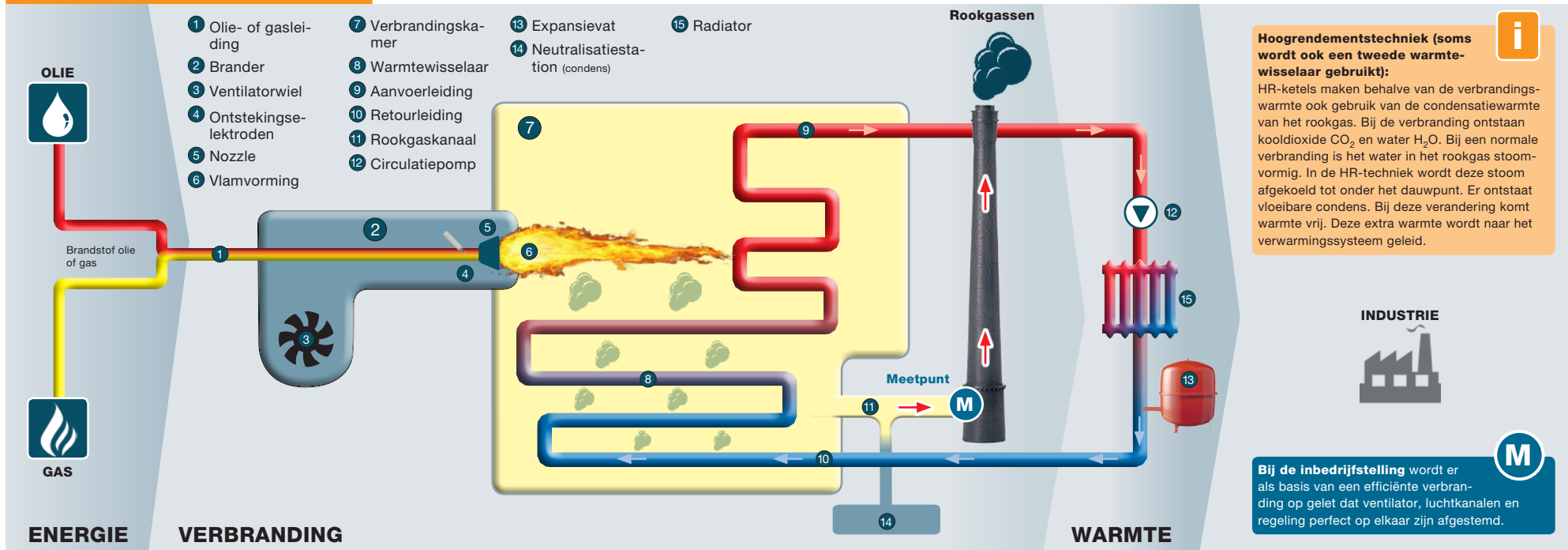


# Toepassingsbeschrijving branders / ketels

## Tekening & werking



### Typische verbrandingsprocessen van een ketelsysteem

#### I. Brandstoftoevoer en -voorbereiding

**A: Olie** De brandstof wordt via een pomp van de olietank naar de brander gepompt. Dit wordt getriggerd via de verwarmingsregeling (afhankelijk van de behoefte aan warmte-energie). De brandstof wordt via een voorverwarming verwarmd. De magneetklep gaat open, de brandstof wordt in de nozzle verstoven en in de verbrandingskamer gespoten.

**B: Gas** De brandstof stroomt door de druk in het gasnet naar de brander. Dit wordt getriggerd via de verwarmingsregeling (afhankelijk van de behoefte aan warmte-energie). De magneetklep gaat open, de brandstof wordt in de nozzle verstoven en in de verbrandingskamer gespoten.

#### II. Verbrandingsluchttoevoer

De verbrandingslucht wordt met een ventilator naar de vlam van de brander geleid. Afdoende toevoer van verbrandingslucht zorgt voor een breed regelbereik, een stabiele verbranding en optimale emissiewaarden.

#### III. Ontsteking van de brander

Ontstekingsvonken (ontstekingselektroden) zorgen ervoor dat het brandstof-lucht-mengsel wordt ontstoken en zelfstandig verder brandt. Vlambeveiliging door:

Gas: ionisatie-vlambeveiliging (ionisatie-elektroden)

Olie: foto-elektrische vlambeveiliging of infrarood-detector

#### IV. Verbranding

De stookgassen passeren de warmtewisselaar van de ketel en geven daarbij via de inwendige vlakken hun warmte-energie af aan het verwarmingswater. Het verwarmingswater wordt via de circulatiepomp en de aanvoerleiding naar de radiatoren gepompt en geeft daar de warmte af aan de omgeving. Het afgekoelde water loopt via de retourleiding terug om vervolgens opnieuw verwarmd te worden. Om een bepaalde hoeveelheid verwarmingswater in voorraad te hebben, kan een boiler geïnstalleerd worden. Een goede isolatie en aanhouden van een bepaalde temperatuur (bijv. 60 °C) moeten gegarandeerd zijn.

## Toepassingsbeschrijving branders / ketels

### Meting

#### Meetpunt **M** testo 340 / testo 350

##### Waar wordt gemeten?

- In het rookgaskanaal

##### Waarom wordt gemeten?

- Rookgasmeting bij fouten zoeken/diagnose
- Rookgasmeting bij periodieke inspecties en onderhoudsbeurten
- Naleving van emissiegrenswaarden
- Optimalisatie van branderrendement
- Instelling bij verschillende lastpunten

##### Wat wordt gemeten?

- O<sub>2</sub>
- CO<sub>2</sub> (wordt bij de testo 340 berekend)
- CO
- NO
- NO<sub>2</sub>
- SO<sub>2</sub>
- Rookgasverlies
- Trek/druk
- Verschuldruk
- Temperatuur
- Verschiltemperatuur

##### Typische meetwaarden bij het meetpunt:

Meet-grootheid	Olie-rookgassamenstelling	Gas-rookgassamenstelling
O <sub>2</sub>	2 ... 5 %	2 ... 3 %
CO	5 ... 80 ppm	0 ... 50 ppm
CO <sub>2</sub>	10 ... 15,4 %	6 ... 12 %
NO	20 ... 100 ppm	10 ... 100 ppm
NO <sub>2</sub>	2 ... 25 ppm	2 ... 25 ppm
SO <sub>2</sub>	5 ... 40 ppm (afhankelijk van het zwavelgehalte van de brandstof)	5 ... 40 ppm (afhankelijk van het zwavelgehalte van de brandstof)

##### Olie:

- Rookgastemperatuur: +40 °C ... +200 °C (+40 °C bij HR-systemen)
- Druk in het rookgaskanaal: -0,5 ... +0,5 mbar/hPa

##### Gas:

- Rookgastemperatuur: +250 °C ... +500 °C (+40 °C bij HR-systemen)
- Druk in het rookgaskanaal: -0,5 ... +0,5 mbar/hPa

### Voordelen van de Testo-emissiemetinstrumenten

#### testo 340: instel- en servicemeting

##### Voordelen:

- Altijd operationeel door robuuste en onderhoudsarme techniek
- Zelfreinigingseffect in de speciale slang (PTFE): condens en vuildeeltjes blijven niet vasthechten
- Comfortabel inregelen: met de slangverlenging (tot 7,8 m) kunt u het display van de ketel altijd bekijken, ook als de meetpunten verder weg liggen
- Geen uitvaltijden door vooraf gekalibreerde en verwisselbare gassensoren
- Meetbereikuitbreiding (factor 5): hoge concentraties (CO tot 50.000 ppm) onbeperkt meten
- Geschikt voor de inzet bij biogas en de meting van SO<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>S



#### testo 350: officiële emissiemeting (landafhankelijk)

Voor officiële emissiemetingen wordt de testo 350 aanbevolen (gaskoeler voorhanden, verdunning van hoge CO-waarden).

##### Voordelen:

- Geïntegreerde gasbehandeling voor nauwkeurige (droge) resultaten ook bij langetermijnmetingen zonder toezicht
- Bluetooth-verbinding maakt comfortabel werken mogelijk, ook bij grote afstanden (tot 100 m vrije ruimte) tussen Control Unit en meetplek
- Geschikt voor officiële emissiemetingen (landafhankelijk)
- Meetbereikuitbreiding (factor 2, 5, 10, 20 of 40voudig): hoge concentraties (CO tot 400.000 ppm bij factor 40) onbeperkt meten
- Geschikt voor de inzet bij biogas en de meting van SO<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>S



### Typische meetopening



### Praktijktips

#### Dalen/geringe rookgastemperatuur:

- Er zit een druppel condens op het thermo-element → sonde horizontaal of naar beneden bevestigen, zodat de condens wordt afgezogen of weg kan lopen
- Uitval van veel condens waardoor de meetwaarden vervalst worden of het meetinstrument stuk gaat → gebruik van een gasbehandeling in plaats van een condensreservoir

#### Ongebruikelijk hoge rookgasverliezen:

- Meetinstrument verkeerd gekalibreerd
- Verkeerde brandstof ingesteld
- Externe VT-voeler wordt direct bij de installatie gemeten

#### Lage waarden bij de drukmeting:

- Druksensor niet correct genuld
- Lekkage in de trekweg in het meetinstrument

#### Hoge waarden bij de drukmeting:

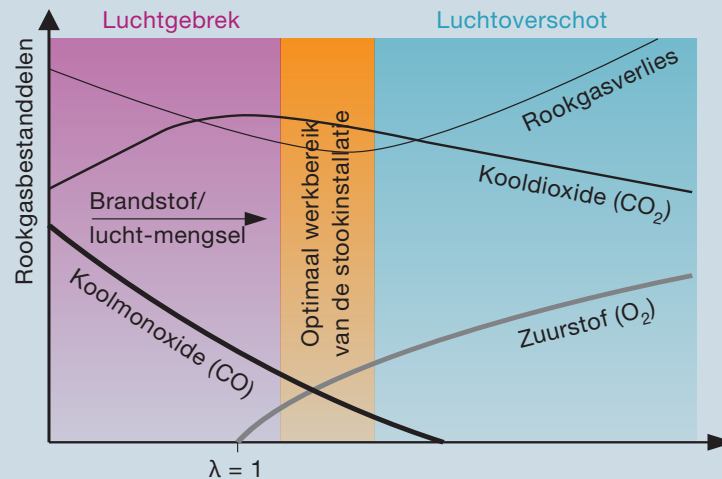
- Druksensor niet correct genuld
- Te sterke trek → inbouw van een trekregelaar in de schoorsteen, reinigingsklep openen en meten

# Toepassingsbeschrijving branders / ketels

## Theoretische kennis 1

### Berekening van de emissies aan de hand van de verbrandingsgrafiek

→ optimale verhouding hoeveelheid brandstof/verbrandingslucht (luchtgetal  $\lambda$ )



#### Verbrandingslucht en vocht beïnvloeden het rookgasvolume:

- Rookgasvolume wordt verdund, d.w.z. de relatieve concentratie van de gascomponenten daalt
- Om de resultaten te kunnen vergelijken met gegevens of resultaten van andere metingen moeten referentiewaarden worden gebruikt
- Voorbeeld: relatieve  $SO_2$ -concentratie schommelt tussen 0,14 en 0,20% al naargelang vochtigheid en luchtoverschot (zie tabel):

	$N_2$	$CO_2$	$SO_2$	$H_2O$	$O_2$
stoichiometrisch / droog	82,6	16	0,20	0	0
stoichiometrisch / vochtig	74,7	14,4	0,18	10,7	
25 % LO / droog	82,8	12,7	0,16	0	4,4
25 % LO / vochtig	75,6	11,6	0,14	8,7	4

Afb. 1 referentiewaarden

Stoichiometrisch = toewijzen van luchthoeveelheid aan brandstofhoeveelheid (bij de verbranding wordt precies de hoeveelheid lucht aangevoerd die rekenkundig nodig is voor een volledige verbranding)  
LO = luchtoverschot

#### Gemiddeld luchtoverschot:

Gas:  $\lambda = 1,05 \dots 1,15$   
Olie:  $\lambda = 1,1 \dots 1,2$   
(1,21 bij sterke trek)

### Luchtoverschot (Optimaal Werkbereik)

#### Nadelen:

- Gering brandstofrendement (onverbrande resten in het rookgas)
- $NO_x$ -waarden stijgen (stikstofoxiden)
- Energieverlies door verdunning met koele lucht
- Gering rendement (er gaat veel warmte verloren)

#### Voordelen:

- + Stabiele werking
- + Brandstof wordt volledig verbrand (bijna geen roet)

#### CO (koolmonoxide):

Bij het luchtoverschot neemt  $O_2$  toe, aangezien de aangevoerde zuurstof bij gebrek aan CO niet meer door oxidatie wordt verbruikt. Door de toenemende hoeveelheid (verdunningseffect) wordt het rookgasverlies groter.

Deeltjesgrootte van de brandstof: hoe kleiner de deeltjesgrootte van de brandstof is, des te intensiever is het contact met zuurstof en des te minder luchtoverschot is nodig.

#### $CO_2$ (kooldioxide):

$CO_2$  neemt bij  $\lambda=1$  weer af, echter niet door een chem. reactie, maar als verdunningseffect door de toenemende hoeveelheid verbrandingslucht die zelf vrijwel geen  $CO_2$  levert.

### Luchtgebrek

#### Nadelen:

- Brandstof wordt niet volledig verbrand
- Ontstaan van storende/giftige stoffen (bijv. roet en CO)
- Vermindering van het energierendement
- Niet stabiele werking tot aan uitschakeling toe

#### $O_2$ (zuurstof):

In dit bereik is slechts weinig zuurstof voorhanden resp. hij is niet meetbaar, omdat de aangevoerde zuurstof onmiddellijk wordt verbruikt door oxidatie van de CO.

#### $CO_2$ (kooldioxide):

Bij stijgende  $O_2$ -concentratie neemt CO door oxidatie in  $CO_2$  af. In dezelfde mate neemt  $CO_2$  toe. Dit proces wordt bij of iets boven  $\lambda=1$  afgesloten, CO ligt bij ongeveer nul en  $CO_2$  bereikt zijn maximum.

### Roetemissie in het rookgas (stookolie)

Roet (koolstof) ontstaat als niet alle bestanddelen van de stookolie volledig worden verbrand. Gevolgen:

- Luchtgebrek bij de verbranding door versperde, afgesloten luchttoevoer
- Te grote ketels resp. branders, ketels met zeer geringe waterinhoud (vaak in- en uitschakelen)
- Brandstofoverschot, te hoog brandstofdebiet van de brander voor het formaat ketel
- Slechte verstuiwingskarakteristiek/verkeerde spuit-hoek van de nozzle (met name bij oudere branders zonder olie-voorverwarming)

- Langere branderlooptijden, stijging van de rookgastemperatuur
- Stokkende verbranding door verstopte oliefilters, waterdruppels in de olie, storingen bij de olievoorverwarming, lucht in de olietoevoer of in het filter, stroperige bestanddelen in de olie (veroudering), schommelende stookolie-eigenschappen
- Hoog rendement: rookgastemperatuur zo laag mogelijk (1 mm roetlaag verhoogt de rookgastemperatuur met ca. 50 graden → extra energieverbruik van ca. 2,5 ... 3%).

# Toepassingsbeschrijving branders / ketels

## Theoretische kennis 2

### Inzet brander-/ketelinstallaties in de praktijk

#### Verwarmingen in openbare gebouwen



**Waar:** ziekenhuis, universiteit, museum, scholen, voetbalstadion...

**Gebruik:** Verwarming, ventilatie, warm water

**Vermogensbereik:** ca. 10 - 1.600 KW

#### Verwarming Greenhouse

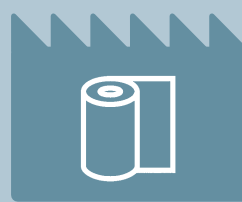


**Waar:** Greenhouse

**Gebruik:** Back-up-systeem voor een warmtekrachtcentrale, warmte- en CO<sub>2</sub>-verzorging

**Vermogensbereik:** ca. 300 - 1.000 KW

#### Stoom papierfabrieken

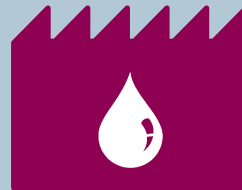


**Waar:** Papierfabrieken

**Gebruik:** Opwekken stoom en warm water

**Vermogensbereik:** ca. 150 - 6.000 KW

#### Stoom oliewinning



**Waar:** Oliewinning

**Gebruik:** Opwekken stoom en warm water

**Vermogensbereik:** ca. 500 - 7.500 KW

### Verschillen verwarmde en onverwarmde meetgasleiding en sonde

#### Verwarmde meetgasleiding en sonde

	Voordelen	Nadelen
<b>Rookgas-sonde</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Geringere verontreiniging en minder afzetting van stofdeeltjes</li> <li>+ Reductie van de temperatuurgradiënten en condensatie van het rookgas bij hoge verschillen tussen rookgas- en omgevingstemperatuur</li> <li>+ Geen roet- en teervorming in de sondebuis door condensatie omdat de verwarmingstemperatuur boven het dauwpunt van het rookgas ligt</li> <li>+ Geringe corrosie-effecten</li> <li>+ Beter geschikt voor langetermijnmetingen in een bereik &gt;1 dag tot maanden</li> <li>+ Hogere meetnauwkeurigheid bij langetermijnmetingen van NO<sub>2</sub> en SO<sub>2</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektrische voeding vereist</li> <li>- Grootte en gewicht van de sonde maken hanteren bij het meetpunt en het transport lastiger</li> <li>- Meting van de rookgastemperatuur wordt door verwarmde sonde beïnvloed</li> </ul>
<b>Meetgasleiding</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Geringere verontreiniging en minder afzetting van stofdeeltjes</li> <li>+ Beter geschikt voor langetermijnmetingen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektrische voeding vereist</li> <li>- Hoger gewicht maakt het hanteren bij het meetpunt en het transport lastiger</li> </ul>

#### Onverwarmde meetgasleiding en sonde

	Voordelen	Nadelen
<b>Rookgas-sonde</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Snelle en comfortabele kortetermijnmetingen</li> <li>- Geen elektrische voeding vereist</li> <li>+ Nauwkeurige meting van de rookgastemperatuur, geen vervalsing door warmte van de verwarmde sonde</li> <li>+ Eenvoudig te hanteren bij de meetplek en bij het transport</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sterkere verontreiniging bij langetermijnmetingen en frequente inzet</li> <li>- Sterkere corrosie-effecten omdat in de buurt van de sonde buiten de meetopening condens ontstaat</li> <li>- Sterkere absorptie-effecten voor SO<sub>2</sub> en NO<sub>2</sub> bij langetermijnmetingen als de sonde niet regelmatig wordt gereinigd</li> </ul>
<b>Meetgasleiding</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Kortetermijnmetingen snel en comfortabel mogelijk</li> <li>- Geen elektrische voeding vereist</li> <li>+ Eenvoudig te hanteren bij meting en transport</li> <li>+ Eenvoudige verlenging van de leiding</li> <li>+ Snelle reactietijd van de gas-meetgrootheden door zeer gering dood volume</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sterkere afzettingen in de meetgasleiding, met name bij langetermijnmetingen en frequente inzet</li> <li>- Sterkere absorptie-effecten voor SO<sub>2</sub> en NO<sub>2</sub> als de meetgasleiding na langer gebruik verontreinigd is</li> </ul>