6	6,1	8,3	1,41	1				20	226	206	11	0,8	11,8	29,3			80,2	88,9				
7	6,0	8,3	1,40	1				20	241	221	12	0,6	12,3	30,3			79,5	88,2				
8	5,9	8,4	1,39	1				20	251	231	12	0,3	12,3	30,2			79,1	87,7				
9	6,0	8,3	1,40	1	1,0	1,05		20	264	244	11	0,7	11,5	28,4	1754,0	1587,4	78,4	86,9	1379,8		0,88	
10																						



# Referentie installatie

## Stoomketel installatie gas/olie





**Bedankt voor uw aandacht!**