



Effektiva och säkra
mätningar på värmepannor.

Innehåll

1. Funktionsprovning och inställningar för gaspannor	3
1.1 Förbereda rökgasmätaren	4
1.2 Bestämning av rökgasförlust	4
1.3 Beräkna verkningsgrad (η)	6
2. Ytterligare inspektioner på förbränningsanläggningar	7
2.1 Mäta kväveoxider (NO_x)	7
2.2 Mätning av omgivande CO	7
2.2 Mätning av omgivande CO_2	8
3. Funktionsprovning och inställningar för oljepannor	8
3.1 Mätning av sotal	8
3.2 Inställningar för oljebrännare	9

TESTO-TIPS:

För att underlätta ditt dagliga arbete har vi satt ihop några tips och tricks åt dig i orangea faktarutor. Allt för att du ska kunna använda Testos mätteknik ännu mer effektivt i framtiden.

1.1 Förbereda rökgasmätaren

Täthetskontroll:

För att förhindra att friskluft obemärkt ska sugas in i mätaren och förvränga mätresultaten, bör ett täthetstest utföras före mätningen. Detta innebär att rökgasgivaren tätas med ett lock, så att flödet på mätgaspumpen blir noll efter en viss tid. Om så inte är fallet indikerar det en instrumentläcka och du bör kontrollera om pluggen på kondensavskiljaren är ordentligt tät.

TESTO-TIPS:

Aktivera sensorskyddet. Du definierar helt enkelt de tröskelvärden över vilka rökgaspumpen stängs av och skyddar på så sätt rökgasmätaren testo 300 NEXT LEVEL mot överbelastning på grund av för höga CO-värden.

Nollställning av mätcell och dragsensor:

för att nollställa sensorerna måste rökgasgivaren placeras utanför rökgaskanalen, helst i friskluft. Mätinstrumentet suger in den omgivande luften via rökgasgivaren och blåser den över gassensorerna. Dessa "spolas" därför och den uppmätta gaskoncentrationen sätts som "nollpunkt". Samtidigt nollställs rökgasmätarens tryckgivare till lufttrycket runt förbränningsanläggningen. Med testo 300 NEXT LEVEL med alternativet "Spädning" kan givaren även placeras i rökgaskanalen vid nollställning. Här separeras både mätgaskanalen och tryckgivaren från rökgasgivaren vid nollställning och gaskoncentrationen eller lufttrycket runt rökgasmätaren används för nollställning.

1.2 Bestämma rökgasförlusten

Täthetskontroll:

Rökgasförlusten är skillnaden mellan rökgasens värmeinhåll och förbränningsluftens värmeinhåll i förhållande till bränslets nettovärmevärde. Det är därför ett mått på värmeinhållet i rökgaserna som avleds via rökkanalen. Ju större rökgasförlusten är, desto sämre verkningsgrad och därmed energiutnyttjandet och desto högre utsläpp från ett förbränningssystem. Av denna anledning är den tillåtna rökgasförlusten från förbränningsanläggningar begränsad i vissa länder. Efter bestämning av syrehalten och skillnaden mellan rökgas- och förbränningsluftens temperatur kan rökgasförlusten beräknas med hjälp av de bränslespecifika faktorerna. De bränslespecifika faktorerna (A2, B) lagras i rökgasmätarna. Lämpligt bränsleval på mätinstrumentet är nödvändigt för att säkerställa att korrekta värden för A2 och B används. Istället för syrehalten kan även koldioxidkoncentrationen (CO₂) användas för beräkningen. Rökgastemperaturen (AT) och syrehalten eller koldioxidhalten (CO₂) måste mätas samtidigt under mätprocessen vid en enda punkt. Förbränningsluftens temperatur (VT) bör också mätas samtidigt.

TESTO-TIPS:

Sammanfatta alla mätresultat i en PDF-rapport.

Före- och efterjämförelsen visar hur mycket rökgasförlusten kan minskas om gasförbränningen är rätt inställd.

Att hitta den idealiska inställningen för värmesystemet genom att beräkna rökgasförlusten lönar sig:

- 1 % rökgasförlust = 1 % ökning av bränsleförbrukningen
- Energiförlust/år = rökgasförlust x bränsleförbrukning/år

För en beräknad rökgasförlust på 10 % och en årlig eldningsoljaförbrukning på 3 000 l motsvarar energiförlusten ca. 300 l eldningsolja/år.

En ovanligt hög rökgasförlust kan orsakas av följande:

- Felaktig nollställning av mätaren
- Fel bränsleinställning

Ett plötsligt fall i rökgastemperaturen kan orsakas av följande:

- Kondens på termoelementet (temperaturgivaren)
- Åtgärd: montera rökgasgivaren horisontellt eller nedåt, så att kondensatet kan droppa av.

Beräkningsformler för rökgasförlust

$$\text{Rökgasförlust: } qA = \left[(AT - VT) \left[\frac{A2}{(21 - O_2)} + B \right] - XK \right]$$

AT: Rökgastemperatur

VT: Förbränningsluftens temperatur

A2/B: bränslespecifika faktorer (se tabell)

21: Syrenehåll i luft

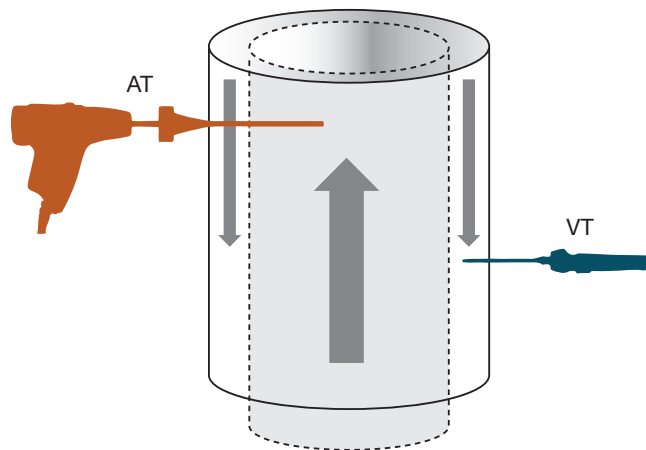
O₂: Uppmätt O₂-värde (avrundat till närmaste heltal)

XK: Koefficient som uttrycker rökgasförlusten qA som ett minusvärde när daggpunkten inte uppnås.

Krävs för mätning på kondenseringsystem. Om daggpunktstemperaturen uppnås är XK-värdet = 0.

Förbränningsluftens temperatur (VT)

De flesta rökgasmätare är utrustade med en temperaturgivare i instrumentet som standard. Således kan förbränningsluftens temperatur i omedelbar närhet av brännarens insugningspunkt mätas genom att fästa mätaren på brännarhuset. Närt det gäller balanserade rökgassystem ersätts denna givare av en separat temperaturgivare, som sätts in i friskluftens/förbränningsluftens inloppskanal:



Figur 5: Mätning på balanserade rökgassystem

TESTO-TIPS:

Mät förbränningsluften enkelt och trådlöst – med SmartProbe-givaren testo 915i.

testo 300 NEXT LEVEL ansluter automatiskt och visar SmartProbe-enheten på displayen.

Rökgastemperatur (AT)

Termoelementet i rökgasgivaren mäter rökgastemperaturen. Rökgasgivaren förs in genom mätöppningen i rökgaskanalen (avståndet mellan mätöppningen och pannan bör vara minst två gånger rökgaskanalens diameter). Punkten med högst rökgastemperatur (dvs mitt i flödet) söks genom konstant temperaturmätning och givaren placeras där. Flödets kärna är där temperaturen och koldioxidens (CO₂) koncentration är som högst och syrets (O₂) innehåll är som lägst.

TESTO-TIPS:

Med testo 300 NEXT LEVEL kan kärnflödet hittas snabbt och enkelt.



O₂-koncentration

Syre som inte utnyttjats vid förbränningen (om överskottsluft släpps ut som en gasformig rökgaskomponent) är ett mått på förbränningens verkningsgrad. Rökgasen sugas in via rökgasgivaren med hjälp av en pump och leds in i rökgasmätarens gaskanal. Där leds den genom gassensorn (mätcellen) för O₂ och gaskoncentrationen bestäms. O₂-innehållet används också som underlag för beräkning av CO₂-koncentrationen i rökgasen, som används för inställning av gasdrivna kondenserande pannor, enligt beskrivningen ovan.

Koldioxidkoncentration (CO₂)

CO₂-värden för olika bränslen:

- | | |
|----------------|---------------------------|
| • Eldningsolja | 15,4 vol% CO ₂ |
| • Naturgas | 11,8 vol% CO ₂ |
| • Kol | 18,5 vol% CO ₂ |

I stället för syrehalten, kan som tidigare nämnts även koldioxidhalten användas för att beräkna rökgasförlusten. När andelen CO₂ är så hög som möjligt med lågt luftöverskott (fullständig förbränning), är rökgasförlusterna som lägst. För varje bränsle finns ett maximalt möjligt CO₂-innehåll i rökgasen (CO₂max) som bestäms av bränslets kemiska sammansättning. Detta värde kan dock inte uppnås i praktiken, eftersom en viss mängd överskottsluft alltid krävs för säker drift av brännaren, och detta minskar andelen CO₂ i rökgasen.

När du konfigurerar brännaren är därför inte målet ett maximalt CO₂-innehåll, utan ett CO₂-innehåll som är så högt som möjligt.

I tillverkarens dokumentation hittar du information om de CO₂-koncentrationer som kan uppnås och de ändringar som måste göras i luftvolyminställningarna för att uppnå dessa värden. De flesta rökgasmätare innehåller ingen CO₂-sensor utan CO₂-koncentrationen i rökgasen beräknas med hjälp av den uppmätta O₂-halten. Detta är möjligt eftersom båda värdena är direkt proportionerliga mot varandra. Eftersom den maximala CO₂-halten i det aktuella bränslet ingår i denna beräkning, måste rätt systembränsle anges i rökgasmätaren före varje mätning.

1.3 Beräkning av verkningsgrad (η)

För konventionella värmesystem

Nivån på förbränningens verkningsgrad (η) i ett konventionellt förbränningssystem beräknas genom att dra av rökgasförlusten (q_A) från den totala tillförda energin (nettovärmevärdet $H_U = 100\%$ av den tillförda energin).

$$\eta = 100 - q_A$$

Kondensationssystem

Eftersom kondensvärme återvinns i moderna kondenssystem har Testo för korrekt beräkning infört tilläggsvärdet XK , vilket inkluderar utnyttjande av kondensvärmen i förhållande till nettovärmevärdet. När rökgaserna svalnar under sin dagpunkttemperatur, vars teoretiska värde lagras specifikt för bränslet i Testo-instrumentet, indikerar koefficienten XK den återvunna

förångningsvärmen från det kondenserade vattnet som ett negativt värde, varvid rökgasförlusten kan minska eller bli negativ. Detta innebär att verkningsgraden i förhållande till nettovärmevärdet kan anta värden på över 100%.

Exempel:

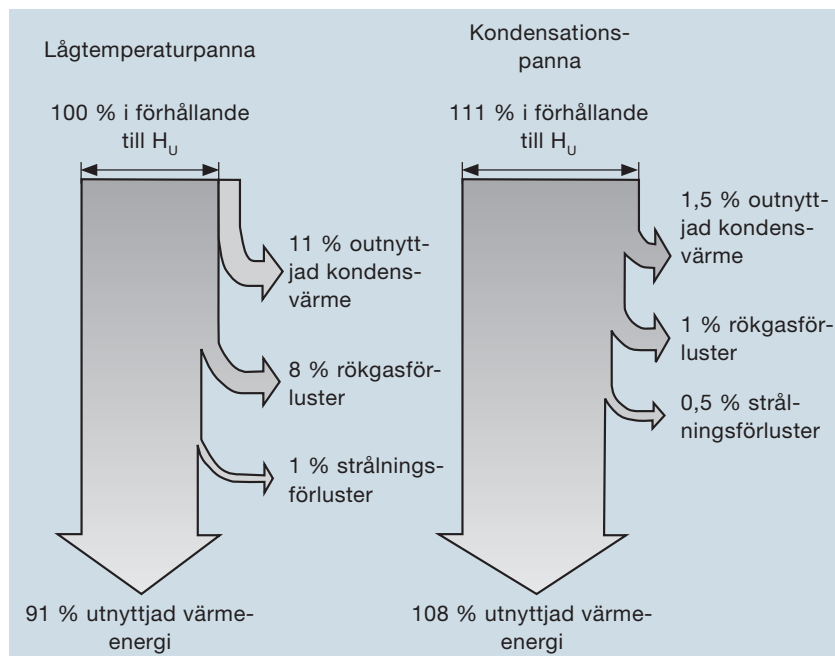
$A_2 = 0,68$
 $B = 0,007$
 $AT = 45\text{ °C}$

$VT = 30\text{ °C}$
 $O_2 = 3\%$
 $XK = 5,47\%$

q_A (utan koefficienten XK) = 1 % $\rightarrow \eta = 100\% - (1\%) = 99\%$

q_A (med koefficienten XK) = -5 % $\rightarrow \eta = 100\% - (-5\%) = 105\%$

Följande grafik använder ett annat exempel för att återigen illustrera varför verkningsgraden i kondenseringsystem är större än 100 %:



Figur 6: Energiförluster i lågtemperaturpannor och kondenserande pannor

När bränslet är fullt implementerat utvecklas värme och vattenånga.

- Om värmen är uppmätt till fullt erhålls 100 % av nettovärmevärdet H_U .
- Om energin som finns i vattenångan (kondensationsvärme) adderas, erhålls bruttovärmevärdet H_S .
- Det totala bruttovärmevärdet H_S är alltid högre än nettovärmevärdet H_U .
- Man utgår alltid från nettovärmevärdet H_U vid beräkning av verkningsgraden.
- Kondenserande pannor använder dock kondensationsenergi utöver nettovärmevärdet. Detta innebär att beräkningsmässigt kan verkningsgraden överstiga 100%.

2. Ytterligare inspektion av förbränningsanläggningar

2.1 Mätning av kväveoxider (NO_x)

Du kan kontrollera vilka tekniska förbränningsåtgärder som behövs för att minska kväveoxidutsläppen från förbränningsanläggningar genom att mäta kväveoxidhalten. Kväveoxider (NO_x) är summan av kvävemoxid (NO) och kvävedioxid (NO₂). Förhållandet mellan NO och NO₂ i små förbränningsanläggningar (förutom kondenseringsystem) är alltid densamma (97% NO, 3% NO₂). I normala fall beräknas därför kväveoxiderna NO_x efter mätning av kvävemoxid

(NO). Om det krävs exakta NO_x-mätningar, måste halten av kvävemoxid (NO) och kvävedioxid (NO₂) mätas och läggas till. Detta gäller ifråga om kondenserande pannor eller vid användning av blandade bränslen, eftersom förhållandet i dessa fall inte är 97 till 3 %.

På grund av den goda vattenlösligheten hos kvävedioxid (NO₂), måste rökgasen mätas torr för att exakt bestämma NO₂-koncentrationen, eftersom ingen hänsyn annars skulle tas till upplöst NO₂ i kondensatet. Därför utförs alltid gasberedning inför kvävedioxidmätningar, för att torka rökgasen före själva mätningen.

TESTO-TIPS:

testo 300 NEXT LEVEL har tre mätcellsplatser. Två av dessa är tilldelade som standard (O₂ och CO).

Vid behov kan den tredje platsen aktiveras och kompletteras med en NO-sensor.

- Vid mätning i närheten av ett elektrostatiskt filter måste rökgasgivaren jordas på grund av den statiska laddningen.
- Om höga partikel- och sotmängder förväntas måste rengjorda, torra filter användas. Ett förfilter kan användas.

2.2 Omgivande CO-mätning

Av säkerhetsskäl bör en omgivande CO-mätning utföras utöver rökgasmätning vid service på gasvärmare i bostadsutrymmen, eftersom tillbakaströmmande rökgas kan leda till höga CO-koncentrationer och därmed medföra risk för förgiftning för operatören.

En CO-koncentration på 0,16 vol. % (1 600 ppm) och mer i inandningsluft kommer att leda till döden för människor. Denna mätning ska alltid utföras före alla andra mätningar.

CO-koncentration i luften		Inandningstid och följder
20 ppm	0,002 %	MAC-värde (max. koncentration på arbetsplatsen under en period av åtta arbetstimmar i Tyskland)
200 ppm	0,02 %	Lätt huvudvärk inom 2 - 3 timmar
400 ppm	0,04 %	Huvudvärk fram till i huvudet inom 1 till 2 timmar, sprider sig till hela huvudet
800 ppm	0,08 %	Yrsel, illamående och ryckningar i armar och ben inom 45 minuter, medvetslöshet inom 2 timmar
1 600 ppm	0,16 %	Huvudvärk, illamående och yrsel inom 20 minuter, död inom 2 timmar
3 200 ppm	0,32 %	Huvudvärk, illamående och yrsel inom 5 till 10 minuter, död inom 30 minuter
6 400 ppm	0,64 %	Huvudvärk och yrsel inom 1 till 2 minuter, död inom 10 till 15 minuter
12 800 ppm	1,28 %	Död inom 1 till 3 minuter

2.3 Mätning av omgivande CO₂

Omgivningsmätningar bestämmer ofta bara CO-halten i den omgivande luften. Men även CO₂ är skadligt för människor över en viss koncentration, till exempel den som orsakas av blockerade rökgasutlopp. För att utesluta potentiella

faror på ett säkert sätt måste båda värdena beaktas. CO₂-halten är en tillförlitlig tidig indikator på förgiftning och kompletterar därför CO-mätningen perfekt. Parallell mätning av båda värdena möjliggör en tidig övergripande indikation av farliga koncentrationer.

Effekten av CO ₂ -koncentration på människor		
425 ppm	0,0425 Vol%	Normal CO ₂ -koncentration utomhus
5 000 ppm	0,5 %	Högsta tillåtna koncentration på arbetsplatsen
15 000 ppm	1,5 %	Andningsvolymen per minut ökar med minst 40 procent
40 000 ppm	4 %	CO ₂ -koncentration vid utandning
50 000 ppm	5 %	Yrsel, huvudvärk
80 000 ... 100 000 ppm	8 ... 10%	Andnöd, svimningskänsla till medvetslöshet Död inom 30 till 60 minuter
200 000 ppm	20 %	Snabb förlust av medvetande Död inom 5 till 10 minuter

3. Funktionsprovning och inställningar för oljeeldade system

Arbetsmomenten och tipsen som beskrivs här illustrerar de väsentliga delarna av inställningarna och mätningarna vid idrifttagning av icke-kondenserande apparater. Dessa är lågtemperaturpannor med oljebrännare med tvångsdrag. Kondenseringsapparater ingår inte här.

3.1 Mätning av sottalet

Detta innebär att sotpumpen förs in i rökgaskanalen med ett filterpapper på plats. Rökgasen dras in med tio jämna drag. Filterhysan tas sedan bort och undersöks med avseende på förekomst av oljederivat (oljedroppar). Om filtret är missfärgat på grund av oljederivat eller filtret har blivit fuktigt på grund av kondensuppbbyggnad, måste mätningen upprepas. För att officiellt fastställa sottalet i Tyskland måste tre separata mätningar utföras. Svärtningen på filterpapperet jämförs med Bacharachskalan. Slutvärdet bestäms genom att beräkna medelvärde från de enskilda

mätningarna. Målet bör vara att uppnå ett sotalt på 0. På okända system bör en mätning av sottalet först göras, så att det inte uppstår onödiga föroreningar i rökgasmätaren av eventuella förbränningsrester som kan finnas (sot och oljederivat). Vid höga sotalt bör grundinställningen av oljebrännaren först kontrolleras och ändras innan inställningarna ytterligare optimeras med en rökgasmätare. Steg 2 förklarar denna procedur:

TESTO-TIPS:

Allt i en rapport. Mät enkelt sottalet med testo 300 NEXT LEVELL. Detta innebär att resultatet av sotaltmätningen kan registreras i en rapport tillsammans med resultatet av rökgasmätningen.

3.2 Inställningar för brännare

Vid driftsättning av och service på oljebrännare måste nyckelparametrarna ställas in och kontrolleras. De individuella arbetsmomenten för detta finns utförligt listade i tillverkarens dokumentation och beskrivs i allmänna termer nedan för brännare med gul flamma.

TESTO-TIPS:

Ta hand om instrumentet. Efter mätningen: ta bort rökgasgivaren från rökgaskanalen med gaspumpen påslagen. Det leder till att ren omgivningsluft blåser över gassensorerna och spolar dem.

Optimering och kontroll av förbränning:

Dessa grundinställningar för luftvolym och oljetryck bör redan ha säkerställt lämpliga förbränningsvärden, som kan optimeras ytterligare via en rökgasmätning. Förbränningsoptimering utförs vanligtvis genom att ändra luftmängden vid luftspjället (grovjustering) eller öppningsplattan (finjustering).

För lite förbränningsluft förhindrar en fullständig förbränning och därmed utnyttjas inte bränslet fullt ut, vilket leder till en uppbyggnad av sot. För mycket förbränningsluft leder till att överskottsluft värms upp i förbränningskammaren och försvinner outnyttjad genom rökgaskanalen. Beroende på brännartillverkare anges specifikationer för CO₂- eller CO-värden, överskottsluft eller rökgasförlust/verkningsgrad för att möjliggöra optimering av förbränningen. Dessa värden mäts med en rökgasanalysator.

Välja rätt munstycke:

I tabellen för val av munstycke ska du använda önskad brännareffekt för att välja rätt munstycke och det oljetryck som behöver ställas in.

Grundläggande luftvolyminställningar:

Tillverkarens dokumentation innehåller information om grundinställningarna för den erforderliga luftmängden för brännaren. Beroende på pannans önskade värmekapacitet anges motsvarande värden för inställning av luftspjäll och öppningsplatta i en tabell.

I en brännare med gul flamma

finfördelas eldningsoljan via ett munstycke och oljeförgasning sker i flammen. Vid förbränning kan en gulaktig låga ses.

I en brännare med blå flamma

utnyttjas den heta rökgasen för att värma upp den finfördelade oljan före själva förbränningen och därmed sker oljeförgasningen uppströms från flammen. Detta ger en blåaktig flamma.

Be sure. **testo**



msp/05.2024 – Med reservation för ändringar.

Nordtec

Elof Lindälv's gata 13-15
414 51 Göteborg

031-704 10 70
nordtec@nordtec.se

nordtec.se