

Kennis voor de praktijk 2015

Stoom:
Inzet, praktijk, gebruik en besparen!



Workshop 05.02.15
Enspijk, NL

Introductie

In zowel stomerijen als wasserijen wordt vaak gebruikt gemaakt van stoom. Stoom wordt in deze sectoren gebruikt als warmtebron en voor diverse toepassingen ingezet.

- Voor het verwarmen van lucht via een verwarmingselement (droger)
- Voor het verwarmen van de finishing apparatuur (persen, shirt-finishers)
- Voor het verwarmen van water (wasmachines)
- Voor het destilleren van reinigingsvloeistof (destilleer in een reinigingsmachine)

Stoom wordt ook ingezet voor het verdrijven van zuurstof en CO₂ uit ketelwater. Ook kan met stoom oplosmiddel worden verdampt uit contactwater. Door middel van stoom is warmte eenvoudig te transporteren door relatief dunne (stoom)leidingen. Stoom kan op 1 plek worden opgewekt (stookruimte) en kan eenvoudig worden getransporteerd naar verschillende afnemers.

Stoomopwekking en het transport van stoom kan gepaard gaan met warmteverliezen. Mede daarom is deze brochure opgesteld. Middels deze brochure willen we inzicht verschaffen in de besparingen die zijn te behalen bij het opwekken van stoom.

Stoom is gasvormig water. Dit ontstaat doordat water wordt verdampt. Er zijn verschillende soorten stoom:

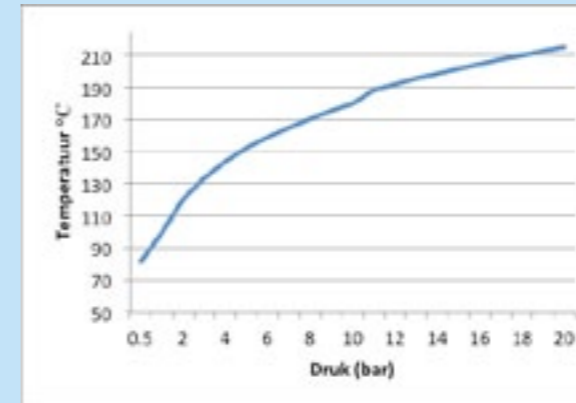
- Natte stoom: stoom met waterdeeltjes, percentage water $\geq 10\%$
- Verzadigde stoom: stoom zonder waterdeeltjes, percentage water $\leq 4\%$
- Oververhitte stoom: verzadigde stoom die verder verhit is, stoom wordt na opwekking door een naverwarmer verder opgewarmd



Als natte stoom verder wordt verhit ontstaat verzadigde stoom doordat de waterdeeltjes verdampen. Hierdoor neemt de druk toe en ontstaat verzadigde stoom. Verder verhitten resulteert in oververhitte stoom. In stomerijen wordt verzadigde stoom gebruikt, omdat natte stoom resulteert in verhoogde erosie van de leidingen en natte stoom te veel vaste deeltjes bevat die textiel kan beschadigen. Het is goed om stoom enigszins te oververhitten, zodat het ontstaan van waterdruppels beperkt blijft. Overigens wordt in de stomerijen en wasserijen van oververhitte stoom nauwelijks gebruik gemaakt.

Temperatuur

De temperatuur van de stoom is direct gerelateerd aan de stoomdruk. De tabel geeft aan hoe druk en temperatuur aan elkaar gerelateerd zijn bij verzadigde stoom. Door het regelen van de stoomdruk kan de temperatuur worden bepaald. In een stomerij worden meestal drukken tussen de 5-8 bar gebruikt. Hiermee ligt de gebruikte temperatuur dus ongeveer tussen de 150 en 170 graden Celcius.



1. Druk- temperatuur grafiek

Stoomgebruikers

In de stomerij zijn verschillende plekken waar stoom gebruikt kan worden:

1. Reinigingsmachine:
 - a. Verwarmen drooglucht in het stoomregister
 - b. Destilleer:
 - I. Verhitten van vloeistof in een destilleerketel
 - II. Het verdampen van vloeistof in een destilleerkolom.
2. Wasmachine:
 - a. Directe injectie van stoom (kookwas)
3. Drogen:
 - a. Verwarmen drooglucht door middel van een stoomregister
4. Nabehandeling contactwater: hierbij wordt stoom door het water geblazen waarmee het laatste oplosmiddel verdampt en uit het contactwater verdwijnt.
5. Finishingapparatuur: toppers, poppen en persen makegebruik van stoom om kleding kreukvrij te maken. Een combinatie van het stretchen van de kleding en de warmte/vocht van de stoom zorgt hierbij voor een goed eindresultaat.
6. Detacheertafel: Naast detacheermiddelen kan de warmte en de mechanische werking van stoom helpen bij het voorbehandelen van vlekken.



2. stroomgebruiker

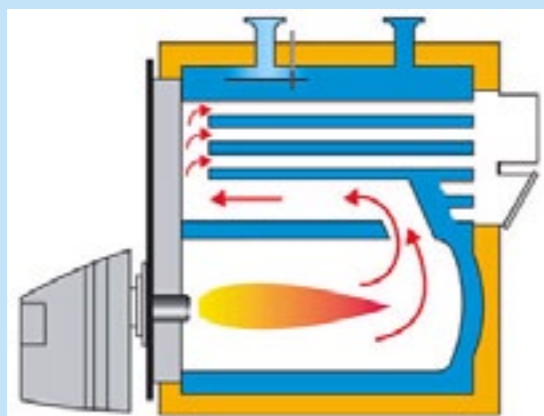
Opwekken

Opwekken van stoom kan in twee hoofdcategorieën worden ingedeeld, namelijk ruimwaterstoomketels en stoomgeneratoren. Hieronder worden de belangrijkste karakteristieken uitgelegd met de bijbehorende voordelen. Daarnaast zijn er tussenvormen die kenmerken van beide categorieën hebben.

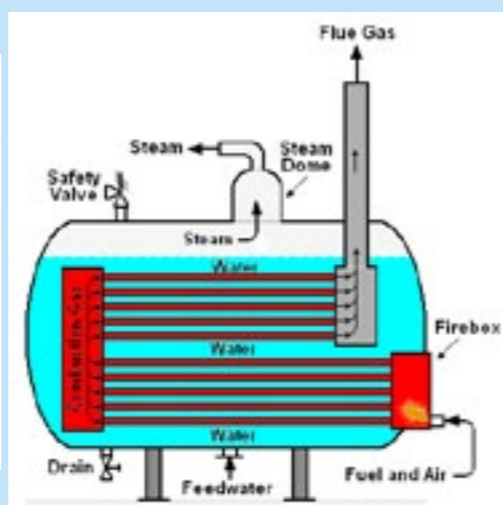
Stoomketel

In een stoomketel wordt een bak water verwarmd door een brander. Het water verdampt aan het oppervlak en verandert in stoom. De ketel is meestal als volgt opgebouwd: de brander hangt aan de zijkant van de ketel voor de vuurgang. Deze vuurgang wordt verwarmd door de brander. De warme lucht wordt aan het eind van de vuurgang:

1. of afgevoerd door de schoorsteen: ééntreks ketel
2. of door een serie vlampijpen terug geleid en vervolgens afgevoerd: tweetreks ketel
3. of door de helft van de vlampijpen terug geleid en door de andere helft weer in de andere richting geleid en vervolgens afgevoerd: drietreks ketel



4. stoomketel (schematisch) Bron: BKS Stomerij-, Reinigings- en Energietechnieken



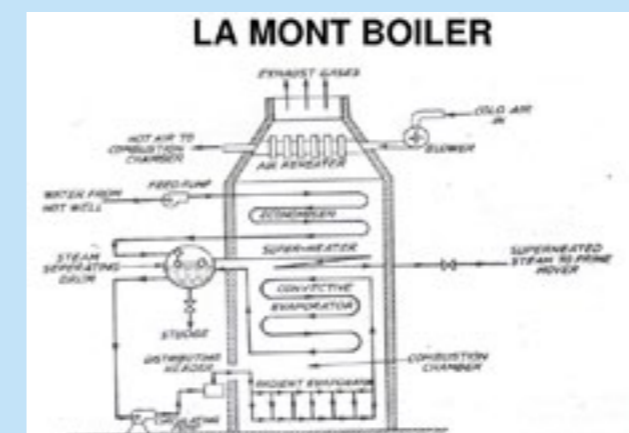
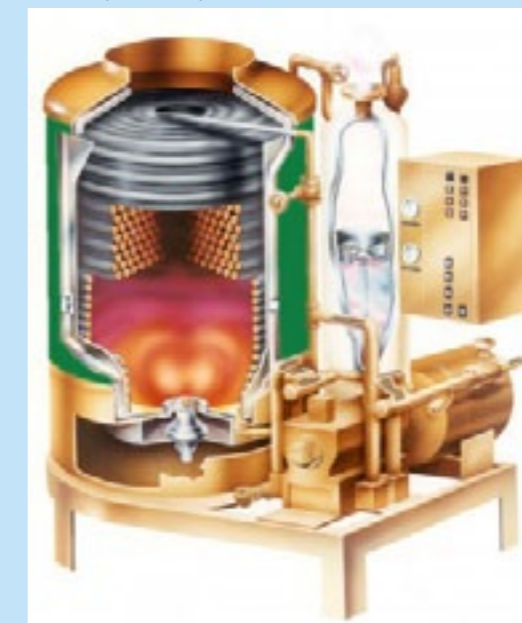
3. stoomketel (schematisch) tweetreks

De meest gebruikte ketels zijn drietreksketels. Hiernaast is schematisch een tweetreksketel afgebeeld. De vuurgang en vlampijpen zijn allemaal volledig omgeven door water. Doordat de warme lucht deze pijpen opwarmt, warmt het water op en gaat het over in stoom. Een ketel heeft daardoor een bepaalde buffer aan stoom beschikbaar in het stoomdek (gedeelte tussen het wateroppervlak en de bovenkant van de ketel). Het voordeel van een stoomketel is de directe beschikbaarheid van stoom als de ketel eenmaal is opgestart: er hoeft niet bij elke kleine stoomafname water bijgevoegd te worden. Het nadeel is dat de ketel een lange opstarttijd heeft en niet flexibel is in de hoeveelheid geproduceerde stoom.

Stoomgenerator

Een generator heeft geen groot vat met water dat wordt opgewarmd. In plaats daarvan loopt het water door een spiraalvormige buis. Deze buis hangt in een kamer waarin een brander is geïnstalleerd. Deze brander is bovenop de generator aangebracht. Het water loopt in de spiraalvormige buis van onder naar boven. Op een bepaald niveau in de spiraal is het water verdampt. In het laatste stuk van de buis wordt de stoom gedroogd: verder verwarmd zodat de waterdruppeltjes die erin zweven ook verdampen.

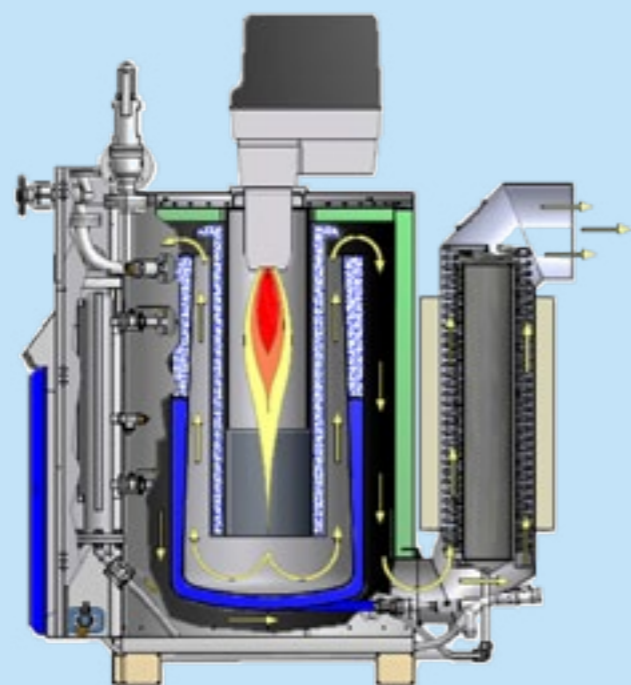
Een stoomgenerator heeft een korte opstarttijd en kan daarna op afroep stoom produceren. Dit heeft voordelen bij een sterk wisselende stoomvraag. Het nadeel is echter dat er zelfs bij een minimale stoomafname water bijgevoegd moet worden (met een speciale plunjerpomp) en dat de stoombuffer beperkt is.



5. Stoomgenerator (schematisch)

Tussenvorm

Om het nadeel van het ontbreken van een stoombuffer bij stoomgeneratoren op te vangen, zijn er tussenvormen ontwikkeld. Als voorbeeld van een dergelijke tussenvorm behandelen we hier een stoomketel van Jumag. In deze stoomketel wordt in de buitenste schil het water voorverwarmd door de rookgassen die om deze schil stromen. Hierdoor ontstaat bovenin deze ruimte stoom die via drie kanalen richting de binnenste schil wordt getransporteerd. In deze ruimte wordt de stoom gedroogd. Hierdoor ontstaat er tevens een kleine stoombuffer, maar blijft het voordeel van het snel inschakelen van de stoomproductie gehandhaafd. Deze machines zijn ontworpen voor het produceren van maximaal 560 kg stoom en kunnen bij een grotere stoombehoefte in een cascade opstelling worden geplaatst.



6. Tussenvorm van Jumag (schematisch),
Bron: BKS, Stomerij-, Reinigings- en Energietechnieken

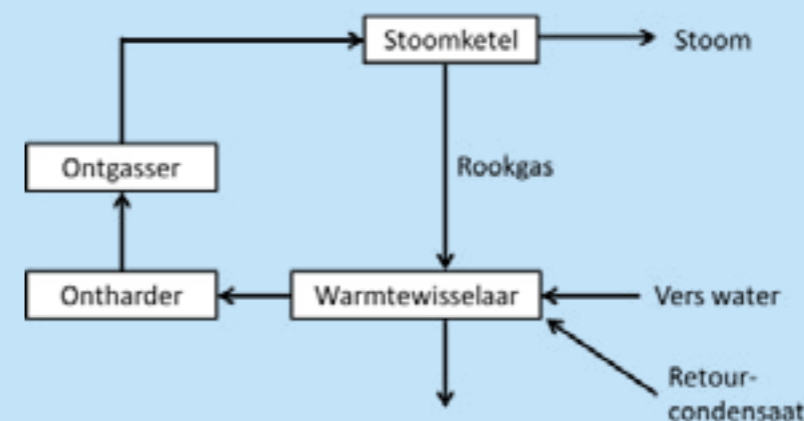
Waterkwaliteit

Bij het produceren van stoom door middel van een stoomketel is het van belang dat de kwaliteit van water goed is: onthard water met een neutrale pH en lage geleidbaarheid. Bij het gebruik van stoomgeneratoren of een tussenvorm is de kwaliteit van het water van nog groter belang. Het gebruik van de smalle buizen zorgt ervoor dat kalk of andere verontreinigingen een grote invloed hebben op het rendement en de productiecapaciteit van het systeem.

Warmteterugwinning

In het rookgas van de ketels en generatoren is meestal nog een significante hoeveelheid warmte aanwezig. Deze warmte gaat verloren als er niets mee wordt gedaan. Door het toepassen van warmtewisselaars en rookgas economisers kan het voedingswater worden voorverwarmd met de hete rookgasen en gaat er minder energie verloren. Ook uit het spuiwater en het condensaat kan energie teruggewonnen worden. De afweging hierbij wordt altijd gemaakt op basis van economische overwegingen: wordt de investering terugverdiend? De terugverdientijd bij een stoomketel van 9 ton en 15% spuipercentage, is ruim drie jaar. Aangezien stomerijen een significant lager stoomgebruik hebben, zal dit voor hen in veel gevallen hoger liggen. Jumag ketels worden standaard met een rookgas economiser uitgerust en dit genereert een besparing van 10%.

Een voorbeeld van een vereenvoudigde weergave van hoe een stoomsysteem er uit kan zien, is hiernaast weergegeven.



7. Schema stoomsysteem

Reduceer

In een stomerij zijn verschillende stoomgebruikers. De werkdruk kan per machine verschillen. De stoom wordt op een bepaalde druk opgewekt en kan door middel van reduceerventielen naar beneden gebracht worden. Hierdoor kan elke machine op de juiste druk (en temperatuur) opereren.

Afweging generator/ketel

De afweging voor een stoomketel of -generator is een bedrijfsspecifieke beslissing die afhangt van een aantal factoren, waaronder:

- Stoomvraag:
 - o Maximale (piek) vraag
 - o Fluctuatie in stoomvraag
- Beschikbare ruimte
- Bestaande situatie
- Investeringsmogelijkheden

Om een juiste afweging te maken is het inschakelen van een deskundige aan te bevelen. Hieronder staan de karakteristieken van stoomketels en -generatoren weergegeven:

Stoomketel	Stoomgenerator
Grote, constante stoomproductie (boven 1500 kg/ uur en minder dan 20% fluctuatie)	Kleine, flexibele stoomproductie
Stoombuffer aanwezig	Geen stoombuffer aanwezig
Gevoelig voor waterkwaliteit	Zeer gevoelig voor waterkwaliteit
Lange opstarttijd (±45 min)	Korte opstarttijd (±4-5 min)
Weinig flexibel stoomaanbod	Flexibeler stoomaanbod
Robuust	Energie efficiënt
Groot	Compact

De overweging wordt voornamelijk bepaald door de fluctuatie in de stoomvraag. Zoals hierboven beschreven is, zijn er ook tussenvormen op de markt die de voordelen van beide systemen combineren.

Elektrisch

Veel apparaten die stoom gebruiken kunnen ook elektrisch bedreven worden. De afweging hierbij wordt gemaakt door afweging van de investeringskosten van een stoominstallatie en de hogere kosten van elektriciteitsgebruik (ruwweg vier keer hoger dan stoom). De stelregel hierbij is dat tot 60-70 kWh opgeteld vermogen er voor elektrisch gekozen dient te worden en dat daarboven stoom een interessantere optie is. Deze algemene regel dient nader bekeken te worden bij een bedrijfsspecifieke beslissing.

Besparing op energie

Stoom als transportmiddel van warmte is een zeer geschikte methode. Bij dit transport zijn er onvermijdelijk warmteverliezen. Enkele aandachtspunten om deze warmteverliezen tot een minimum te beperken zijn hieronder weergegeven. Ook staan er aandachtspunten op het gebied van onderhoud en gebruik van de stoominstallatie. De algemene zaken worden kort genoemd, per bedrijf en per systeem zullen verschillende concrete toepassingen gevonden moeten worden.

Corrosie

Het verminderen van corrosie in de stoomleidingen geeft het stoomnet een langere levensduur. Door het ontgassen van het water (en behandeling met zuurstofbindende chemicaliën) kan het zuurstofgehalte van water verlaagd worden en corrosie worden tegengegaan. Dit ontgassen van het water gebeurt vaak door het voedingswater te verwarmen. Hiervoor kan bijvoorbeeld retourcondensaat of rookgas gebruikt worden.

Isolatie

Het isoleren van leidingen, maar ook van de appendages, is een belangrijk aandachtspunt. De terugverdiendtijd hiervan is meestal kort.

Condenspotten

De juiste installatie van condenspotten (op een laag punt) kan voorkomen dat er water in de leidingen blijft staan. Bij aanwezigheid van een reduceer dienen deze condenspotten voor de reduceer te worden aangebracht.

Waterkwaliteit

De kwaliteit van het water is zeer belangrijk, met name bij stoomgeneratoren. Het voedingswater dient zowel onthard als ontlucht te worden. Hiervoor worden een ontharder gebruikt en wordt vaak het water verwarmd. Door eenvoudige tests kan hier zelf een controle op worden uitgevoerd. De pH (zuurgraad), geleidbaarheid en het zuurstofgehalte kunnen gemeten worden. Dit geeft een indicatie van de kwaliteit van het water.

Loze leidingen

Hoe meer leidingen er lopen, hoe hoger het warmteverlies. Daarom is het aan te raden om overbodige leidingen, indien mogelijk, te verwijderen of af te sluiten.

Stoomdrukverlaging

Een verlaging van de druk geeft een lager energieverbruik. Of deze maatregel toepasbaar is, hangt af van de specifieke ketel of generator en de benodigde minimale druk en temperatuur.

Aanzuiging verbrandingslucht

Warme lucht stijgt op. Daarom kan het relevant zijn om te kijken naar de hoge aanzuiging van de lucht voor de brander.

Warmtewisselaar

Het terugwinnen van warmte uit afvalstromen kan ook een energiebesparing opleveren. Het rookgas van de stoomketel of -generator bevat vaak nog een hoeveelheid warmte die ingezet kan worden om bijvoorbeeld het voedingswater op te warmen. Hierdoor is minder energie nodig om het water in stoom om te zetten.

Retourcondensaat

Door het terugvoeren van het retourcondensaat en de 'flash steam' (stoom die ontstaat bij een verlaging van de druk, bijvoorbeeld na een condenspot) kan ook een energiebesparing worden behaald. Dit kan ook ingezet worden bij het voorverwarmen van voedingswater.

Bij deze maatregelen geldt in het algemeen: de specifieke mogelijkheden zijn per systeem verschillend. Het is aan te raden om wijzigingen in overleg met de leverancier door te voeren.

Relevante regelgeving voor stoomapparatuur

1. Richtlijn drukapparatuur (Warenwet)
2. Wet milieubeheer (stoominstallaties als stookinstallatie)
3. Wet milieubeheer (emissies van stookinstallatie)

1. Richtlijn drukapparatuur

De invoering van de eerste Nederlandse stoomwet in 1824 hing samen met de opkomst van de stoommachine in Nederland en de risico's die met ondeugdelijke apparatuur, slecht onderhoud en ondeskundige of onzorgvuldige bediening ervan samenhangen. De wet is in 2008 teruggetrokken door harmonisering van de nationale regelgeving. Hieruit is de Europese Richtlijn 97/23/EG drukapparatuur opgesteld.

Richtlijn 97/23/EG is van toepassing op stationair opgestelde drukapparatuur met een maximaal toelaatbare druk van meer dan 0,5 bar. Voorbeelden van dergelijke apparatuur zijn drukvaten, stoomketels, installatieleidingen en veiligheidsappendages voor drukapparatuur.

De fabrikant of de importeur is verantwoordelijk dat de goederen voldoen aan de richtlijn. Hij moet daarbij het stappenplan CE-markering doorlopen. Drukapparatuur met een laag risico mag een fabrikant onder eigen verantwoordelijkheid op de markt brengen. Bij toename van het risico schrijft de richtlijn een keuring door een aangemelde instantie voor. CE-markering mag pas aangebracht worden na keuring. Dit geldt ook voor samengestelde installaties.

Overzicht van enkele aangemelde instanties voor de uitvoer van de Richtlijn Drukapparatuur:

- AIB Vinçotte - Breda
- Energie Consult - Ede
- KIWA - Rijswijk
- Lloyds Register - Rotterdam
- Norske Veritas - Rotterdam
- Veritas Quality International - Amersfoort

Het Warenwetbesluit Drukapparatuur hanteert voor drukapparatuur een categorie indeling die gebaseerd is op de Europese Richtlijn drukapparatuur. De categorie indeling wordt bepaald door volume, ontwerpdruk, soort medium en fase van het medium (gas of vloeistof). De indeling is gebaseerd op potentieel risico, hoe meer energie er kan vrijkomen en hoe groter de gevolgen kunnen zijn hoe hoger de categorie. Iedere categorie heeft een boven en ondergrens. Deze grenzen staan beschreven in de Warenwetregeling drukapparatuur artikel 2 en zijn tevens beschikbaar als 17 tabellen. Er zijn 4 categorieën I, II, III en IV. Drukapparatuur die lager dan de grenzen voor de categorie valt, is zorgplicht volgens het Arbeidsomstandighedenbesluit artikel 7.4a van toepassing.

De drukapparatuur die na 1 januari 2002 is geïnstalleerd en is ingedeeld in categorie III of IV voor drukvaten en categorie II of III voor installatieleidingen is keuringsplichtig. Deze drukapparatuur dient voor ingebruikneming te worden gekeurd door een Aangewezen Keuringsinstelling (AKI). Dit wordt een Keuring voor Ingebruikneming (Kvl) genoemd. Dezelfde drukapparatuur dient eveneens periodiek te worden herkeurd door een AKI. De herkeuringsperiode wordt door AKI vastgesteld.

2. Wet Milieubeheer - Stookinstallatie

Per 1 januari 2013 zijn de voorschriften voor stookinstallaties opgenomen in het activiteitenbesluit. Voorheen waren deze installaties ondergebracht in het BEMS (Besluit Emissie eisen Middelgrote Stookinstallaties). De definitie van een stookinstallatie is gedefinieerd als: "een technische eenheid waarin brandstoffen worden geoxideerd ten einde de aldus opgewekte warmte te gebruiken".

Brandstof	nominaal vermogen	periodieke keuring (ten minste)
gas	≤100 kW	-
	>100 kW	eenmaal per vier jaar
Vast/vloeibaar	<20 kW	-
	20-100 kW	eenmaal per vier jaar
	>100 kW	eenmaal per twee jaar

8. Keuringsfrequentie stookinstallatie

Goed onderhoud en keuring is de verantwoordelijkheid van de ondernemer en exploitant. Het Activiteitenbesluit geeft een minimumfrequentie. Keuren met een hogere frequentie vindt plaats op basis van eigen verantwoordelijkheid van de ondernemer of exploitant. Dit laatste is veelal ook op advies van de keuringsinstantie. Bedrijven die de keuring uitvoeren moeten dus ook gecertificeerd zijn voor de betreffende scope door SCIOS. Zie het einde van dit document voor een overzicht van de scopes. De stichting SCIOS beheert en ontwikkelt een kwaliteitssysteem ten behoeve van installatie-eigenaren en van inspectie- en installatiebedrijven voor de inspectie en het onderhoud van technische installaties.

3. Wet Milieubeheer - Emissiemetingen

Om te toetsen of de uitstoot van de stookinstallatie binnen de emissiegrenzen blijft, geldt er een meetverplichting. Voor de eisen van met name luchtemissies uit kleine en middelgrote stookinstallaties (<50 MW) is in de meeste gevallen paragraaf 3.2.1 van het Activiteitenbesluit van toepassing.

	stookinstallatie ^{2,3} ketel	stookinstallatie ⁴ dieselmotor, gasmotor, gasturbine	stookinstallaties gasmotor (> 2,5 MWth)	uitzonderingen (rookgas behan- deling)
SO ₂	eenmalig	elke 4 jaar	elke 4 jaar	
NO _x	eenmalig	elke 4 jaar	elke 4 jaar	continue meting bij injectie met water of stoom, inert materiaal, ammoniak of ureum zonder registratie van het ingespoten materiaal
C _x H _y	-	-	elke 4 jaar	
totaal stof	eenmalig ³	elke 4 jaar ³	elke 4 jaar ³	

1. In alle gevallen geldt dat de eerste meting binnen vier weken na het van kracht worden van de emissie-eis of na ingebruikname moet plaatsvinden.
2. Belasting > 60%, herhaling van de meting bij overschrijding.
3. Voor gasvormige brandstoffen geldt geen stoffeis en dus ook geen meetverplichting.
4. Vollast, binnen vier weken na verandering van brandstof (mits nieuwe emissie-eis).

Al geruime tijd moeten alle nieuw geleverde gasbranders voor ketels met een nominaal vermogen groter dan 1 MW voldoen aan een door de overheid ingestelde NO_x-emissie-eis (< 70mg/m³ bij 3% O₂). Bestaande installaties dienen uiterlijk op 31 december 2016 aan deze eis te zijn aangepast of te zijn vervangen door moderne branders.

Voor ketels kleiner dan 1 MW geldt niet de overgangstermijn tot 2017 om aan de emissie-eisen te voldoen. De emissie-eisen gelden pas bij brandervervanging. Zolang de branders niet vervangen worden, is er nog geen actie nodig om aan emissie-eisen te voldoen.

De consequenties van de nieuwe emissie-eisen zijn afhankelijk van het type en de leeftijd van de stookinstallatie. Voor veel bestaande stookinstallaties blijven de consequenties van de nieuwe eisen beperkt tot het tijdig uitvoeren van een nieuwe emissiemeting. Maar er zijn ook stookinstallaties waar maatregelen nodig zijn.

Bronnen

- Europese wetgeving: Richtlijn 97/23/EG betreffende drukapparatuur
- Nederlandse wetgeving: Warenwetbesluit drukapparatuur
- Nederlandse wetgeving: Warenwetregeling drukapparatuur
- Kenniscentrum InfoMil
- FIGO, 70mg.nl

SCIOS Scopes:

- Scope 1: Atmosferische toestellen
- Scope 2: Ventilatorbranders toestellen
- Scope 3: Stoom & heetwaterketels
- Scope 4: Gas/dieselmotoren en Gasturbines
- Scope 5: Bijzondere stookinstallaties
- Scope 6: Emissiemetingen
- Scope 7a: Brandstoftoevoerleiding voor aardgas met een ontwerpdruk $\leq 0,5$ bar
- Scope 7b: Brandstoftoevoerleiding voor aardgas met een ontwerpdruk $> 0,5$ bar
- Scope 7c: Brandstoftoevoerleiding olie
- Scope 8: Elektrische Installaties
- Scope 9: Arbeidsmiddelen.