

STUDIE DOOR DNV GL EN PROBIOMASS

# Invloed van aanscherping emissie eisen op de investerings- en exploitatiekosten van biomassaketels

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

Rapport nr.: 20-0954

Datum: 2020-09-02



Projectnaam: Studie door DNV GL en ProBiomass DNV GL – Energy  
Rapport titel: Invloed van aanscherping emissie eisen op de DNV GL Netherlands B.V.  
investerings- en exploitatiekosten van Postbus 9035  
biomassaketels 6800 ET ARNHEM  
Klant: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland,  
Croeselaan 15, 3521 BJ Utrecht  
Contactpersoon: Sander Peeters Tel: +31 26 356 9111  
Datum: 2020-09-02 KvK 09006404  
Project nr.: 10212216  
Organisatie unit: Energy Markets & Technology (EMTNL)  
Rapport nr.: 20-0954

Geschreven door:



J. Middelkamp

Senior Consultant  
Energy Markets & Technology

Beoordeeld door:



W. Fleuren

Head of Department NL  
Sustainable Use Services

Goedgekeurd door:



R. Meijer

Team Lead NL  
Energy Markets & Technology

Co-auteur:

J. Koppejan (ProBiomass)

Senior Consultant

Copyright © DNV GL 2020 All rights reserved. Unless otherwise agreed in writing: (i) This publication or parts thereof may not be copied, reproduced or transmitted in any form, or by any means, whether digitally or otherwise; (ii) The content of this publication shall be kept confidential by the customer; (iii) No third party may rely on its contents; and (iv) DNV GL undertakes no duty of care toward any third party. Reference to part of this publication which may lead to misinterpretation is prohibited. DNV GL and the Horizon Graphic are trademarks of DNV GL AS.

**DNV GL Distributie:**

- Onbeperkte distributie (intern en extern)  
 Onbeperkte distributie binnen de DNV GL Groep  
 Onbeperkte distributie binnen DNV GL Netherlands B.V.  
 Geen distributie (vertrouwelijk)

**Trefwoorden:**

Biomass, bioenergy, emissions

Versie	Datum	Reden voor uitgave	Auteur	Beoordeeld	Goedgekeurd
	08-07-2020	CONCEPT	J. Middelkamp; J. Koppejan	W. Fleuren	R. Meijer
	29-07-2020	FINAAL CONCEPT	J. Middelkamp, J. Koppejan	W. Fleuren	R. Meijer
	02-09-2020	FINAAL	J. Middelkamp, J. Koppejan	W. Fleuren	R. Meijer

DNV GL Netherlands B.V.

## Inhoud

SAMENVATTING.....	1
1 INLEIDING.....	3
2 OPZET VAN DE STUDIE .....	5
2.1 Emissieregimes	5
2.2 SDE++ categorisering	6
2.3 Referentie cases	6
2.4 Informatiebronnen	7
3 INVENTARISATIE AANVULLENDE TECHNIEKEN EN KOSTEN VOOR ADDITIONELE ROOKGASREINIGING BIJ BIOMASSA KETELS .....	8
3.1 Emissiereductie mogelijkheden voor nieuw te bouwen installaties per categorie en type emissie	8
3.2 Emissiereductie mogelijkheden voor bestaande installaties per categorie en type emissie (retrofit)	16
3.3 Internationaal en nationaal perspectief van verdere emissiereductie bij biomassa ketels	18
3.4 Overige aspecten genoemd door de leveranciers	19
4 VASTSTELLEN VAN DE ONRENDABELE TOP VAN AANVULLENDE EMISSIEREDUCTIE TECHNIEKEN BIJ DE REFERENTIE CASES.....	21
4.1 Vaststellen van additionele kosten bij aanscherping van emissie eisen	22
4.2 Impact op de onrendabele top	26
5 CONCLUSIES.....	27
6 REFERENTIES.....	28

## SAMENVATTING

Vanwege de maatschappelijke en politieke discussie over de emissies van op biomassa gestookte ketels wil RVO weten of het mogelijk is om de emissienormen voor kleine en middelgrote stookinstallaties (installaties < 50 MW<sub>th</sub>) voor vaste biomassa aan te scherpen. Dit ten aanzien van de rookgascomponenten stof, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> en afhankelijk van de maatregelen ook NH<sub>3</sub>. Deze wens past binnen de huidige politieke en maatschappelijke discussie om de luchtkwaliteit te verbeteren en de stikstofdepositie op natuurgebieden te verlagen.

DNV GL en ProBiomass hebben derhalve voor RVO een onderzoek gedaan naar emissie reducerende technieken voor op biomassa gestookte nieuwbouwinstallaties, en hebben daarbij gekeken naar technieken die commercieel en generiek beschikbaar zijn bij meerdere aanbieders. De volgende randvoorwaarden zijn gehanteerd voor de mogelijkheid dergelijke technieken toe te passen:

- Ze zijn generiek beschikbaar en op korte termijn inpasbaar
- Ze zijn in de praktijk uitvoerbaar
- Ze zijn betaalbaar
- Er worden prestatiegaranties door leveranciers op afgegeven.

De maatregelen gaan verder dan de maatregelen die op dit moment reeds toegepast worden, en zijn nodig om een daling in emissies te bewerkstelligen.

Daarnaast is gekeken naar de mogelijkheden om bij bestaande op biomassa gestookte installaties te komen tot verlaagde emissies van bovengenoemde componenten. Met name bij bestaande ketels met een vermogen van 0,5 - 1 MW<sub>th</sub> zijn er mogelijkheden om de emissie van stof te reduceren. Emissiereductie van NO<sub>x</sub> is bij bestaande ketels nauwelijks mogelijk.

Als onderdeel hiervan zijn gesprekken gevoerd en is informatie ontvangen van vijf leveranciers en een branchevereniging.

Op basis van de studie zijn DNV GL en ProBiomass gekomen tot onderstaand overzicht van technisch haalbare technieken met bijbehorende te garanderen emissiegrenswaarden.

Categorie	Emissie	Huidige grenswaarde volgens Activiteitenbesluit		Generiek haalbare waarde bij aanscherping eisen	
		Waarde <sup>1</sup>	Technieken	Waarde <sup>2</sup>	Technieken
0,5 - 1 MW <sub>th</sub>	Stof	40	Cycloon + E-filter	20	Cycloon + beter E-filter
	NO <sub>x</sub>	300	Ketelontwerp	275	Ketelontwerp + brandstofkwaliteit
	SO <sub>2</sub>	200		60	Brandstofkwaliteit
	NH <sub>3</sub>	-		-	
1 - 5 MW <sub>th</sub>	Stof	20	Cycloon + E-filter	5	Cycloon + Doekenfilter
	NO <sub>x</sub>	275	Ketelontwerp	145	Ketelontwerp + brandstofkwaliteit + SNCR <sup>3</sup>
	SO <sub>2</sub>	200		60	Brandstofkwaliteit
	NH <sub>3</sub>	-		20	
5 - 50 MW <sub>th</sub>	Stof	5	Cycloon + doekenfilter	5	Cycloon + doekenfilter
			SNCR		
			-		
			-		
	NO <sub>x</sub>	145	SNCR	100	Ketelontwerp + SNCR + SCR
	SO <sub>2</sub>	200	-	60	Bicarbonaatinjectie
	NH <sub>3</sub>	-	-	5	-

Daar waar een SNCR of SCR installatie toegepast wordt is er sprake van NH<sub>3</sub> slip. Het realiseren van een beperkte extra reductie van NO<sub>x</sub> ten koste van een extra emissie van NH<sub>3</sub> is ongewenst in verband met de extra uitstoot en depositie van stikstof.

Voor bestaande installaties zijn er mogelijkheden voor de vermindering van specifieke stof-emissies bij kleine installaties (0,5 - 1 MW<sub>th</sub>). Voor deze ketels bestaat de mogelijkheid om een E-filter te plaatsen, indien deze in de huidige configuratie ontbreekt en indien er hiervoor voldoende ruimte aanwezig is.

Tevens is een doorrekening gemaakt wat een eventueel effect is op het SDE++ basisbedrag indien deze maatregelen zouden worden doorgevoerd en verrekend worden in het basisbedrag. Hieruit blijkt dat deze verhoging beperkt blijft. Eventuele eisen aan brandstofs specificaties verdient de aandacht.

<sup>1</sup> Grenswaarde in mg/Nm<sup>3</sup> bij 6% O<sub>2</sub>

<sup>2</sup> Garantiewaarde in mg/Nm<sup>3</sup> bij 6% O<sub>2</sub>

<sup>3</sup> Bedrijvers die kiezen voor een lagere kwaliteit brandstof zullen SCR moeten installeren om een emissiewaarde van 145 mg/Nm<sup>3</sup> te kunnen halen

# 1 INLEIDING

Vanwege de maatschappelijke en politieke discussie over de emissies van op biomassa gestookte ketels wil RVO weten of het mogelijk is om de emissienormen voor kleine en middelgrote stookinstallaties (installaties < 50 MW<sub>th</sub>) voor vaste biomassa aan te scherpen. Dit ten aanzien van de rookgas-componenten stof, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> en afhankelijk van de maatregelen ook NH<sub>3</sub>. Deze wens past binnen de huidige politieke en maatschappelijke discussie om de luchtkwaliteit te verbeteren en de stikstofdepositie op natuurgebieden te verlagen.

In het kader van het Schone Lucht Akkoord (SLA) heeft het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat aan TNO opdracht gegeven tot het uitvoeren van een studie naar de mogelijkheden van aanscherping van deze emissiegrenswaarden. Deze studie gaat uit van gewenste emissie-eisen, bepaald door hetgeen maximaal haalbaar zou zijn gegeven de laatste technische ontwikkelingen in binnen- en buitenland.


Het is echter ook belangrijk dat maatregelen op korte termijn in de praktijk uitvoerbaar en betaalbaar zijn, met instandhouding van prestatiegaranties door leveranciers. RVO heeft daarom DNV GL en ProBiomass gevraagd een rapport op te stellen naar de praktische haalbaarheid van commercieel beschikbare maatregelen (technieken). Deze maatregelen gaan verder dan de maatregelen die op dit moment reeds toegepast worden, en zijn nodig om een daling in emissies te bewerkstelligen. Hierbij kijken DNV GL en ProBiomass specifiek naar welke technieken commercieel beschikbaar zijn bij meerdere aanbieders. Tevens beschouwen DNV GL en ProBiomass de voor en nadelen zijn van deze technieken, welke emissiereductie verwachtingen bij de technieken horen en wat de meerkosten (CAPEX/OPEX) zijn ten opzichte van de thans gangbare emissiereductie technieken, zoals die toegepast worden om aan het Activiteitenbesluit te kunnen voldoen. Tevens is de vraag hoe een dergelijke aanscherping van emissie-eisen mogelijkwerwijs het basisbedrag SDE++ kan beïnvloeden.

Dit rapport geeft een overzicht van de aanpak en de behaalde resultaten. Specifiek worden de volgende vragen beantwoord:

1. Voor nieuwe installaties: Welke aanvullende en/of combinaties van primaire en secundaire emissie verlagende technieken zijn commercieel en generiek beschikbaar en praktisch inpasbaar voor drie vermogenscategorieën, te weten 0,5 - 1 MW<sub>th</sub> (klein), 1 - 5 MW<sub>th</sub> (klein), 5 - 50 MW<sub>th</sub> (middelgroot). Dit geldt voor de emissie-componenten stof, NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub>, en SO<sub>2</sub>
2. Wat zijn de voor- en nadelen van elk van deze technieken binnen de gestelde vermogensklassen. Op basis hiervan wordt voor elk van de vermogenscategorieën een logische referentie opgesteld
3. Wat worden dan de verschillende investerings- en exploitatiekosten en -kentallen van de rookgasreinigingstechnieken met bijbehorende randapparatuur en civiele werken voor de verschillende vermogensklassen (referenties) en emissie-eisen regimes
4. Wat is mogelijk bij bestaande installaties? Gezien het specifieke karakter van individuele bestaande projecten, beperken de auteurs zich hier tot een kwalitatieve beschouwing
5. Indien de mogelijke aanscherping van emissie eisen en daarvoor benodigde emissiereductie technieken leidt tot verhoging van CAPEX en OPEX, wat is dan het mogelijke effect op het basisbedrag SDE++ voor nieuwe installaties?

Als onderdeel hiervan zijn gesprekken gevoerd en is informatie ontvangen van vijf leveranciers en een branchevereniging.

In hoofdstuk twee van dit rapport wordt ingegaan op de opzet van deze studie. Daarbij worden de relevante emissie regimes, de SDE++ categorisering, de gebruikte referentie cases en de gebruikte informatiebronnen vermeld.



Hoofdstuk drie gaat in op de (consultatie)gesprekken. In een eerste ronde zijn diverse (consultatie) gesprekken gevoerd met leveranciers en bronnen geraadpleegd. Dit betreft een inventarisatie van aanvullende technieken en daarbij behorende kosten. De focus van dit deel van het onderzoek was het vaststellen van de maatregelen die praktisch uitvoerbaar, en generiek en commercieel beschikbaar zijn. Daarnaast is uit de consultatiegesprekken gebleken dat er, volgens het beeld van leveranciers, grote verschillen bestaan tussen wat in Nederland gevraagd wordt en wat op nationaal en internationaal niveau gangbaar is. Deze en additionele opmerkingen uit de consultaties zijn tevens opgenomen in dit hoofdstuk.

In hoofdstuk vier wordt vervolgens vastgesteld wat het implementeren van additionele emissie reducerende maatregelen zou betekenen voor de investeringskosten en de operationele kosten van een biomassa project. Tevens is een inschatting gemaakt wat de invloed op het basisbedrag SDE++ zou zijn wanneer deze aanvullende maatregelen als subsidiabel aangemerkt zouden worden.

In hoofdstuk vijf zijn de conclusies van deze studie opgenomen.

## 2 OPZET VAN DE STUDIE

De kaders van de studie worden bepaald door de emissieregimes zoals opgenomen in het Activiteitenbesluit, paragraaf 3.2.1 [Activiteitenbesluit, 2020] en de betreffende SDE++ categorieën, in deze studie beperkt tot de categorieën “ketels op vaste en vloeibare biomassa”, [Staatscourant 2020], [PBL 2020].

### 2.1 Emissieregimes

Paragraaf 3.2.1 van het Activiteitenbesluit geeft de huidige emissiegrenswaarden voor kleine en middelgrote stookinstallaties. Deze grenswaarden hebben betrekking op de emissie van NO<sub>x</sub> (als NO<sub>2</sub>), SO<sub>2</sub> en stof. Uitgangspunt van de studie is dat hier sprake is van ketels die biomassa gebruiken volgens de definitie “vaste biomassa van niet dierlijke oorsprong”. De beoogde ketels hebben een bedrijfstijd van meer dan 500 uur. In Tabel 1 zijn de emissie-eisen voor dergelijke stookinstallaties met ingebruikname vanaf 14 juni 2019 weergegeven, ingedeeld naar de thermische belasting (brandstofvermogen). Opgemerkt wordt dat dit verschilt van de gehanteerde definitie binnen de SDE++ regeling, waar wordt uitgegaan van nuttig bruikbaar uitgangsvermogen (warmte + elektriciteit).

**Tabel 1 Emissieregimes stookinstallaties biomassa zoals beschouwd in onderhavige studie**

Vermogenscategorie op basis van nominale belasting (brandstofvermogen)	Regime	Emissiegrenswaarde (bij 6% O <sub>2</sub> , droog)	Aandachtspunten
≥0,5 MW <sub>th</sub> en < 1 MW <sub>th</sub>	Ecodesign Directive	NO <sub>x</sub> als NO <sub>2</sub> 300 SO <sub>2</sub> 200 Stof 40	Keuring op veilig functioneren, optimale verbranding en energiezuinigheid, geen samenstelregel
≥1 MW <sub>th</sub> en < 5 MW <sub>th</sub>	Activiteitenbesluit	NO <sub>x</sub> als NO <sub>2</sub> 275 SO <sub>2</sub> 200 Stof 20	Periodieke keuring
≥5 MW <sub>th</sub> en < 50 MW <sub>th</sub>	Activiteitenbesluit	NO <sub>x</sub> als NO <sub>2</sub> 145 SO <sub>2</sub> 200 Stof 5	Periodieke keuring

In het Activiteitenbesluit wordt voor grote stookinstallaties (≥ 50 MW<sub>th</sub>) een emissiegrenswaarde voor NH<sub>3</sub> gegeven (5 mg/Nm<sup>3</sup>). Voor kleinere stookinstallaties geeft InfoMil onder ‘Emissiegrenswaarden lucht/Anorganische stoffen’ en met verwijzing naar Artikel 2.5 van het Activiteitenbesluit, het volgende aan [InfoMil 2020]:

#### *Ammoniak*

*Voor nieuwe installaties geldt zowel bij SCR als SNCR dat de ammoniakemissie kan worden beperkt tot onder 5 mg/Nm<sup>3</sup>. Voor bestaande SCR en SNCR installaties kan bij optimalisatie van de NO<sub>x</sub> emissie een NH<sub>3</sub> emissie van 5 mg/Nm<sup>3</sup> onhaalbaar blijken te zijn. Ammoniak valt in de klasse gA.3 met een emissiegrenswaarde van 30 mg/Nm<sup>3</sup>.*



Voor nieuwe biomassa ketels die zijn voorzien van SCR en/of SNCR ter beperking van de emissie van NO<sub>x</sub> kan dus worden aangenomen dat de emissie van NH<sub>3</sub> kan worden beperkt tot 5 mg/Nm<sup>3</sup>, maar de van toepassing zijnde emissiegrenswaarde is 30 mg/Nm<sup>3</sup>.

Overigens kan het zijn dat er locatiespecifieke omstandigheden zijn die maken dat niet het Activiteitenbesluit, maar andere voorwaarden bepalend zijn voor de uitstoot. Zo kan het vanuit de Wet natuurbescherming nodig zijn om aanvullende beperkingen op te leggen aan de uitstoot van NO<sub>x</sub> en/of NH<sub>3</sub> in verband met het overschrijden van de kritische depositiewaarde in natuurgebieden. Deze emissie beperkingen zijn zeer locatie specifiek. Derhalve kan ook middels een eventuele emissiegrenswaarde voor NH<sub>3</sub> in het Activiteitenbesluit niet generiek worden gegarandeerd dat altijd kan worden voldaan aan eisen welke volgen uit de Natuurbeschermingswet.

## 2.2 SDE++ categorisering

Het SDE++ Conceptadvies 2021 heeft biomassaverbrandingscategorieën voor ketels die vaste biomassa verbranden, waaronder houtsnippers, snoei- en dunningshout en houtpellets. De in deze studie betrokken SDE++ categorieën met bijbehorende karakteristieken zijn in tabel 2 weergegeven, [Staatscourant 2020], [PBL 2020].

**Tabel 2 In voorliggende studie meegenomen SDE++ categorieën**


Vermogenscategorie op basis van nominaal thermisch uitgangsvermogen <sup>1)</sup>	Biomassasoort	Jaarlijks subsidiabele vollaasturen	Looptijd subsidie in jaren	Meegenomen rookgasreiniging <sup>3)</sup>
≥0,5 MW <sub>th</sub> en < 5 MW <sub>th</sub>	Vaste of vloeibare biomassa <sup>2)</sup>	3000	12	Geen <sup>4)</sup>
≥5 MW <sub>th</sub> en < 50 MW <sub>th</sub>	Vaste of vloeibare biomassa <sup>2)</sup>	4500, 5000, 5500, 6000, 6500, 7000, 7500, 8000, 8500	12	SNCR, stoffilter <sup>4)</sup>

- 1) Thermisch vermogen van een stookinstallatie voor de productie van hernieuwbare warmte of hernieuwbare elektriciteit en hernieuwbare warmte
- 2) Vaste of vloeibare biomassa als bedoeld in de NTA 8003: 2017, met uitzondering van biomassa als bedoeld in de nummers 100, 150, 170 tot en met 179 van de NTA 8003:2017
- 3) Huidige technieken zoals meegenomen in het Conceptadvies SDE++ 2021
- 4) Uitgangspunt is dat met deze technieken wordt voldaan aan het Activiteitenbesluit.

## 2.3 Referentie cases

Gegeven bovenstaande kaders is binnen de onderhavige studie een drietal vermogenscategorieën geïdentificeerd, te weten 0,5 - 1 MW<sub>th</sub>, 1 - 5 MW<sub>th</sub> en 5 - 50 MW<sub>th</sub>. De bijbehorende referentie cases zijn waar mogelijk in lijn met de referentiecasses zoals beschreven binnen het SDE++ Conceptadvies 2021 [PBL 2020], waarbij de volgende aanpassingen in acht genomen worden:

- Het Conceptadvies gaat uit van een enkele categorie "Ketel op vaste of vloeibare biomassa 0,5 - 5 MW<sub>th</sub>" met een referentievermogen van 950 kW<sub>th</sub>. In de voorliggende studie wordt gerekend met twee cases met respectievelijke vermogens van 800 kW<sub>th</sub> en 3000 kW<sub>th</sub>.

- 
- Het Conceptadvies gaat uit van het gebruik van snoei- en dunningshout als brandstof. Variatie in brandstofkwaliteit (stikstof-, as-, en zwavelgehalte) zorgt voor variatie in emissies
  - Het Conceptadvies gaat uit van een enkele categorie “Ketel op vaste of vloeibare biomassa  $\geq 5 \text{ MW}_{\text{th}}$ ” met een referentievermogen van  $10 \text{ MW}_{\text{th}}$  op snoei- en dunningshout. In de voorliggende studie wordt gerekend met een ketel met hetzelfde vermogen. Echter voor bepaling van de aanpassingen aan de installaties om emissies te verlagen wordt niet uitgegaan van houtsnippers maar van shreds.

## 2.4 Informatiebronnen

DNV GL en ProBiomass hebben voor de studie gebruik gemaakt van de volgende bronnen:

- Gegevens en modellen van DNV GL en ProBiomass
- Literatuur (uit het publieke domein)
- Informatie uit consultaties met een branchevereniging en diverse leveranciers van installaties en/of apparatuur.

### 3 INVENTARISATIE AANVULLENDE TECHNIEKEN EN KOSTEN VOOR ADDITIONELE ROOKGASREINIGING BIJ BIOMASSA KETELS

Aan de hand van een vijftal gesprekken met leveranciers en een gesprek met een branchevereniging (de consultaties) is per categorie (1 - 3) en per type emissie (stof, NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub> en SO<sub>2</sub>) onderzocht welke mogelijkheden er worden gezien voor het reduceren van de emissies van biomassa ketels. Uitgangspunt is steeds geweest dat de technieken op dit moment commercieel verkrijgbaar moeten zijn – dus geen technieken in ontwikkeling - en dat de emissiewaarden generiek gegarandeerd moeten kunnen worden. Het betreft dus niet het eenmalig kunnen bereiken van een emissiewaarde of het kunnen bereiken van een emissiewaarde door één leverancier. Tijdens de gesprekken zijn steeds de volgende aspecten aan de orde geweest:

- De emissiereductie die per categorie (1 - 3) en per type emissie (stof, NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub> en SO<sub>2</sub>) kan worden behaald door toepassing van thans beste beschikbare technologie voor nieuwe installaties
- De additionele investeringskosten en de bedrijfskosten voor deze technieken
- De mogelijkheden voor emissiereductie die worden gezien bij retrofit van bestaande installaties
- Het nationale en internationale perspectief met betrekking tot verdere emissiereductie bij biomassa ketels
- Overig aspecten die door de leveranciers zijn genoemd met betrekking tot de toepassing van biomassa ketels in Nederland.

In de volgende paragrafen zijn deze aspecten, geaggregeerd, nader uitgewerkt.

#### 3.1 Emissiereductie mogelijkheden voor nieuw te bouwen installaties per categorie en type emissie

In de onderstaande paragrafen worden de resultaten van de consultaties en de verificatie hiervan beschreven.

##### 3.1.1 Categorie 1 (0,5 - 1 MW<sub>th</sub>)

###### 3.1.1.1 Stof

In deze categorie is de huidige emissie-eis uit het Activiteitenbesluit 40 mg/Nm<sup>3</sup>. Voorgelegd aan de leveranciers is of deze kan worden verlaagd tot 15/10/5 mg/Nm<sup>3</sup>.

De leveranciers geven aan dat een verlaging tot 20 mg/Nm<sup>3</sup> mogelijk is, aangezien met de in deze categorie veelvuldig toegepaste elektrostatische filters (E-filters) deze waarde in het algemeen haalbaar is. Kanttekening is dat met sommige soorten biomassa en ketels deze waarde al een uitdaging vormt. Bij toepassing van een E-filter wordt een generieke waarde van 15 mg/Nm<sup>3</sup> of lager daarom als te ambitieus gezien.

Toepassing van een doekenfilter wordt voor deze categorie door alle leveranciers afgeraden. Met een doekenfilter kan weliswaar een emissiewaarde van 5 mg/Nm<sup>3</sup> worden gegarandeerd, maar de toepassing van een doekenfilter stuit op de volgende bezwaren:

- Leveranciers van ketels in deze categorie leveren nagenoeg geen doekenfilters. In het buitenland zijn de emissiegrenswaarden ruimer zodat er internationaal geen vraag naar is. De ketels zijn tevens vaak niet geschikt om te worden gekoppeld aan een doekenfilter. Een doekenfilter veroorzaakt namelijk een aanzienlijke drukval. Deze is voor een doekenfilter ongeveer 1500 Pa en voor een E-filter slechts 20 - 40 Pa

- Doekenfilters<sup>4</sup> kunnen - in tegenstelling tot een E-filter – vanwege mogelijke problemen met condensatie geen relatief koude rookgassen reinigen en worden bij het opstarten van de ketel daarom altijd gebypassed, met een stof emissie van 200 - 300 mg/Nm<sup>3</sup> (na reiniging in een cycloon) tot gevolg. Aangezien ketels in deze categorie regelmatig worden opgestart, zal met regelmaat een verhoogde emissie van stof plaatsvinden.

De investeringskosten voor een E-filter in deze categorie liggen tussen 50 en 120 kEUR. De kosten voor een doekenfilter liggen voor deze categorie op 50 - 90 kEUR.

Samenvattend: een emissie-eis van 20 mg/Nm<sup>3</sup> is generiek haalbaar en garandeerbaar. Hierbij wordt een E-filter toegepast om deze waarde ook *voortdurend* te kunnen halen, dus ook bij de opstart van installaties. Op deze wijze worden bovendien periodieke pieken in de stofemissie voorkomen.

### 3.1.1.2 NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub>

In deze categorie is de huidige emissie-eis uit het Activiteitenbesluit 300 mg/Nm<sup>3</sup>. Voorgelegd aan de leveranciers is of deze kan worden verlaagd tot 250 mg/Nm<sup>3</sup>.

De leveranciers geven aan dat zonder toepassing van SNCR een emissiewaarde van 250 - 300 mg/Nm<sup>3</sup> haalbaar is wanneer brandstoffen met een beperkt stikstofgehalte van < 0,3% worden ingezet en wanneer de installatie goed is ingesteld. Bij de inzet van brandstoffen met een stikstofgehalte van 0,5% stijgt deze waarde al tot circa 375 mg/Nm<sup>3</sup>. Verder wordt aangegeven dat veel installaties in de praktijk een hogere emissiewaarde hebben (400 mg/Nm<sup>3</sup>) als gevolg van de brandstofkeuze en de instelling van de ketel.

Een aanscherping van de emissie-eis tot 250 mg/Nm<sup>3</sup> wordt door de leveranciers als niet-effectief beschouwd. Men ziet meer in betere handhaving en het scherper controleren van bedrijvers. Aanscherping van 300 naar 250 mg/Nm<sup>3</sup> levert een zeer beperkte milieuwinst, maar geeft wel aanzienlijke technische uitdagingen: ketels zullen moeten worden voorzien van SNCR om deze waarde te kunnen garanderen, terwijl deze techniek voor kleine ketels juist wordt afgeraden, omdat:

- Veel ketelleveranciers geen SNCR (kunnen) aanbieden op hun ketels in deze categorie; er is simpelweg te weinig ruimte in de vuurhaard aanwezig om SNCR te kunnen toepassen
- Ketelleveranciers dergelijke ketels ook niet ontwikkelen, omdat in andere Europese landen (veel) minder strenge emissie eisen van toepassing zijn en het bij deze ketels gaat om massaproductie.

De kosten voor een SNCR installatie is voor deze categorie moeilijk in te schatten maar twee leveranciers geven aan dat deze 70 - 100 kEUR zullen bedragen.

Samenvattend: de leveranciers stellen voor om de NO<sub>x</sub> emissie eis voor deze categorie te handhaven op 300 mg/Nm<sup>3</sup>. Wel stellen zij voor dat er strenger bij de bedrijvers wordt gecontroleerd, zodat deze waarde ook daadwerkelijk wordt gerealiseerd. Hier is volgens de leveranciers de grootste winst te behalen. Door het niet toepassen van SNCR in deze kleine ketels – met een vaak onregelmatig NO<sub>x</sub> profiel – wordt eveneens de emissie van NH<sub>3</sub> voorkomen.

---

<sup>4</sup> Een alternatief voor het doekenfilter is het keramisch filter. Hiermee zijn door ketelleveranciers wisselende resultaten bereikt. Met name bij de inzet van vochtiger biomassa bleken de keramische filters snel te verstopten. Mede door deze ervaringen spelen keramische filters een beperkte rol in de markt.

### 3.1.1.3 SO<sub>2</sub>

In deze categorie is de huidige emissie eis uit het Activiteitenbesluit 200 mg/Nm<sup>3</sup>. Voorgelegd aan de leveranciers is of deze kan worden verlaagd tot 60 mg/Nm<sup>3</sup>.

De meeste leveranciers geven aan dat een emissiegrenswaarde van 60 mg/Nm<sup>3</sup> haalbaar is zonder additionele maatregelen. Alleen bij brandstoffen met een relatief hoog zwavelgehalte zoals shreds of stro wordt deze waarde overschreden. Bij gebruik van schoon hout is de emissiewaarde in de praktijk echter meestal beduidend lager dan 60 mg/Nm<sup>3</sup>, omdat de alkalische houtassen SO<sub>2</sub> effectief absorberen.<sup>5</sup>

### 3.1.1.4 Conclusies DNV GL en ProBiomass

Op basis van de interviews, aangevuld met hun additionele kennis van kleine biomassa installaties, concluderen DNV GL en ProBiomass het volgende voor de Categorie 1 biomassa ketels:

- Stof. Voor deze categorie van kleine ketels wordt een aanscherping van de emissie eis voor stof van 40 naar 20 mg/Nm<sup>3</sup> generiek haalbaar en effectief geacht. Bij deze emissie eis kan nog juist een E-filter worden toegepast in plaats van een doekenfilter. Met een doekenfilter kan weliswaar een lagere emissiewaarde worden bereikt, maar dit filter zal tijdens opstart van de ketel worden gebypassed, waardoor tijdelijk een sterk verhoogde emissie van stof ontstaat. Tot slot wordt geconstateerd dat leveranciers hun ketels in deze categorie vaak niet willen of kunnen voorzien van een doekenfilter, omdat de gestandaardiseerde ontwerpen met een E-filter worden geleverd en daarmee voldoen aan de emissie eisen in praktisch alle (Europese) landen.
- NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub>. Voor deze categorie van kleine ketels wordt, op basis van de gesprekken met leveranciers, een beperkte aanscherping van de emissie eis voor NO<sub>x</sub> van 300 naar 275 mg/Nm<sup>3</sup> generiek haalbaar en effectief geacht. Een verdere aanscherping van de eis zal toepassing van SNCR vereisen. Voor deze categorie van kleine ketels is dit niet generiek haalbaar, omdat de vuurhaarden per definitie klein zijn en de regeling van de dosering van ureum de wisselende procescondities in de ketel niet adequaat kan volgen, met regelmatig hoge NH<sub>3</sub> emissies tot gevolg. Een NO<sub>x</sub> emissie eis van 275 mg/Nm<sup>3</sup> is met stook-technische maatregelen overigens alleen haalbaar indien de ingezette biomassa relatief weinig stikstof bevat (< 0,3%). Een aanscherping van de emissie eis tot 275 mg/Nm<sup>3</sup> zal dus leiden tot de wenselijk geachte inzet van schone brandstoffen met relatief lage stikstof gehalten in deze kleine ketels. Door *niet* in te zetten op de toepassing van SNCR in deze categorie wordt de emissie van NH<sub>3</sub> voorkomen.
- SO<sub>2</sub>. Voor deze categorie van kleine ketels wordt een aanscherping van de emissie eis voor SO<sub>2</sub> van 200 naar 60 mg/Nm<sup>3</sup> generiek haalbaar en effectief geacht. Het zal de inzet van relatief schone biomassa bij deze ketels vereisen, hetgeen wenselijk wordt geacht voor deze categorie van relatief kleine ketels.

Samenvattend: DNV GL en ProBiomass achten voor deze categorie een aanscherping van de emissie eisen voor NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub>, tot 275 mg/Nm<sup>3</sup> respectievelijk 60 mg/Nm<sup>3</sup> haalbaar, met inbegrip van de inzet van schone biomassa in goed ontworpen ketels. Doordat geen SNCR wordt toegepast wordt de emissie van NH<sub>3</sub> voorkomen. Voor de verdere reductie van de stof emissie tot 20 mg/Nm<sup>3</sup> wordt het gebruik van E-filters bij alle nieuwe ketels beoogd, omdat met E-filters voortdurend een emissiewaarde van 20 mg/Nm<sup>3</sup> kan worden gegarandeerd.

<sup>5</sup> De meeste schone houtsoorten hebben een zwavelgehalte van minder dan 0,05%. Een volledige omzetting tot SO<sub>2</sub> en emissie hiervan leidt tot een emissie concentratie van ruim 100 mg/Nm<sup>3</sup>. Echter, het overgrote deel van de SO<sub>2</sub> wordt gebonden aan de alkalische houtas waardoor de emissiewaarde bij de inzet van schoon hout in de praktijk lager zal zijn dan 50 mg/Nm<sup>3</sup>.

## 3.1.2 Categorie 2 (1 – 5 MW<sub>th</sub>)

### 3.1.2.1 Stof

In deze categorie is de huidige emissie-eis uit het Activiteitenbesluit 20 mg/Nm<sup>3</sup>. Voorgelegd aan de leveranciers is of deze kan worden verlaagd tot 10 of 5 mg/Nm<sup>3</sup>.

De leveranciers geven aan dat de huidige emissie-eis van 20 mg/Nm<sup>3</sup> vrijwel altijd met een E-filter kan worden gegarandeerd. Alleen bij bepaalde combinaties van ketels en brandstoffen lukt dit niet. Bij installaties van 1 MW<sub>th</sub> of net iets groter is dit volgens de leveranciers de te prefereren techniek, om dezelfde redenen die in paragraaf 3.1.1.1 zijn genoemd: een E-filter werkt ook tijdens opstart van de ketel en heeft een veel lagere drukval. Door de leveranciers wordt opgemerkt dat de milieuwinst bovendien beperkt is: een E-filter dat voortdurend 20 mg/Nm<sup>3</sup> haalt is wellicht te prefereren boven een doekenfilter dat gebypassed moet worden tijdens opstart, waarbij dan een emissie van 200 - 300 mg/Nm<sup>3</sup> stof optreedt. Rekenvoorbeeld: indien 120 uren wordt geëmitteerd op 250 mg/Nm<sup>3</sup> en 3000 uren op 5 mg/Nm<sup>3</sup>, ontstaat een gemiddelde emissie concentratie van bijna 15 mg/Nm<sup>3</sup>, hetgeen vrijwel identiek is aan de emissie bij continue toepassing van een E-filter. Bovendien ontbreken bij toepassing van een E-filter de emissie pieken van 200 - 300 mg/Nm<sup>3</sup> tijdens het opstarten van de ketel, welke vaak een bron zijn van de zorgen van omwonenden.

Voor grotere installaties die relatief veel bedrijfsuren en weinig start/stops maken wordt het doekenfilter wel als alternatief gezien. Daarmee kan een emissiewaarde voor stof van 5 mg/Nm<sup>3</sup> worden gegarandeerd en zal het aantal draaiuren waarin 200 - 300 mg/Nm<sup>3</sup> wordt geëmitteerd beperkt zijn.

De aangegeven investeringskosten voor E-filters en doekenfilters in deze categorie variëren nogal, maar lopen globaal van 100 tot 200 kEUR voor een E-filter en van 100 tot 300 kEUR voor een doekenfilter.

Samenvattend: bij relatief grote installaties die veel draaiuren maken en weinig start/stop bedrijf kennen is het doekenfilter volgens de leveranciers goed toepasbaar en kan een emissiewaarde van 5 mg/Nm<sup>3</sup> worden gegarandeerd. Bij relatief kleine installaties met veel start/stop bedrijf is een emissiegrenswaarde van 20 mg/Nm<sup>3</sup> generiek haalbaar en garandeerbaar, waarbij een E-filter kan worden toegepast, zodat er ook tijdens de opstart een relatief lage emissie van stof kan worden gegarandeerd en emissie pieken van 200 - 300 mg/Nm<sup>3</sup> worden voorkomen.

### 3.1.2.2 NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub>

In deze categorie is de huidige emissie eis uit het Activiteitenbesluit 275 mg/Nm<sup>3</sup>. Aan de leveranciers is voorgelegd of deze kan worden verlaagd tot 145/100 mg/Nm<sup>3</sup>.

De leveranciers geven aan dat door het installeren van SNCR in het algemeen een emissiewaarde van 145 mg/Nm<sup>3</sup> kan worden gegarandeerd. Voor veel ketels uit deze categorie is dit technisch mogelijk. Het garanderen van 145 mg/Nm<sup>3</sup> met SNCR lukt echter niet bij de inzet van brandstoffen met een stikstofgehalte van 0,5% of meer (zoals in shreds), aangezien SNCR de dan optredende 'basis emissie' in de ketel van circa 375 mg/Nm<sup>3</sup> niet kan terugbrengen naar een emissie van 145 mg/Nm<sup>3</sup>; Met SNCR kan de emissie van NO<sub>x</sub> met 40 - 50% worden gereduceerd. In dat geval zal aanvullend ook SCR moeten worden toegepast.

Om een emissiewaarde voor NO<sub>x</sub> van 100 mg/Nm<sup>3</sup> te kunnen garanderen moet naast SNCR in vrijwel alle gevallen ook SCR worden toegepast. Dit is in de praktijk ook al gebeurd in Nederland voor deze categorie. Daarbij wordt wel aangegeven dat de kosten hiervoor relatief hoog zijn. Dit wordt niet alleen veroorzaakt door de SCR installatie zelf.

Een van de leveranciers spreekt dan ook van een “technologie sprong” bij toepassing van SCR in deze categorie:

- Bij toepassing van SCR dienen de rookgassen een temperatuur van 200 °C te hebben. Dit kan veranderingen aan de ketel vereisen. Bij veel ketels wordt immer getracht om een zo hoog mogelijke efficiency te bereiken door zo veel mogelijk warme uit de rookgassen te onttrekken
- Stof maar ook SO<sub>2</sub> dienen verregaand uit de rookgassen te worden verwijderd om een snelle deactivering van de katalysator te voorkomen<sup>6</sup>. Er is daarom bicarbonaat injectie en een doekenfilter (op 200 °C) nodig
- Om de emissie van NH<sub>3</sub> te beperken kan een wasser/condensor worden geplaatst aan het einde van het rookgasreiniging systeem, vaak inclusief waterreiniging om lozing van NH<sub>3</sub> houdend water te voorkomen.

De investeringskosten voor een SNCR installatie is voor deze categorie vergelijkbaar met Categorie 1 en bedragen 70 - 100 kEUR. De investeringskosten voor een SCR installatie liggen ongeveer een factor 5 hoger en bedragen circa 400 - 500 kEUR.

Samenvattend: een verlaging van de emissie-eis naar 145 mg/Nm<sup>3</sup> is generiek haalbaar en garandeerbaar waarbij SNCR kan worden toegepast in combinatie met een beperking van het brandstofpakket. Een verdere aanscherping tot 100 mg/Nm<sup>3</sup> maakt ook SCR generiek noodzakelijk. Dit wordt voor deze categorie gezien als een te zwaar middel voor een relatief beperkte extra emissiereductie van NO<sub>x</sub>.

### 3.1.2.3 SO<sub>2</sub>

In deze categorie is de huidige emissie eis uit het Activiteitenbesluit 200 mg/Nm<sup>3</sup>. Voorgelegd aan de leveranciers is of deze kan worden verlaagd tot 60 mg/Nm<sup>3</sup>.

Ook voor deze categorie geven de meeste leveranciers aan dat een eis van 60 mg/Nm<sup>3</sup> haalbaar is zonder additionele maatregelen. Alleen bij bepaalde brandstoffen met een relatief hoog zwavelgehalte wordt deze waarde wel eens overschreden. Vaak is de emissiewaarde in de praktijk beduidend lager dan 60 mg/Nm<sup>3</sup>, omdat de alkalische houtassen gemakkelijk SO<sub>2</sub> absorberen.

### 3.1.2.4 Conclusies DNV GL en ProBiomass

Op basis van de interviews, aangevuld met hun additionele kennis van kleine biomassa installaties, concluderen DNV GL en ProBiomass het volgende voor de Categorie 2 biomassa ketels:

- Stof. Voor deze categorie van ketels is plaatsing van een doekenfilter stand der techniek, waarmee een gegarandeerde emissiewaarde van 5 mg/Nm<sup>3</sup> kan worden gehaald. Daarbij dient te worden opgemerkt dat een doekenfilter tijdens opstart van de ketel moet worden gebypassed, waardoor tijdelijk een sterk verhoogde emissie van stof ontstaat. Voor kleinere ketels in deze categorie met veel start/stop bedrijf zou het gebruik van een E-filter in plaats van een doekenfilter daarom kunnen leiden tot een lagere jaarlijkse uitstoot van stof. Bovendien ontbreken bij toepassing van een E-filter de verhoogde stof emissies tijdens het opstarten van de ketel
- NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub>. Voor deze categorie van ketels wordt een aanscherping van de emissie-eis voor NO<sub>x</sub> van 275 naar 145 mg/Nm<sup>3</sup> generiek haalbaar en effectief geacht. Een verdere aanscherping van de eis tot bijvoorbeeld 100 mg/Nm<sup>3</sup> zal generieke toepassing van SCR vereisen. Voor deze categorie van ketels betekent dit een onevenredig grote inspanning, aangezien het toepassen van SCR een uitgebreide aanpassing van de overige onderdelen van de rookgasreinigingsinstallatie vereisen, om

<sup>6</sup> Toepassing van 'high dust' SCR installaties bij de inzet van biomassa wordt veelal ontraden, omdat het leidt tot een zeer snelle deactivering van de SCR katalysatoren. Alleen in situaties waarin een ketel weinig draaiuren maakt kan 'high dust' SCR worden overwogen, waarbij de SCR katalysator dan als een slijtdeel wordt beschouwd.

vervolgens een relatief beperkte additionele NO<sub>x</sub> emissiereductie met de SCR installatie te kunnen realiseren. Een NO<sub>x</sub> emissie eis van 145 mg/Nm<sup>3</sup> is met SNCR overigens alleen haalbaar indien de biomassa relatief weinig stikstof bevat (< 0,3%). Een aanscherping van de emissie eis tot 145 mg/Nm<sup>3</sup> zal dus leiden tot de wenselijk geachte inzet van schone brandstoffen met een relatief laag stikstof gehalte in deze ketels. Bedrijvers die er toch voor kiezen om een minder schone brandstof in te zetten zullen, om de emissiewaarde van 145 mg/Nm<sup>3</sup> te kunnen halen, een SCR installatie moeten plaatsen. Bij toepassing van SNCR is een NH<sub>3</sub> emissiegrenswaarde van 5 mg/Nm<sup>3</sup> niet haalbaar, ten gevolge van variaties in het proces. Een generiek haalbare emissiewaarde bij toepassing van SNCR ligt in de orde van 10 - 20 mg/Nm<sup>3</sup>. Een generieke grenswaarde van 20 mg/m<sup>3</sup> wordt hier haalbaar geacht.

- SO<sub>2</sub>. Voor deze categorie van ketels wordt een aanscherping van de emissie eis voor SO<sub>2</sub> van 200 naar 60 mg/Nm<sup>3</sup> generiek haalbaar en effectief geacht. Het zal de inzet van relatief schone biomassa bij deze ketels vereisen, hetgeen wenselijk wordt geacht voor deze categorie van ketels.

Samenvattend: DNV GL en ProBiomass achten voor deze categorie een aanscherping van de emissie eisen voor NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub>, tot 145 mg/Nm<sup>3</sup> respectievelijk 60 mg/Nm<sup>3</sup> haalbaar, met inbegrip van de inzet van schonere biomassa in goed ontworpen ketels - welke zonder uitzondering zijn voorzien van SNCR -. De emissiegrenswaarde voor NH<sub>3</sub> zal bij toepassing van SNCR op 10 - 20 mg/Nm<sup>3</sup> moeten liggen. Bedrijvers die ervoor kiezen om een minder schone brandstof in te zetten zullen, om een emissiewaarde van 145 mg/Nm<sup>3</sup> voor NO<sub>x</sub> te kunnen halen, een SCR installatie moeten plaatsen. Een verdere reductie van de stof emissie eis tot 5 mg/Nm<sup>3</sup> kan worden gerealiseerd door generieke toepassing van een doekenfilter. Kanttekening hierbij is dat bij installaties met veel start/stop bedrijf, waarbij het doekenfilter tijdens de opstart van de ketel wordt gebypassed, leiden tot veel korte periodes met een verhoogde stof emissie.

### 3.1.3 Categorie 3 (5 - 50 MW<sub>th</sub>)

#### 3.1.3.1 Stof

In deze categorie is de huidige emissie-eis uit het Activiteitenbesluit 5 mg/Nm<sup>3</sup>. Voorgelegd aan de leveranciers is of deze waarde in de praktijk kan worden gegarandeerd. Een verdere aanscherping van deze eis wordt niet voorzien.

De leveranciers geven aan dat een emissie eis van 5 mg/Nm<sup>3</sup> alleen kan worden gegarandeerd met een doekenfilter. Een E-filter komt niet verder dan circa 15 mg/Nm<sup>3</sup>, gegarandeerd wordt vaak 20 mg/Nm<sup>3</sup>.

Voor de investeringskosten van een doekenfilter voor een ketel van 10 MW<sub>th</sub> is door een leverancier een bedrag van ruim 600 kEUR afgegeven.

Samenvattend: om een emissiewaarde van 5 mg/Nm<sup>3</sup> voor stof te kunnen garanderen is een doekenfilter nodig. Een E-filter is hiervoor ongeschikt en wordt door de leveranciers resoluut afgewezen.

#### 3.1.3.2 NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub>

In deze categorie is de huidige emissie eis uit het Activiteitenbesluit 145 mg/Nm<sup>3</sup>. Voorgelegd aan de leveranciers is of deze kan worden verlaagd tot 100/80 mg/Nm<sup>3</sup>.

De leveranciers geven aan dat door het installeren van SNCR de huidige emissie-eis van 145 mg/Nm<sup>3</sup> kan worden gegarandeerd. Dit lukt echter niet bij de inzet van brandstoffen met een stikstofgehalte van 0,5% of hoger, zoals reeds aangegeven in paragraaf 3.1.2.2. Dan is toepassing van SCR noodzakelijk.

Om de NO<sub>x</sub> emissie te kunnen verlagen tot 100 of 80 mg/Nm<sup>3</sup> is SCR nodig. SCR wordt vaak toegepast in combinatie met SNCR, het zogenaamde hybride systeem. Ook in deze categorie is bij toepassing van SCR sprake van een 'technologie sprong' ten opzichte van de toepassing van *alleen* SNCR, zie paragraaf



3.1.2.2 voor een toelichting. Door de schaalgrootte van de installaties wordt SCR voor deze categorie wel als haalbaar gezien, hoewel is aangegeven dat de hele installatie circa 25% duurder wordt door toepassing van SCR. Bij een aanscherping van de NO<sub>x</sub> eis tot 80 mg/Nm<sup>3</sup> wordt aangegeven dat dit het uiterste van de SCR installatie zal vragen, waardoor de NH<sub>3</sub> emissie kan gaan toenemen en plaatsing van een natte water/condensor inclusief waterreiniging wellicht noodzakelijk gaat worden. Bij een emissiegrenswaarde van 100 mg/Nm<sup>3</sup> en toepassing van SNCR + SCR is een NH<sub>3</sub> emissie van 5 mg/Nm<sup>3</sup> generiek haalbaar.

De investeringskosten voor een SCR installatie worden door de leveranciers begroot op 500 – 1000 kEUR voor ketels van 10 - 15 MW<sub>th</sub>. De investeringskosten voor SNCR voor deze schaalgrootte bedragen ruim 100 kEUR.

Samenvattend: (SNCR+) SCR is technisch gezien toepasbaar voor deze categorie, maar de kosten zijn aanzienlijk hoger dan voor SNCR: zij vormen circa 25% van de totale kosten van de biomassa installatie.

### 3.1.3.3 SO<sub>2</sub>

In deze categorie is de huidige SO<sub>2</sub> emissie eis uit het Activiteitenbesluit 200 mg/Nm<sup>3</sup>. Voorgelegd aan de leveranciers is of deze kan worden verlaagd tot 60 mg/Nm<sup>3</sup>.

Ook voor deze categorie geven de meeste leveranciers geven aan dat een eis van 60 mg/Nm<sup>3</sup> haalbaar is zonder additionele maatregelen. Alleen bij bepaalde brandstoffen met een relatief hoog zwavel gehalte wordt deze waarde wel eens overschreden. Vaak is de emissiewaarde praktisch beduidend lager dan 60 mg/Nm<sup>3</sup>, omdat de alkalische houtassen gemakkelijk SO<sub>2</sub> absorberen. Opgemerkt wordt dat bij toepassing van een SCR installatie in het systeem, bicarbonaat injectie vóór het doekenfilter noodzakelijk kan zijn om de SO<sub>2</sub> concentratie afdoende te kunnen reduceren om een snelle deactivering van de SCR katalysator te voorkomen.

### 3.1.3.4 Conclusies DNV GL en ProBiomass

Op basis van de interviews, aangevuld met hun additionele kennis van biomassa installaties, concluderen DNV GL en ProBiomass het volgende voor de Categorie 3 biomassa ketels:

- Stof. Voor deze categorie van ketels wordt een verdere aanscherping van de huidige emissie eis van 5 mg/Nm<sup>3</sup> niet generiek haalbaar en effectief geacht. Deze emissiewaarde kan alleen worden gegarandeerd met toepassing van een doekenfilter, een technologie die in deze categorie inmiddels gebruikelijk is
- NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub>. Voor deze categorie van ketels wordt een aanscherping van de emissie eis voor NO<sub>x</sub> van 145 naar 100 mg/Nm<sup>3</sup> generiek haalbaar en effectief geacht door toepassing van SNCR + SCR. Een verdere aanscherping van de eis tot 80 mg/Nm<sup>3</sup> zal het risico op NH<sub>3</sub> slip fors verhogen. Aangezien er rekening moet worden gehouden met een NH<sub>3</sub> emissie eis van 5 mg/Nm<sup>3</sup>, is een verdere aanscherping van de NO<sub>x</sub> emissie eis dan ook niet gewenst. Het realiseren van een beperkte extra reductie van NO<sub>x</sub> ten koste van een extra emissie van NH<sub>3</sub> is overigens ongewenst in verband met de depositie van stikstof: NH<sub>3</sub> kent een depositie profiel dat veel dichter bij de schoorsteen ligt dan voor NO<sub>x</sub>. Bovendien bevat NH<sub>3</sub> per kg bijna 3x meer stikstof dan NO<sub>x</sub>. Tot slot, sluit een emissie eis van 100 mg/Nm<sup>3</sup> voor deze categorie naadloos aan op de huidige emissie eis voor grote stookinstallaties (≥ 50 MW<sub>th</sub>)
- SO<sub>2</sub>. Voor deze categorie van ketels wordt een aanscherping van de emissie eis voor SO<sub>2</sub> van 200 naar 60 mg/Nm<sup>3</sup> generiek haalbaar en effectief geacht, ook bij de inzet van wat minder schone biomassa. De toepassing van 'tail-end' SCR vraagt immers al om injectie van bicarbonaat op het doekenfilter, waarmee de emissie van SO<sub>2</sub> relatief eenvoudig tot 60 mg/Nm<sup>3</sup> kan worden gereduceerd.

Samenvattend: DNV GL en ProBiomass achten voor deze categorie een aanscherping van de emissie eisen voor NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub>, tot 100 mg/Nm<sup>3</sup> respectievelijk 60 mg/Nm<sup>3</sup> haalbaar bij het gebruik van goed ontworpen ketels in combinatie met bicarbonaat injectie op het doekenfilter en de toepassing van SNCR + SCR bij elke nieuwe biomassa installatie. De NH<sub>3</sub> emissie kan daarbij worden beperkt tot 5 mg/Nm<sup>3</sup>. De emissie eis voor stof is en blijft 5 mg/Nm<sup>3</sup>, hetgeen met een doekenfilter haalbaar is. Zoals reeds aangegeven in eerdere paragrafen, beogen DNV GL en ProBiomass om de inzet van minder schone biomassa in ketels uit de Categorieën 1 en 2 te beperken. De minder schone biomassa stromen dienen preferent te worden ingezet in Categorie 3 installaties, omdat deze (zullen) zijn voorzien van een uitgebreide rookgasreinigingsinstallatie.

### 3.1.4 Overzicht van generiek haalbare en effectief geachte aanscherpingen van emissie eisen voor biomassa ketels

De resultaten van de voorgaande paragrafen zijn samengevat in Tabel 3 en omvat de huidige en aangescherpte emissie eisen met de hiervoor benodigde emissiereductie technieken.

**Tabel 3 Huidige emissiegrenswaarden uit het Activiteitenbesluit en te garanderen emissiegrenswaarden met benodigde emissiereductie technieken**

Categorie	Emissie	Huidige grenswaarde volgens Activiteitenbesluit		Generiek haalbare waarde bij aanscherping eisen	
		Waarde <sup>7</sup>	Technieken	Waarde <sup>8</sup>	Technieken
0,5 - 1 MW <sub>th</sub>	Stof	40	Cycloon + E-filter	20	Cycloon + beter E-filter
	NO <sub>x</sub>	300	Ketelontwerp	275	Ketelontwerp + brandstofkwaliteit
	SO <sub>2</sub>	200		60	Brandstofkwaliteit
	NH <sub>3</sub>	-		-	
1 - 5 MW <sub>th</sub>	Stof	20	Cycloon + E-filter	5	Cycloon + Doekenfilter
	NO <sub>x</sub>	275	Ketelontwerp	145	Ketelontwerp + brandstofkwaliteit + SNCR <sup>9</sup>
	SO <sub>2</sub>	200		60	Brandstofkwaliteit
	NH <sub>3</sub>	-		20	
5 - 50 MW <sub>th</sub>	Stof	5	Cycloon + doekenfilter	5	Cycloon + doekenfilter
	NO <sub>x</sub>	145	SNCR	100	Ketelontwerp + SNCR + SCR
	SO <sub>2</sub>	200	-	60	Bicarbonaatinjectie
	NH <sub>3</sub>	-	-	5	-

<sup>7</sup> Grenswaarde in mg/Nm<sup>3</sup> bij 6% O<sub>2</sub>

<sup>8</sup> Garantiewaarde in mg/Nm<sup>3</sup> bij 6% O<sub>2</sub>

<sup>9</sup> Bedrijvers die kiezen voor een lagere kwaliteit brandstof zullen SCR moeten installeren om een emissiewaarde van 145 mg/Nm<sup>3</sup> te kunnen halen

## 3.2 Emissiereductie mogelijkheden voor bestaande installaties per categorie en type emissie (retrofit)

In de paragrafen 3.2.1 - 3.2.3 wordt de informatie geaggregeerd die voor de verschillende categorieën van ketels en type emissies is verkregen uit de interviews met leveranciers over retrofit mogelijkheden bij bestaande ketels. In paragraaf 3.2.4 volgende conclusies van DNV GL en ProBiomass met betrekking tot het aanpassen van bestaande installaties (retrofit).

### 3.2.1 Categorie 1 (0,5 - 1 MW<sub>th</sub>)

#### 3.2.1.1 Stof

De leveranciers geven aan dat voor deze kleine ketels reductie van de stof emissie vaak wel mogelijk is, omdat het nageschakelde technieken betreft. Bij ketels die thans uitsluitend zijn voorzien van een cycloon kan een E-filter worden toegevoegd, waarmee een emissiewaarde van 20 mg/Nm<sup>3</sup> kan worden bereikt. Belemmerende factor is vaak de ruimte: er is in het ketelhuis vaak geen rekening gehouden met de latere inbouw van een E-filter. Soms kan het E-filter buiten worden geplaatst, maar dat is niet altijd het geval, zeker niet in de gebouwde omgeving. Toepassing van een doekenfilter als retrofit maatregel is in deze categorie niet mogelijk.

De investeringskosten voor een E-filter in deze categorie liggen tussen 50 en 120 kEUR. De retrofit kosten zijn sterk afhankelijk van de bestaande situatie.

#### 3.2.1.2 NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub>

Voor installaties in deze categorie is retrofit lastig. De vuurhaard in de ketels is vaak zo klein dat toepassing van SNCR technisch niet mogelijk is. In vrijwel alle gevallen gaat het om massaproductie ketels en is SNCR als retrofit simpelweg niet leverbaar.

De investeringskosten voor een retrofit SNCR zijn voor deze categorie niet aan te geven, omdat de benodigde aanpassingen – voor zover überhaupt mogelijk – per ketel enorm kunnen verschillen.

### 3.2.2 Categorie 2 (1 - 5 MW<sub>th</sub>)

#### 3.2.2.1 Stof

Deze installaties zijn veelal al voorzien van een E-filter (emissiewaarde 20 mg/Nm<sup>3</sup>) en retrofit betekent de vervanging van dit e-filter door een doekenfilter om een emissiewaarde van 5 mg/Nm<sup>3</sup> te kunnen garanderen. Deze retrofit wordt door de leveranciers als problematisch geschetst, omdat installaties niet zijn uitgelegd op extra drukval. De in paragraaf 3.1.2.1 genoemde problemen met de toepassing van een doekenfilter in deze categorie spelen bij retrofit in nog sterkere mate. Ook hier geldt dat de milieuwinst – indien al aanwezig – gering zal zijn omdat tijdens opstart van de ketel het doekenfilter moet worden bypassed en er tijdelijk een stof emissie van 200 - 300 mg/Nm<sup>3</sup> ontstaat.

De investeringskosten voor een retrofit doekenfilter in deze categorie bedraagt ongeveer 100 - 300 kEUR. De retrofit kosten kunnen per installatie sterk verschillen en zijn door de leveranciers ook niet aangegeven.

#### 3.2.2.2 NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub>

Retrofit met SNCR is in deze categorie een aantal keren toegepast in Nederland, maar de mogelijkheden hiertoe zijn afhankelijk van de aanwezige ketel. Er is in deze gevallen een emissiewaarde van 145 mg/Nm<sup>3</sup> gerealiseerd. Voorgesteld wordt om daarbij een NH<sub>3</sub> emissie-eis van 20 mg/Nm<sup>3</sup> te hanteren, omdat de beheersing van de NH<sub>3</sub> slip lastig blijkt.

Er zijn enkele recente voorbeelden waarbij SCR is toegepast in een nieuwe installatie met een vermogen van minder dan 5 MW<sub>th</sub>. Voor de meeste leveranciers geldt echter dat zij geen ervaring hebben met retrofit in deze categorie en dat de ketels en configuraties er niet altijd geschikt voor zijn.

Retrofit met SCR is technisch moeilijk uit te voeren, omdat de hele rookgasreiniging en soms ook de ketel moeten worden aangepast om aan de eisen van de SCR installatie te kunnen voldoen: de rookgassen moeten een temperatuur hebben van 200 °C (waar ca 140-180°C gangbaar is), verregaand ontstoft zijn en een SO<sub>2</sub> concentratie hebben van maximaal 20 mg/Nm<sup>3</sup> om een lange levensduur van de katalysator te garanderen.

De investeringskosten voor een SNCR installatie is voor deze categorie vergelijkbaar met Categorie 1 en bedragen 70 - 100 kEUR. De additionele retrofit kosten zijn sterk afhankelijk van het feit of de ketel is voorbereid op SNCR. Indien dit niet het geval is, heeft dit hoge kosten en grote technische gevolgen en is retrofit met SNCR praktisch gezien niet uit te voeren.

De investeringskosten voor alleen de SCR installatie in deze categorie bedragen 400 - 500 kEUR. Retrofit met SCR vraagt bij het merendeel van de installaties echter aanpassingen aan de ketel en vervanging van de hele rookgasreinigingsinstallatie. De kosten hiervan zijn hoog en bedrijvers zullen bij verplichting in verreweg de meeste gevallen kiezen voor het sluiten van de installatie.

### 3.2.3 Categorie 3 (5 - 50 MW<sub>th</sub>)

#### 3.2.3.1 Stof

Deze ketels zijn vaak al voorzien van een doekenfilter om een stof emissiewaarde van 5 mg/Nm<sup>3</sup> te kunnen garanderen en retrofit derhalve is niet aan de orde.

#### 3.2.3.2 NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub>


Deze ketels zijn in het algemeen al voorzien van SNCR en retrofit houdt dan de plaatsing van SCR in. Tijdens de besprekingen met de leveranciers zijn hiervan geen voorbeelden voor deze categorie genoemd.

Voor retrofit met SCR geldt hetzelfde als voor installaties in Categorie 2: deze is technisch vaak moeilijk uit te voeren, omdat de hele rookgasreiniging en soms ook de ketel moet worden aangepast om aan de eisen van de SCR installatie te kunnen voldoen: de rookgassen moeten een temperatuur hebben van 200 °C, verregaand van stof ontdaan zijn en een SO<sub>2</sub> concentratie hebben van maximaal 20 mg/Nm<sup>3</sup>.

De investeringskosten voor alleen de SCR installatie in deze categorie bedragen 500 - 1000 kEUR. Retrofit met SCR vraagt bij het merendeel van de installaties echter aanpassingen aan de ketel en vervanging van de hele rookgasreinigingsinstallatie. De kosten hiervan zijn aanmerkelijk hoger en bedrijvers zullen in verre weg de meeste gevallen kiezen voor het sluiten van de installatie.

### 3.2.4 Retrofit; Conclusies DNV GL en ProBiomass

Voor Categorie 1 ketels bestaat de mogelijkheid om een E-filter te plaatsen, indien deze in de huidige configuratie ontbreekt en indien er hiervoor voldoende ruimte aanwezig is. Plaatsing van een E-filter zal een emissiewaarde voor stof kunnen garanderen van 20 mg/Nm<sup>3</sup>. Het plaatsen van een E-filter vergt een investering van 50 - 120 kEUR, die niet in de bestaande businesscase van de installatie is opgenomen. De bedrijver zal daarbij in veel gevallen weer overgaan op de inzet van een fossiele brandstof, tenzij er een financiële compensatie komt voor deze investering. Voor Categorie 2 wordt retrofit door plaatsing van een doekenfilter ter vervanging van een E-filter als een niet-effectieve optie gezien, omdat de jaargemiddelde emissie van stof er maar weinig door afneemt en er juist meer piek-emissies ontstaan. Installaties in Categorie 3 zijn veelal reeds voorzien van een doekenfilter en kennen geen retrofit mogelijkheden voor een verdere reductie van de emissie van stof.



Voor Categorie 1 is reductie van de NO<sub>x</sub> emissie door retrofit praktisch nooit mogelijk. Voor Categorie 2 is in bepaalde gevallen – maar zeker niet generiek - plaatsing van SNCR mogelijk. Er zijn in deze categorie enkele voorbeelden van de plaatsing van SCR, maar dit kan niet worden gezien als generiek toepasbaar. Retrofit met SCR vergt vaak ombouw van de ketel en een volledige vervanging van de huidige rookgasreinigingsinstallatie. Voor Categorie 3 zijn door de leveranciers geen voorbeelden gepresenteerd van een retrofit met SCR. De problematiek is echter vergelijkbaar met Categorie 2 en plaatsing van SCR wordt niet gezien als een generiek toe te passen maatregel.

Samenvattend: Met name bij de Categorie 1 ketels bestaat de mogelijkheid om door plaatsing van een E-filter de emissie van stof te reduceren. Dit vergt een investering van 50 - 120 kEUR, en de bedrijver zal daarbij in veel gevallen weer overgaan op de inzet van een fossiele brandstof, tenzij er een financiële compensatie komt voor deze investering. Bij Categorie 2 en 3 ketels, die reeds voorzien zijn van een E-filter of een doekenfilter het emissiereductie potentieel voor stof beperkt tot zeer beperkt. Voor geen van de categorieën 1 - 3 is er voor bestaande ketels een generieke maatregel aan te wijzen waarmee de emissie van NO<sub>x</sub> significant kan worden gereduceerd: maatregelen zijn technisch niet mogelijk of vergen een nagenoeg volledige ombouw van de rookgasreinigingsinstallatie en soms ook de ketel. De bedrijver van de installatie zal bij een eventuele aanscherping van de emissiegrenswaarde voor NO<sub>x</sub> daarom in veel gevallen weer overgaan op de inzet van een fossiele brandstof.

### **3.3 Internationaal en nationaal perspectief van verdere emissiereductie bij biomassa ketels**

#### **3.3.1 Internationaal perspectief**

Door de leveranciers is aangegeven dat de emissie eisen in Nederland via het Activiteitenbesluit nu al de strengste zijn in Europa en daarbuiten. Dit geldt dus ook in vergelijking met landen die een rijke historie en een ruime inzet van biomassa in ketels kennen, zoals Duitsland, Denemarken, Oostenrijk en Zweden.

De ketels uit Categorie 1 zijn vaak afkomstig uit massaproductie en de leveranciers ontwerpen hun ketels zodanig dat ze een zo groot mogelijke (Europese) markt kunnen bedienen met aantrekkelijk geprijsde ketels. Dit betekent dat deze leveranciers geen 'niche' ketels leveren of ontwikkelen voor markten met afwijkende emissie eisen.

Voor de ketels in de Categorieën 2 en 3 speelt dit veel minder: deze zijn in het algemeen 'custom-made' en ketelleveranciers zijn vaak flexibeler om aanpassingen te doen waarmee de emissie (van NO<sub>x</sub>) kan worden gereduceerd, zoals het toepassen van een ruimere vuurhaard of het voorbereiden van de ketel op toepassing van SNCR.

In onderstaande tabellen worden ter vergelijking de huidige emissie-eisen vermeld volgens de Europese Medium Combustion Plant Directive (rechtstreeks overgenomen in bijvoorbeeld Denemarken) en Duitsland voor nieuwe installaties. Net als alle andere tabellen in onderhavig rapport zijn beide tabellen uitgedrukt bij 6% O<sub>2</sub> dus direct vergelijkbaar. Hieruit blijkt dat deze emissiegrenswaarden aanzienlijk ruimer zijn dan de waarden welke in onderhavig rapport worden genoemd (Tabel 3).

**Tabel 4 Huidige emissiegrenswaarden uit de Medium Combustion Plant Directive**

Brandstofinput	MW	1-5	5-20	20-50
CO	mg/nm <sup>3</sup>	850	850	850
Stof	mg/nm <sup>3</sup>	50	30	20
NO <sub>x</sub>	mg/nm <sup>3</sup>	500	300	300
SO <sub>2</sub>	mg/nm <sup>3</sup>	200*	200*	200*

\* de SO<sub>2</sub> emissie-eis geldt voor niet-houtige biomassa

**Tabel 5 Huidige emissiegrenswaarden in Duitsland volgens de 44. Bundesimmissionsschutzverordnung (44. BImSchV)**

Brandstofinput	MW	1-5	5-20	>20
CO	mg/nm <sup>3</sup>	220	220	220
Stof	mg/nm <sup>3</sup>	35	20	20
NO <sub>x</sub>	mg/nm <sup>3</sup>	370	300	200
Total Carbon	mg/nm <sup>3</sup>	10	10	10

### 3.3.2 Nationaal perspectief

De bevroegde leveranciers benadrukken dat de inzet van biomassa in Nederland een beperkte bijdrage levert aan de nationale emissies van NO<sub>x</sub> en NH<sub>3</sub> en dat de bijdrage aan de stikstof depositie in Nederland minder dan 0,1% bedraagt.


Ten aanzien van stof is door de leveranciers opgemerkt dat de biomassa ketels in de beschouwde categorieën een beperkte bijdrage hebben aan de emissie van stof wanneer deze wordt vergeleken met de stof emissies uit open haarden en andere kleinschalige biomassa ketels in Nederland. Ten opzichte van de totale emissie van stof in Nederland is de bijdrage van de beschouwde categorieën zelfs zeer gering. Dit geldt ook voor de emissie van SO<sub>2</sub>.

De leveranciers hebben de indruk dat de aandacht die biomassa gestookte ketels in de media en in de politiek krijgen in geen verhouding staat tot de bijdrage aan de nationale emissies van deze ketels. Verder krijgt men het gevoel dat bij de inzet van biomassa vergelijkbare of zelfs strengere eisen (gaan) worden gesteld dan thans voor afvalverbrandingsinstallaties gelden.

### 3.4 Overige aspecten genoemd door de leveranciers

Tijdens de gesprekken met de leveranciers zijn, in aanvulling op de informatie die is verstrekt met betrekking tot de technische haalbaarheid van aangescherpte emissie eisen, ook andere aspecten met betrekking tot de inzet van op biomassa gestookte ketels genoemd:

- Strengere emissie-eisen zorgen ervoor dat de rookgasreiniging technisch steeds complexer wordt. Een boer of tuinder heeft niet altijd de technische kennis om deze complexere installaties optimaal te bedrijven. Goede procescontrole door deskundigen op afstand zal daarom steeds belangrijker worden
- Vanuit het Activiteitenbesluit gelden in Nederland al zeer strenge generieke emissie eisen. Dit is echter niet het enige waar leveranciers mee te maken hebben: voortvloeiende vanuit de Wet Natuurbescherming kunnen project specifiek additionele eisen gelden voor de uitstoot van NO<sub>x</sub> en



NH<sub>3</sub> in verband met de depositie van stikstof in Natura 2000 gebieden. Volgens de leveranciers ligt naar schatting 50% van de potentiële projecten inmiddels stil of is afgeblazen in verband hiermee. Bij installaties van meer dan 5 MW<sub>th</sub> speelt dit in meer dan 90% van de gevallen. Door de leveranciers wordt ingeschat dat zeker 95% van de ketels geen Wnb vergunning heeft. Slechts in enkele gevallen zijn bedrijven overgegaan tot het plaatsen van additionele NO<sub>x</sub> reductie technieken om aan de scherpere eisen te kunnen voldoen

- De leveranciers pleiten voor een goede overgangsregeling voor bestaande installaties, met een overgangstermijn van 10 jaar
- Er wordt op dit moment veelal *niet* gehandhaafd bij biomassa ketels. Er wordt daarom door de leveranciers gepleit voor betere controles, om op deze wijze de 'rotte appels' uit de mand te krijgen. Dit is zowel voor het milieu als voor het imago van de sector van groter belang dan het verder aanscherpen van de emissie eisen. Ook moet worden voorkomen dat bedrijven in de loop der tijd overgaan op de inzet van een slechtere kwaliteit biomassa.

## 4 VASTSTELLEN VAN DE ONRENDABELE TOP VAN AANVULLENDE EMISSIEREDUCTIE TECHNIEKEN BIJ DE REFERENTIE CASES

In hoofdstuk drie, paragraaf 3.1.4 is vastgesteld welke additionele maatregelen bij nieuw te bouwen biomassa installaties nodig zijn om aan strengere emissie eisen te kunnen voldoen. In dit hoofdstuk wordt vastgesteld welke additionele kosten hiermee gemoeid zijn en tot welke toename van de onrendabele top van dergelijke installaties dit leidt.

Daartoe zijn een drietal referentie cases gedefinieerd (zie ook hoofdstuk twee), die vallen binnen de drie in deze studie onderzochte vermogenscategorieën. Het betreft de referentie cases:

- Case 1: 800 kW<sub>th</sub>
- Case 2: 3000 kW<sub>th</sub>
- Case 3: 10 MW<sub>th</sub>.

In tabel 4 is per referentie case aangegeven welke emissiewaarden van toepassing zijn en welke emissiereductie technieken benodigd zijn om aan deze waarden te kunnen voldoen.

**Tabel 6 Aan leveranciers voorgelegde cases met huidige emissiegrenswaarden uit het Activiteitenbesluit en aangescherpte emissiegrenswaarden met benodigde emissiereductie technieken**

Case	Emissie	Huidig volgens Activiteitenbesluit		Nieuw bij aanscherping eisen	
		Waarde <sup>10</sup>	Technieken	Waarde <sup>11</sup>	Technieken
800 kW <sub>th</sub> (cat. 1)	Stof	40	Cycloon + E-filter	20	Cycloon + beter E-filter
	NO <sub>x</sub>	300	Ketelontwerp	275	Ketelontwerp + brandstofkwaliteit
	SO <sub>2</sub>	200	-	60	Brandstofkwaliteit
	NH <sub>3</sub>	-	-	-	-
3000 kW <sub>th</sub> (cat. 2)	Stof	20	Cycloon + E-filter	5	Cycloon + Doekenfilter
	NO <sub>x</sub>	275	Ketelontwerp	145	Ketelontwerp + brandstofkwaliteit + SNCR
	SO <sub>2</sub>	200	-	60	Brandstofkwaliteit
	NH <sub>3</sub>	-	-	10-20	-
10 MW <sub>th</sub> (cat.3)	Stof	5	Cycloon + doekenfilter	5	Cycloon + doekenfilter
	NO <sub>x</sub>	145	SNCR	100	Ketelontwerp + SNCR + SCR
	SO <sub>2</sub>	200	-	60	Bicarbonaatinjectie
	NH <sub>3</sub>	-	-	5	-

Aan de leveranciers is, aan de hand van deze tabel, gevraagd om de meerkosten van deze maatregelen op te geven. Dit omvat zowel het effect op kapitaalslasten (CAPEX) als op de operationele en onderhoudslasten (OPEX). De resultaten hiervan worden gepresenteerd in paragraaf 4.1.

<sup>10</sup> Grenswaarde in mg/Nm<sup>3</sup> bij 6% O<sub>2</sub>

<sup>11</sup> Garantiewaarde in mg/Nm<sup>3</sup> bij 6% O<sub>2</sub>



Tevens is vastgesteld in hoeverre deze additionele kosten de onrendabele top van een project zou beïnvloeden. Hiervoor is de SDE++ methodiek gebruikt en de resultaten daarvan zijn in paragraaf 4.2 opgenomen.

## 4.1 Vaststellen van additionele kosten bij aanscherping van emissie eisen

In deze paragraaf wordt op basis van een drietal cases die binnen de categorieën 1 - 3 vallen vastgesteld welke additionele investeringen en operationele kosten hieraan verbonden zijn.

Leidend hierin zijn de praktisch en generiek haalbare aanscherpingen zoals die gepresenteerd zijn in paragraaf 3.1.4.

### 4.1.1 Case 1 – 800 kW

#### *Mogelijke huidige situatie*

Case 1 omvat een 800 kW<sub>th</sub> biomassa ketel die thans zou worden gestookt op diverse soorten biomassa waarmee een NO<sub>x</sub> emissiewaarde van 300 mg/Nm<sup>3</sup> en een SO<sub>2</sub> emissiewaarde van 200 mg/Nm<sup>3</sup> kan worden gegarandeerd. De ketel is voorzien van een standaard E-filter, waarmee een emissiewaarde van 40 mg/Nm<sup>3</sup> kan worden gegarandeerd.

#### *Mogelijke toekomstige situatie onder invloed van de gestelde verscherping*

De installatie van Case 1 zal onder invloed van de gestelde verscherping in de toekomst in de meeste gevallen waarschijnlijk op geselecteerde brandstoffen worden gestookt waarmee, mede op basis van een beter ketelontwerp, een NO<sub>x</sub> emissiewaarde van 275 mg/Nm<sup>3</sup> en een SO<sub>2</sub> emissiewaarde van 60 mg/Nm<sup>3</sup> kan worden gegarandeerd. Een verbeterd E-filter garandeert een stofemissie van minder dan 20 mg/Nm<sup>3</sup>.

De *toename* in investeringskosten ten opzichte van de huidige situatie zijn toe te schrijven aan:

- De ruimere ketel met eventueel rookgasrecirculatie: EUR 20.000,--
- Het verbeterde E-filter: EUR 25.000,--

De specifieke investeringen stijgen hierdoor met ruim 50 EUR/kW.

Een kleine toename in vaste O&M kosten is toe te schrijven aan het extra onderhoud van ketel en E-filter. Er is geen toename van de variabele O&M kosten. Wel is er een toename van de brandstofkosten door de inzet van een schonere brandstof, waarbij wordt aangenomen dat de specifieke brandstofkosten van 5 EUR/GJ naar 6 EUR/GJ zullen stijgen.

Een overzicht van de verandering in diverse (specifieke) kosten is weergegeven in **Tabel 7**. Daarbij wordt per rookgascomponent (stof, NO<sub>x</sub> SO<sub>2</sub>) de verandering in (specifieke) kosten weergegeven. De verandering in kosten voor de gehele rookgasreinigingsinstallatie is vermeld in de kolom 'Totaal'.

**Tabel 7 Specifiek kosten Case 1**

	stof	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	Totaal	
Huidige emissiewaarde	40	300	200	n.v.t.	mg/Nm <sup>3</sup>
Toekomstige emissiewaarde	20	275	60	n.v.t.	mg/Nm <sup>3</sup>
Toename investeringskosten	25.000	20.000	0	45.000	EUR
Toename specifieke investeringskosten	28,13	22,50	0,00	50,63	EUR/kW
Toename vaste O&M kosten	0,28	0,23	0,00	0,51	EUR/kW
Toename variabele O&M kosten	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	EUR/kWh
Toename brandstofkosten	gezamenlijk aspect			1,00	EUR/GJ

#### 4.1.2 Case 2 – 3000 kW<sub>th</sub>

##### *Huidige situatie*

Case 2 omvat een 3000 kW<sub>th</sub> biomassa ketel die thans zou worden gestookt op diverse soorten biomassa waarmee een NO<sub>x</sub> emissiewaarde van 275 mg/Nm<sup>3</sup> en een SO<sub>2</sub> emissiewaarde van 200 mg/Nm<sup>3</sup> kan worden gegarandeerd. De ketel is voorzien van een E-filter, waarmee een emissiewaarde van 20 mg/Nm<sup>3</sup> kan worden gegarandeerd.

##### *Mogelijke toekomstige situatie onder invloed van de gestelde verscherping.*

De installatie van Case 2 zal onder invloed van de gestelde verscherping in de toekomst in de meeste gevallen waarschijnlijk op geselecteerde brandstoffen worden gestookt waarmee in combinatie met SNCR een NO<sub>x</sub> emissiewaarde van 145 mg/Nm<sup>3</sup> worden gegarandeerd. De SO<sub>2</sub> emissiewaarde kan op basis van deze brandstoffen worden gegarandeerd op 60 mg/Nm<sup>3</sup>. Een doekenfilter moet een stofemissie garanderen van minder dan 5 mg/Nm<sup>3</sup>.

De *toename* in investeringskosten ten opzichte van de huidige situatie is toe te schrijven aan:

- Het toepassen van SNCR: EUR 100.000,--

De specifieke investeringen stijgen hierdoor met 30 EUR/kW. De toepassing van een doekenfilter in plaats van een E-filter geeft bij installaties van deze omvang geen significante verhoging van de investeringskosten.

De toename in vaste O&M kosten is toe te schrijven aan het extra onderhoud van de SNCR installatie. Het reguliere onderhoud aan het doekenfilter (exclusief de vervanging van de doeken) is vergelijkbaar met dat van een E-filter en leidt niet tot additionele vaste O&M kosten.

De toename van de variabele O&M kosten is toe te schrijven aan:

- De inzet van ureum in de SNCR installatie
- Het extra elektriciteitsverbruik door de drukval over het doekenfilter
- De vervangen van doeken van het doekenfilter.

De belangrijke toename van de brandstofkosten wordt veroorzaakt door inzet van een schonere brandstof, waarbij wordt aangenomen dat de specifieke brandstofkosten van 5 EUR/GJ naar 6 EUR/GJ zullen stijgen.

Een overzicht van de verandering in diverse (specifieke) kosten is weergegeven Tabel 8.

**Tabel 8 Specifieke kosten Case 2**

	stof	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	Totaal	
Huidige emissiewaarde	20	275	200	n.v.t.	mg/Nm <sup>3</sup>
Toekomstige emissiewaarde	5	145	60	n.v.t.	mg/Nm <sup>3</sup>
Toename investeringskosten	0	100.000	0	100.000	EUR
Toename specifieke investeringskosten	0,00	30,00	0,00	30,00	EUR/kW
Toename vaste O&M kosten	0,00	1,08	0,00	1,08	EUR/kW
Toename variabele O&M kosten	0,0018	0,0002	0,0000	0,0020	EUR/kWh
Toename brandstofkosten	gezamenlijk aspect			1,00	EUR/GJ

### 4.1.3 Case 3 – 10 MW

#### Huidige situatie

Case 3 omvat een 10 MW<sub>th</sub> biomassa ketel die thans zou worden gestookt op chips. De installatie is voorzien van SNCR en een doekenfilter, waarmee een NO<sub>x</sub> emissie van 145 mg/Nm<sup>3</sup> en een stof emissie van 5 mg/Nm<sup>3</sup> kan worden gegarandeerd. De SO<sub>2</sub> emissie bedraagt veel minder dan de emissiegrenswaarde van 200 mg/Nm<sup>3</sup>.

#### Mogelijke toekomstige situatie onder invloed van de gestelde verscherping

Case 3 zal onder invloed van de gestelde verscherping in de toekomst in de meeste gevallen waarschijnlijk op chips of shreds worden gestookt en worden voorzien van een doekenfilter en een SNCR+SCR installatie waarmee een NO<sub>x</sub> emissie van 100 mg/Nm<sup>3</sup> en een stof emissie van 5 mg/Nm<sup>3</sup> kan worden gegarandeerd. De SO<sub>2</sub> emissie zal doortoepassing van sorbent injectie op het doekenfilter gegarandeerd worden op 60 mg/Nm<sup>3</sup>, ook bij inzet van brandstoffen met een verhoogd zwavelgehalte.

De *toename* in investeringskosten ten opzichte van de huidige situatie is toe te schrijven aan:

- Het toepassen van SCR: EUR 750.000,--

De specifieke investeringen stijgen hierdoor met ruim 67 EUR/kW.

De toename in vaste O&M kosten is toe te schrijven aan het extra onderhoud van de SCR installatie. De aanzienlijk toename van de variabele O&M kosten is toe te schrijven aan de inzet van ureum in de SCR installatie, het extra verbruik van elektriciteit door de drukval over de SCR installatie en het vervangen van gedeactiveerde katalysatorpakketten.

Een overzicht van de verandering in diverse (specifieke) kosten is weergegeven Tabel 9.

**Tabel 9 Specifieke kosten Case 3**

	stof	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	Totaal	
Huidige emissiewaarde	5	145	200	n.v.t.	mg/Nm <sup>3</sup>
Toekomstige emissiewaarde	5	100	60	n.v.t.	mg/Nm <sup>3</sup>
Toename investeringskosten	0	750.000	0	750.000	EUR
Toename specifieke investeringskosten	0,00	67,50	0,00	67,50	EUR/kW
Toename vaste O&M kosten	0,00	0,40	0,00	0,40	EUR/kW
Toename variabele O&M kosten	0,0000	0,0013	0,0000	0,0013	EUR/kWh
Toename brandstofkosten	gezamenlijk aspect			0,00	EUR/GJ

## 4.2 Impact op de onrendabele top

Met de kosten voor CAPEX en OPEX, overeenkomstig tabel 7-9, zijn onrendabele top berekeningen uitgevoerd. Hierbij is gebruik gemaakt van de webversie van het onrendabele topmodel van PBL (versie sde\_conceptadvies\_website\_0\_RVObioketels.xlsx). De resultaten zijn weergegeven in Tabel 10.

**Tabel 10 Resultaten berekening effect op onrendabele top**

Categorienummer	Jaarlijks subsidiabele vollasturen	Delta basisbedrag huidige brandstofkwaliteit (EUR/kWh)	Delta basisbedrag verbeterde brandstofkwaliteit (EUR/kWh)
Categorie 1 – 800 kW <sub>th</sub>	3000	0.0024	0.0066
Categorie 2 – 3000 kW <sub>th</sub>		0.0038	0.0080
Categorie 3 – 10 MW <sub>th</sub>	7000	0.0027	-

Bij de berekeningen dient opgemerkt te worden dat het conceptadvies SDE++ 2021 slechts één categorie heeft voor ketels op vaste of vloeibare biomassa met een uitgaand vermogen van 0,5 - 5 MW<sub>th</sub>. Deze categorie heeft een referentievermogen van 950 kW<sub>th</sub> en maakt als zodanig geen onderscheid in rookgasreinigingstechnieken. Dit is reeds beschreven in hoofdstuk twee.

Op basis van bovenstaande kan geconcludeerd worden dat de invloed op het basisbedrag ten gevolge van aanvullende generiek beschikbare en in de meeste gevallen technisch toepasbare maatregelen beperkt is tot 0,2-0,4 ct/kWh. Een mogelijk groter effect op het basisbedrag is de noodzaak om biomassa met een zeer laag stikstofgehalte te verstoren. Het exacte effect is afhankelijk van de prijs van de toe te passen biomassa. Bepaling van een (nauwkeurige) prijs van deze brandstofpakketten valt buiten de kaders van het onderzoek.

## 5 CONCLUSIES

DNV GL en ProBiomass hebben voor RVO een onderzoek gedaan naar emissie reducerende technieken voor op biomassa gestookte nieuwbouwinstallaties, en hebben daarbij gekeken naar technieken die commercieel en generiek beschikbaar zijn bij meerdere aanbieders. De volgende randvoorwaarden zijn gehanteerd voor de mogelijkheid dergelijke technieken toe te passen:

- Ze zijn generiek beschikbaar en op korte termijn inpasbaar
- Ze zijn in de praktijk uitvoerbaar
- Ze zijn betaalbaar
- Er worden prestatiegaranties door leveranciers op afgegeven.

De maatregelen gaan verder dan de maatregelen die op dit moment reeds toegepast worden, en zijn nodig om een daling in emissies te bewerkstelligen.

Voor nieuwbouwinstallaties zijn op basis van deze uitgangspunten technieken beschikbaar die:

- Binnen de categorie 0,5 - 1 MW<sub>th</sub> en de categorie 1 - 5 MW<sub>th</sub> een verlaging van de specifieke emissie van stof kan bewerkstellingen
- Binnen de categorieën 0,5 - 1 MW<sub>th</sub>, 1 - 5 MW<sub>th</sub> en 5 - 10 MW<sub>th</sub> een verlaging van de specifieke emissie van NO<sub>x</sub> kan bewerkstellingen al dan niet in combinatie met aanpassing van het brandstofpakket
- Binnen de categorieën 0,5 - 1 MW<sub>th</sub>, 1 - 5 MW<sub>th</sub> en 5 - 10 MW<sub>th</sub> een verlaging van de specifieke emissie van SO<sub>2</sub> kan bewerkstellingen (voornamelijk) afhankelijk van het brandstofpakket en eventueel in combinatie met bicarbonaatinjectie.

Daar waar een SNCR of SCR installatie toegepast wordt is er sprake van NH<sub>3</sub> slip. Het realiseren van een beperkte extra reductie van NO<sub>x</sub> ten koste van een extra emissie van NH<sub>3</sub> is ongewenst in verband met de depositie van stikstof.

Voor bestaande installaties zijn er mogelijkheden voor de vermindering van specifieke stof-emissies bij kleine installaties (0,5 - 1 MW<sub>th</sub>). Voor deze ketels bestaat de mogelijkheid om een E-filter te plaatsen, indien deze in de huidige configuratie ontbreekt en indien er hiervoor voldoende ruimte aanwezig is. Emissiereductie van NO<sub>x</sub> is bij bestaande ketels nauwelijks mogelijk.

Tevens is een doorrekening gemaakt wat een eventueel effect is op het SDE++ basisbedrag indien deze maatregelen zouden worden doorgevoerd en verrekend worden in het basisbedrag. Deze verhoging is beperkt. Eventuele eisen aan brandstofpakketten verdient de aandacht. Bepaling van een (nauwkeurige) prijs van deze brandstofpakketten valt buiten de kaders van het onderzoek.

## 6 REFERENTIES

- [Activiteitenbesluit 2020] <https://wetten.overheid.nl/BWBR0022762/2020-07-01>
- [InfoMil 2020] <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/lucht/digitale-ener/emissiegrenswaarden/anorganische-stoffen/>
- [PBL 2020] Planbureau voor de Leefomgeving, Eindadvies basisbedragen SDE++ 2020, PBL-publicatienummer: 3526, 11 februari 2020.
- [Staatscourant 2020] Staatscourant van het Koninkrijk der Nederlanden, Regeling van de Minister van Economische Zaken en Klimaat van 11 maart 2020, nr. WJZ/20030806, houdende aanwijzing van categorieën van productie-installaties voor de stimulering van duurzame energieproductie in het voorjaar van 2020 (Regeling aanwijzing categorieën duurzame energieproductie voorjaar 2020), Staatscourant 2020-14196, 12 maart 2020.



## **OVER DNV GL**

DNV GL is een wereldwijd bedrijf voor kwaliteitsborging en risicobeheer. Vanuit haar streven leven, bezit en het milieu te beschermen stelt DNV GL organisaties in staat de veiligheid en duurzaamheid van hun activiteiten te bevorderen. DNV GL biedt classificering en technische borging, naast software en onafhankelijk, deskundig advies voor de maritieme, de olie- en gasindustrie, energiecentrales en de duurzame energiesector. Daarnaast biedt het bedrijf certificeringsservices en datamanagement voor klanten in uiteenlopende sectoren. Onze medewerkers zijn actief in meer dan 100 landen over de hele wereld en streven ernaar klanten te helpen de wereld veiliger, slimmer en groener te maken.