

Notitie noodzaak en mogelijkheden  
productiebeperving Nederlandse kolencentrales  
in de periode 2021-2024



Bart Visser, Tuuli Tiihonen en John Kerkhoven

15 december 2020

# Inhoudsopgave

Samenvatting .....	2
Inleiding.....	5
Effect van 35% en 25% productiebeperking op emissies.....	6
Geen opgelegde verlaging stroomproductie kolencentrales door productie-beperking op kolenstook van 35% op jaarbasis t.o.v. 2020 .....	6
De emissiereductie van een productiebeperking van 25% t.o.v. 35% is ongeveer 1 Mton .....	7
Efficiëntie bij lage deellast kolencentrales.....	10
Productiebeperking verplicht centrales niet op lage deellast te draaien .....	10
Centrales draaiden in het verleden al veelvuldig vrijwillig op lage deellast .....	10
Bijstook overige reststromen .....	13
Verwerking van reststromen bij de Maasvlakte 3 centrale bij een 25% capaciteitsbeperking .....	13
Vlees- en beendermeel is een potentiële brandstof voor cementovens.....	13
Zware fracties kunnen in een AVI worden verbrand.....	14
Bronnen .....	15
Bijlage 1: Vooruitzicht opwek Nederlandse kolencentrales .....	16
Bijlage 2: Toelichting kolenverbruik 2020.....	19
Bijlage 3: Opwek data van Maasvlakte 3 (Uniper) en Eemshaven A en B (RWE).....	20
Bijlage 4: Excel model met data en grafieken t.b.v. deze analyses in dit rapport .....	21

## Samenvatting

Op verzoek van Urgenda heeft Kalavasta onderzocht wat de implicaties zijn van het wetsvoorstel dat minister Wiebes op 8 december 2020 bij de Tweede Kamer heeft ingediend, waarin wordt aangegeven dat de Minister gaat voor een productiebeperking van 35% voor de resterende kolencentrales t.o.v. hun maximale capaciteit. Dit voorstel is ingediend als aanvullende maatregel om ook na 2020 te blijven voldoen aan het Urgenda vonnis.

Eerder was er tijdens de consultatierondes sprake van een bandbreedte van 25-35%. Voor de keuze van de mate van productiebeperking is in de brief aan de Kamer de volgende redenering naar voren gebracht (Wiebes, 2020, 9 dec):

*“In het wetsvoorstel voor de productiebeperking van de kolencentrales dat begin augustus in consultatie is gebracht, was voor de mate van productiebeperking een bandbreedte opgenomen (25 – 35%). Toen was nog niet alle informatie beschikbaar om het precieze percentage vast te kunnen stellen. In het wetsvoorstel dat inmiddels bij de Kamer is ingediend, heb ik de productiebeperking op 35% moeten vaststellen. Een lager percentage blijkt in ieder geval bij één centrale technisch niet mogelijk, omdat overige restproducten dan niet in de centrale kunnen worden verbrand overeenkomstig een daartoe voor de centrale bestaande verplichting. Daarnaast neemt bij een percentage onder de 35% de CO<sub>2</sub>-uitstoot per MWh toe door de sterk dalende efficiëntie van de centrale bij een dermate lage deellast.”*

Na bestudering van het voorstel valt het volgende op:

- De 35% geldt alleen voor kolenstook;
- De 35% geldt alleen op jaarbasis;
- De 35% zou noodzakelijk zijn om te voorkomen dat kolencentrales op een té lage deellast moeten draaien;
- De 35% zou noodzakelijk zijn voor het kunnen bijstoken van restproducten vanwege een bestaande verplichting bij één centrale.

Dit wetsvoorstel levert de volgende mogelijkheden op voor de resterende Maasvlakte 3 (Uniper) en Eemshaven (RWE) centrales voor de periode 2021-2024:

- Hogere capaciteitsbenutting dan 35% door biomassa bij te stoken is mogelijk. De centrales kunnen op jaarbasis een capaciteitsfactor van 48%<sup>1</sup> behalen waarvan 35% kolenstook en 13% biomassa bijstook. Biomassa geldt hier als een brandstof met administratief 0% CO<sub>2</sub> emissies.
- De productiebeperking van 35% gaat over de jaarlijkse opwek, en biedt eigenaren van de kolencentrales de ruimte om zelf te kiezen hoe deze opwek over het jaar wordt verdeeld. Zo is het binnen een productiebeperking van 35% bijvoorbeeld mogelijk om gedurende de helft van het jaar op 70% kolenvermogen te draaien, en de andere helft van het jaar uit te staan.

---

<sup>1</sup> Capaciteitsfactor is: jaarlijkse opwek gedeeld door de maximale opwek die kan worden gerealiseerd wanneer een centrale het hele jaar door op maximaal vermogen draait. Een centrale die bijvoorbeeld de helft van het jaar op half vermogen draait en de rest van het jaar uit staat heeft dus een capaciteitsfactor van 25%.

In dit onderzoek laten we zien dat:

1. Het verschil in emissiereductie tussen 25% en 35% kolengestookte productiebeperking ongeveer 1 Mton per jaar is.

- In 2020 zijn er emissies van de kolencentrales van 6,4 Mton<sup>2</sup>.
- In 2021 varieert dit tussen de 5.4 (incl. maximale gesubsidieerde biomassa bijstook) en 6.6 Mton (zonder biomassa bijstook) voor een 35% kolengestookte productiebeperking, waarbij een situatie richting 5.4 Mton logischer is dan 6.6 Mton, vanwege de subsidie op biomassa bijstook<sup>3</sup>.
- Voor 2021 bij een 25% kolengestookte productiebeperking is dit 4,5 Mton (incl. maximale gesubsidieerde biomassa bijstook) en 5.6 Mton (zonder biomassa bijstook).
- Deze cijfers laten zien dat de 25% kolengestookte productiebeperking ongeveer 1 Mton extra emissiereductie geeft t.o.v. de situatie met 35% productiebeperking. Dit is voor Nederland als geheel een verschil van ongeveer 0,5% op jaarbasis t.o.v. 1990.

2. Kolengestookte productiebeperking van 25% of 35% betekent niet dat centrales ook op die percentages moeten draaien op enig moment.

- Het regelmatig aan- en uitschakelen van kolencentrales wordt ook zonder productiebeperkingen al veelvuldig gedaan. Zo zijn de kolencentrales Eemshaven en Maasvlakte 3 voortdurend aan- en uitgeschakeld gedurende de afgelopen twee jaar (zie Bijlage 3). Tussen 2016 en 2020 hebben deze centrales gemiddeld 30% van de tijd volledig uitgestaan (ENTSO-E, 2020).
- Als centrales 30% van de tijd uitstaan, kunnen ze bij een kolengestookte productiebeperking van 25% gedurende 70% van het jaar op meer dan 35% vermogen draaien. Dit is exclusief de bijstook van biomassa. Inclusief biomassa bijstook kan de capaciteitsfactor op basis van de gesubsidieerde volumes en de technisch maximale bijstook capaciteit (zie Tabel 2) nog eens ruim 10 procentpunt hoger zijn. Bij een kolengestookte productiebeperking van 25% kunnen de Eemshaven en Maasvlakte 3 centrales dus gedurende 70% van het jaar op ruim 45% vermogen draaien.

3. De betrokken kolencentrales in de Eemshaven en op de Maasvlakte hebben afgelopen 2 jaar veelvuldig gedurende langere tijd (>8 uur) op een lagere capaciteit dan 45% (incl. biomassa) en vele momenten op capaciteiten kleiner dan 30% (incl. biomassa) gedraaid. Hierbij zijn start/stop situaties van de centrales niet meegeteld.

- De Maasvlakte 3 centrale heeft in 2020 ruim 1600 uur op een vermogen van 45% of lager gedraaid, Eemshaven eenheid A bijna 600 uur en eenheid B meer dan 1200 uur. Het gaat hierbij om het elektrisch vermogen van de centrales. Dit is dus inclusief bijstook van biomassa. We hebben de data al gecompenseerd voor start/stop situaties door 16 uur na het opstarten van een centrale en 16 uur voor de stop van een centrale deze uren niet mee te nemen in de berekening.

---

<sup>2</sup> CBS (2020) kolenverbruik data t/m september 2020 aangevuld met berekening Kalavasta voor periode t/m december

<sup>3</sup> Deze berekening houdt rekening met de meer of minder uren die gascentrales in Nederland moeten draaien vanwege de productiebeperking van de kolenstook. Ook gaan we er hierbij vanuit dat de kolenstook tot aan het percentage productiebeperking wordt benut.

- Verder blijkt dat de centrales ook vele malen langer voor periodes langer dan 8 uur op een capaciteit (incl. biomassa) van minder dan 45% en zelfs minder dan 30% van hun uurcapaciteit te hebben gedraaid<sup>4</sup>.

4. Er zijn alternatieven voor het verbranden van Vlees- en beendermeel (MBM) en zware fracties. De geclaimde noodzaak lijkt dus eerder een financieel argument dan een technisch argument.

- De betrokken centrale kan eenvoudig 70% van de tijd op 40% of meer van zijn capaciteit draaien (incl. biomassa) bij een productiebeperking op kolenstook van 25% op jaarbasis, zodat de minimale temperaturen voor verbranding van MBM kunnen worden gehaald.
- Verder zijn er bestaande oplossingen om deze restproducten als de centrale uitstaat (ongeveer 30% van de tijd in 2016 en 2020) op te slaan of te verwerken in alternatieve verbrandingsovens (cementovens voor MBM en AVI's voor de zware fracties). Deze verbrandingsalternatieven zullen wel duurder zijn.

### **Conclusie**

Het is mogelijk om een productiebeperking van 25% kolenstook op jaarbasis op te leggen, zonder de betrokken centrales te verplichten om op een te laag efficiency niveau te opereren op uurbasis. De stelling dat tenminste 35% kolenstook gedurende het jaar nodig is voor de verbranding van reststromen lijkt niet aannemelijk, zeker niet omdat de opgelegde productiebeperking alleen het kolendeel betreft en op jaarbasis geldt. Daarnaast zijn er alternatieven voor de verbranding van de reststromen die in kolencentrales worden verstoekt. Dit lijkt dus eerder een financiële argument dan een technisch argument.

Kortom ons advies is om alsnog te overwegen om voor de 25% productiebeperking te gaan aangezien dit naar verwachting een significante jaarlijkse emissiereductie van ongeveer 0,5% zal opleveren of ongeveer 1 Mton op jaarbasis.

---

<sup>4</sup> Maasvlakte 3 (Uniper) draaide in 2020 bijna 60 keer langer dan 8 uur onder de 45% van het elektrisch piekvermogen. Eemshaven eenheden A en B (RWE) deden dit respectievelijk bijna 20 en 40 keer. Maasvlakte 3 draaide in 2020 zelfs 15 keer langer dan 8 uur onder de 30% van het elektrisch piekvermogen. Het gaat hier om elektrisch vermogen, waarbij ook biomassa kan zijn bijgestookt. We hebben de data al gecompenseerd voor start/stop situaties door 16 uur na het opstarten van een centrale en 16 uur voor de stop van een centrale deze uren niet mee te nemen in de berekening.

## Inleiding

Er ligt sinds 8 december 2020 een wetsvoorstel bij de Tweede Kamer waarin een productiebeperking van 35% voor de kolencentrales wordt voorgesteld om te voldoen aan het Urgenda-vonnis. Eerder was er sprake van een bandbreedte van 25-35%. Voor de keuze van de mate van productiebeperking is in de brief aan de Kamer de volgende redenering naar voren gebracht (Wiebes, 2020, 9 dec):

*“In het wetsvoorstel voor de productiebeperking van de kolencentrales dat begin augustus in consultatie is gebracht, was voor de mate van productiebeperking een bandbreedte opgenomen (25 – 35%). Toen was nog niet alle informatie beschikbaar om het precieze percentage vast te kunnen stellen. In het wetsvoorstel dat inmiddels bij de Kamer is ingediend, heb ik de productiebeperking op 35% moeten vaststellen. Een lager percentage blijkt in ieder geval bij één centrale technisch niet mogelijk, omdat overige restproducten dan niet in de centrale kunnen worden verbrand overeenkomstig een daartoe voor de centrale bestaande verplichting. Daarnaast neemt bij een percentage onder de 35% de CO<sub>2</sub>-uitstoot per MWh toe door de sterk dalende efficiëntie van de centrale bij een dermate lage deellast.”*

Bij nadere bestudering van het voorstel komt naar voren dat de productiebeperking alleen geldt voor verbranding van kolen, en dus niet voor de totale stroomproductie door kolencentrales. Dit houdt in dat de centrales steenkool kunnen vervangen voor biomassa om het gewenste productieniveau te bereiken. Ook geldt de 35% op jaarbasis en niet op enig moment! Dit heeft belangrijke implicaties voor de resulterende CO<sub>2</sub> emissies in de komende jaren en de robuustheid van de redenering achter de keuze voor een productiebeperking van 35%.

In het eerste hoofdstuk van dit rapport laten we zien dat een productiebeperking van 35% van de kolenstook op jaarbasis leidt tot een ongeveer 1 Mton hogere CO<sub>2</sub> emissie dan een productiebeperking van 25%.

In het tweede hoofdstuk gaan we in op de claim dat de CO<sub>2</sub>-uitstoot per MWh zal toenemen wanneer er een productiebeperking wordt opgelegd die lager is dan 35% stroomproductie uit kolen. We argumenteren dat een productiebeperking van 25% kan worden gehonoreerd zonder langdurig op een te laag vermogen te draaien.

Tenslotte stellen we in het laatste hoofdstuk dat het claimen van overige restproducten als reden voor een must-run status op 35% niet robuust is.

## Effect van 35% en 25% productiebeperking op emissies

In de kamerbrief wordt gesproken over een productiebeperking van 35% (Wiebes, 2020, 9 dec). Deze limiet geldt alleen voor de elektriciteitsproductie met behulp van kolen, zoals te lezen is in het wetsvoorstel 'Wijziging van de Wet verbod op kolen bij elektriciteitsproductie in verband met beperking van de CO<sub>2</sub>-emissie' (Wiebes, 2020, 8 dec). Dit betekent dat kolencentrales meer dan 35% van hun elektriciteitsproductievermogen kunnen produceren wanneer ook bijstook van biomassa wordt meegeteld.

In dit hoofdstuk wordt inzicht gegeven in het effect van een kolengestookte productiebeperking van zowel 35% en 25% op het aantal draaiuren (in termen van de capaciteitsfactor), kolenverbruik en CO<sub>2</sub> emissies voor het jaar 2021.

Geen opgelegde verlaging stroomproductie kolencentrales door productiebeperking op kolenstook van 35% op jaarbasis t.o.v. 2020

Tabel 1 laat zien wat de capaciteitsfactoren<sup>5</sup> waren in 2020 op basis van openbare data van het 'Transparency' platform van ENTSO-E (2020). Ook laat de tabel zien wat de maximaal mogelijke capaciteitsfactoren van de actieve Nederlandse kolencentrales in 2021 kunnen zijn bij een kolengestookte productiebeperking van 35% of 25%. Bij de kolengestookte productie wordt ook bijstook van biomassa opgeteld. Hiervoor is rekening gehouden met het jaarlijks gesubsidieerde volume vanuit SDE+ en de technische bijstook limiet per centrale (zie Tabel 2).

We gaan er voor 2021 van uit dat de Riverstone-centrale gesloten blijft, hetzij vanwege reparatie, hetzij vanwege de overheid die de centrale een subsidie betaalt om permanent te sluiten. De Amercentrale stookt zoveel biomassa dat een productiebeperking voor kolenstook met alle waarschijnlijkheid geen invloed zal hebben op de jaarlijkse stroomproductie in 2021. We nemen aan dat de capaciteitsfactor voor de Amercentrale in 2021 gelijk blijft aan 2020, en dat de centrale 80% biomassa stookt. Tenslotte hebben we geen rekening gehouden met rendementsverlies van kolenstook wanneer biomassa wordt bijgestookt. Dit verschilt sterk per type centrale maar zit in de ordegrrootte van circa 1%.

	Amer-centrale RWE	Eemshaven A RWE	Eemshaven B RWE	Maasvlakte 3 Uniper	Maasvlakte Riverstone	Gewogen gemiddelde	Gewogen Gemiddelde zonder Riverstone
2020	66%	16%	28%	51%	0.2%	33%	<b>40%</b>
2021	66%	48%	48%	48%	0%	42%	<b>51%</b>
Scenario 35%*	(13%)	(35%)	(35%)	(35%)	(0%)	(25%)	(31%)
2021	66%	36%	36%	36%	0%	34%	<b>42%</b>
Scenario 25%*	(13%)	(25%)	(25%)	(25%)	(0%)	(19%)	(23%)

Tabel 1. De capaciteitsfactoren van actieve Nederlandse kolencentrales. Voor 2021 zijn twee scenario's geschetst waarin productiebeperkingen van 35% en 25% zijn opgelegd. Data voor 2020 zijn voor Januari t/m November

\*Getal tussen () is de capaciteitsfactor exclusief de bijstook van biomassa.

Uit Tabel 1 laatste kolom blijkt dat een kolengestookte productiebeperking van 35% ruimte biedt voor een ruime stijging van de elektriciteitsopwekking door kolencentrales in 2021 t.o.v. 2020 (exclusief de Riverstone centrale). Zelfs bij een productiebeperking van 25% is er nog ruimte voor een lichte stijging (exclusief de Riverstone centrale). De kans dat deze stijgingen werkelijkheid zullen worden is reëel. Dit komt doordat de marginale kosten in de

<sup>5</sup> Capaciteitsfactor is: jaarlijkse opwek gedeeld door de maximale opwek die kan worden gerealiseerd wanneer een centrale het hele jaar door op maximaal vermogen draait. Een centrale die bijvoorbeeld de helft van het jaar op half vermogen draait en de rest van het jaar uit staat heeft dus een capaciteitsfactor van 25%

elektriciteitssector zich rond september 2020 in het voordeel van kolen hebben ontwikkeld, wat ook terug te zien is in de stijging van kolengestookte elektriciteitsopwekking in deze periode<sup>6</sup>. Dit wordt verder toegelicht in Bijlage 1 van dit rapport.

	<i>Amercentrale RWE</i>	<i>Eemshaven A RWE</i>	<i>Eemshaven B RWE</i>	<i>Maasvlakte 3 Uniper</i>
<i>Capaciteit [MW<sub>e</sub>]</i>	631 (ENTSO-E, 2020)	790 (ENTSO-E, 2020)	790 (ENTSO-E, 2020)	1.070 (ENTSO-E, 2020)
<i>Volume bijstook subsidie [GWh<sub>e</sub>]</i>	3.213 (RVO, 2020, sept)	894 (RVO, 2020, sept)	894 (RVO, 2020, sept)	1.193 (RVO, 2020, sept)
<i>Bijstook technisch [max % van vermogen]</i>	80% (RWE, 2020)	30% (m.e.r., 2020)	30% (m.e.r., 2020)	30% (Flux Energie, 2016)

Tabel 2. Aannames voor de 2021 scenario's

De emissiereductie van een productiebeperking van 25% t.o.v. 35% is ongeveer 1 Mton

Op basis van Tabel 1 kan worden geconcludeerd dat bij een productiebeperking van 35% de totale opwek van kolencentrales in 2021 kan toenemen t.o.v. 2020. Dit komt doordat de productiebeperking alleen geldt voor kolen, en niet voor de bijstook van biomassa. Nu kijken we naar het te verwachten kolenverbruik en de resulterende CO<sub>2</sub> emissies voor 2021.

Tabel 3 en 4 laten het kolenverbruik in 2020 en het maximaal mogelijke kolenverbruik in 2021 bij een kolengestookte productiebeperking van 35% en 25% zien. Op basis hiervan zijn de directe CO<sub>2</sub> emissies door verbranding van steenkool berekend. Tenslotte wordt in deze tabellen ook de netto CO<sub>2</sub> emissies weergegeven, waarbij is gecompenseerd voor het feit dat bij verandering van elektriciteitsopwekking door kolencentrales stroom elders meer of minder moet worden geproduceerd. Hiervoor is een met betrekking tot emissiereductie conservatieve aanname gedaan dat compensatie in Nederland gebeurt door gascentrales. We hebben dus niet de optimistische aanname gedaan dat stroom extra wordt geïmporteerd bij het verlagen van de productiecapaciteit van de kolencentrales, waardoor er in Nederland geen extra emissies plaatsvinden. Voor de volledigheid in het kader van de berekening van de Nationale broeikasgasemissies telt biomassa bijstook administratief als een energiebron zonder CO<sub>2</sub> emissies.

In Tabel 3 wordt aangenomen dat er geen bijstook in de kolencentrales zal plaatsvinden (m.u.v. de Amercentrale). In Tabel 4 daarentegen wordt gerekend met de aanname dat de SDE+ biomassa bijstook subsidies volledig worden benut. Dit geeft de bandbreedte waarbinnen de emissies kunnen veranderen. In beide tabellen wordt aangenomen dat binnen de productiebeperkingen de maximaal toegestane hoeveelheden kolen worden gestookt.

<sup>6</sup> Er is geen manier om de kolenprijzen en gasprijzen 12 maanden vooruit exact te schatten en dus blijven er grote onzekerheden over in welke mate gas- of kolencentrales zullen worden ingezet voor elektriciteitsproductie in 2021.



	Kolenverbruik (kton)	CO <sub>2</sub> emissies door steenkool (Mton)	CO <sub>2</sub> emissies door steenkool inclusief meer of minder draaiuren van gascentrales (Mton) exclusief biomassa
2020	2.708	6,4	
2021 Scenario 35%	2.795	6,6	6,5
2021 Scenario 25%	2.069	4,9	5,6

Tabel 3. Kolenverbruik en CO<sub>2</sub>-uitstoot van Nederlandse kolencentrales exclusief bijstook van biomassa in 2020 en in de twee scenario's voor 2021 (kolenverbruik voor oktober, november en december 2020 wordt geëxtrapoleerd vanaf september 2020 vanwege beperkte beschikbaarheid van gegevens)

	Kolenverbruik (kton)	CO <sub>2</sub> emissies door steenkool (Mton)	CO <sub>2</sub> emissies door steenkool inclusief meer of minder draaiuren van gascentrales (Mton), inclusief maximale bijstook van biomassa
2020	2.708	6,4	
2021 Scenario 35%	2.795	6,6	5,4
2021 Scenario 25%	2.069	4,9	4,5

Tabel 4. Kolenverbruik en CO<sub>2</sub>-uitstoot van Nederlandse kolencentrales bij maximale bijstook van biomassa in 2020 en in de twee scenario's voor 2021 (kolenverbruik voor oktober, november en december 2020 wordt geëxtrapoleerd vanaf september 2020 vanwege beperkte beschikbaarheid van gegevens)

In 2020 zijn er emissies van de kolencentrales van 6,4 Mton (actuele cijfers januari-september, schatting voor oktober-december, zie hiervoor Bijlage 2). In 2021 varieert dit tussen de 5.4 en 6.6 Mton voor een 35% kolengestookte productiebeperking, waarbij een situatie richting 5.4 logischer is dan 6.6 vanwege de subsidiering van de biomassa bijstook. Voor 2021 bij een 25% productiebeperking is dit 4,5 – 5.6 Mton. Deze cijfers laten zien dat de 25% productiebeperking ongeveer 1 Mton extra emissiereductie geeft t.o.v. de situatie met 35% productiebeperking. Dit is ongeveer voor Nederland als geheel een verschil van ongeveer 0,5% op jaarbasis t.o.v. 1990.

#### *Aannames bij de berekeningen:*

*Het kolenverbruik in 2020 is gebaseerd op het kolenverbruik door energiebedrijven volgens data van het CBS (2020). Deze data is beschikbaar t/m september en is daarom geëxtrapoleerd voor de drie resterende maanden van 2020 op basis van het kolenverbruik in september. Extra toelichting achter deze aanname is gegeven in Bijlage 2 van dit rapport. Voor 2021 is het kolenverbruik berekend aan de hand van de kolengestookte capaciteitsfactoren uit Tabel 1, de capaciteit per centrale uit Tabel 2, de efficiëntie per centrale (42% voor de Amercentrale, 46% voor overige centrales) en de gemiddelde stookwaarde van steenkool. Het rendementsverlies van kolenstook bij bijstook van biomassa is niet meegerekend. Dit heeft geen effect op het kolenverbruik omdat de productiebeperking in termen van CO<sub>2</sub> emissies geldt en niet in termen van elektriciteitsopwekking.*

*Om de gemiddelde stookwaarde van door kolencentrales gebruikte steenkool te bepalen hebben we de gegevens voor het kolenverbruik van het CBS vergeleken met de gegevens over de output van kolencentrales van ENTSO-E en de efficiëntie van de centrales (zie Tabel 3, voor de resterende centrales hebben we een efficiëntie van 42% aangenomen). We hebben een goede fit gevonden bij een gemiddelde energie-inhoud van 25 MJ/kg steenkool. Dit werd gedaan voor de jaren 2015-2016 waar geen biomassa werd bijgestoken. Deze waarde komt overeen met de stookwaarde van 'Overige bitumineuze steenkool', in de Nederlandse lijst van energiedragers van het RVO (2020, jan).*

*De jaarlijkse CO<sub>2</sub> emissies als gevolg van de verbranding van steenkool zijn berekend op basis van een emissiefactor van 94 kg CO<sub>2</sub>/GJ (RVO, 2020, sept). Deze emissiefactor is conform de emissie-omrekenfactoren van 7,06/6,44 (voor 42/46% efficiënte centrales) gebruikt in het wetsvoorstel (Wiebes, 2020, 8 dec).*

*Tenslotte wordt voor gasgestookte elektriciteitsopwekking gerekend met een gemiddelde efficiëntie van 58% en een emissiefactor van 56.6 kg CO<sub>2</sub>/GJ aardgas (RVO, 2020, jan). De delta in emissies worden berekend door het verschil in de gewogen gemiddelde capaciteitsfactor tussen een 2021 scenario en 2020 uit Tabel 1 te vermenigvuldigen met de totale kolengestookte capaciteit van in Tabel 2 (capaciteit Riverstone is 731 MW). Dit wordt vermenigvuldigd met het aantal uren per jaar (8760), gedeeld door de gemiddelde efficiëntie van gascentrales, vermenigvuldigd met de emissiefactor van aardgas, vermenigvuldigd met 3,6 en daarna gedeeld door 10<sup>9</sup> om uit te komen op CO<sub>2</sub> emissies in Mton. Voor het scenario 35% in 2021 ziet deze som er als volgt uit:*

*Delta CO<sub>2</sub> gas = (0,328-0,421)\*(631+790+790+1070+731)\*8760/0,58\*56,6\*3,6/10<sup>9</sup> = -1,14 Mton.*

## Efficiëntie bij lage deellast kolencentrales

In het vorige hoofdstuk is omschreven wat het effect is van een kolengestookte productiebeperking van zowel 35% als 25% is op kolengebruik en CO<sub>2</sub>-emissies. In de kamerbrief wordt de keuze van 35% toegelicht. Eén van de argumenten die hierbij wordt aangehaald luidt:

*“Daarnaast neemt bij een percentage onder de 35% de CO<sub>2</sub>-uitstoot per MWh toe door de sterk dalende efficiëntie van de centrale bij een dermate lage deellast.”*

In dit hoofdstuk onderzoeken we deze bewering.

### Productiebeperking verplicht centrales niet op lage deellast te draaien

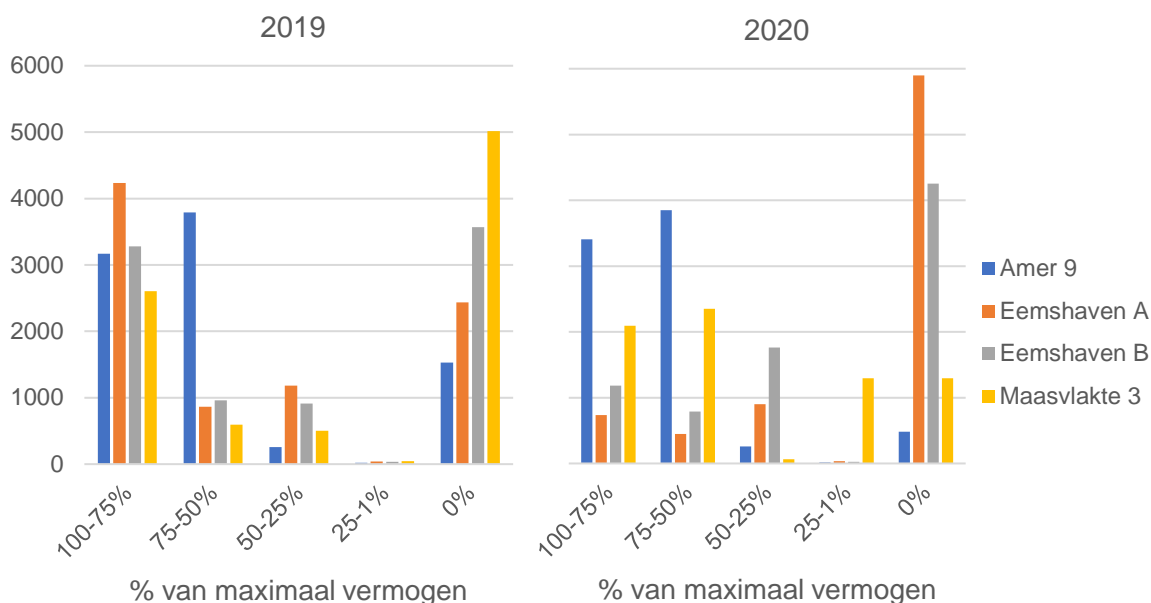
In het bovenstaande argument is de verborgen aanname gemaakt dat een productiebeperking kolencentrales verplicht om op een laag vermogen te draaien. De productiebeperking gaat echter over de jaarlijkse opwek, en biedt eigenaren van de kolencentrales de ruimte om zelf te kiezen hoe deze opwek over het jaar wordt verdeeld. Zo is het binnen een productiebeperking van 35% bijvoorbeeld mogelijk om gedurende de helft van het jaar op 70% kolenvermogen te draaien, en de andere helft van het jaar uit te staan.

Het regelmatig aan- en uitschakelen van kolencentrales wordt ook zonder productiebeperkingen al veelvuldig gedaan. Zo zijn de kolencentrales Eemshaven en Maasvlakte 3 voortdurend aan- en uitgeschakeld gedurende de afgelopen twee jaar (zie Bijlage 3). Tussen 2016 en 2020 hebben deze centrales gemiddeld 30% van de tijd volledig uitgestaan (ENTSO-E, 2020).

Als centrales 30% van de tijd uitstaan, kunnen ze bij een kolengestookte productiebeperking van 25% gedurende 70% van het jaar op meer dan 35% vermogen draaien. Dit is exclusief de bijstook van biomassa. Bijstook van biomassa biedt op basis van de gesubsidieerde volumes en de technisch maximale bijstook capaciteit (zie Tabel 2) ruimte voor gemiddeld ruim 10 procentpunt extra elektrisch productievermogen. Bij een kolengestookte productiebeperking van 25% kunnen de Eemshaven en Maasvlakte 3 centrales dus gedurende 70% van het jaar op ruim 45% elektrisch productievermogen draaien.

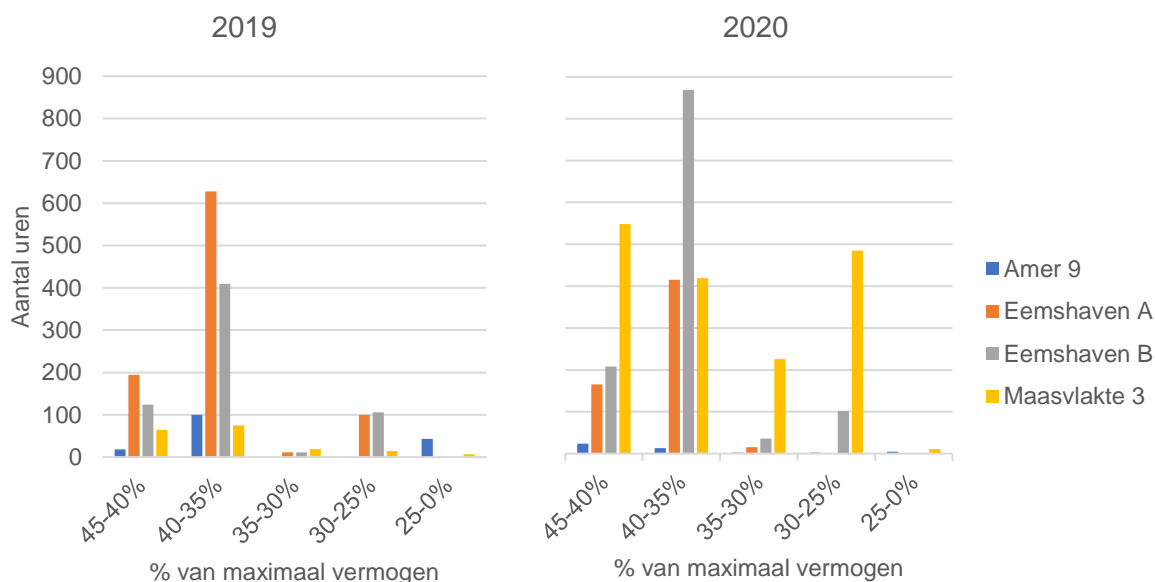
### Centrales draaiden in het verleden al veelvuldig vrijwillig op lage deellast

Zoals hierboven is uitgelegd, zorgt een kolengestookte productiebeperking van 35% of 25% er niet voor dat kolencentrales daadwerkelijk het hele jaar op dit niveau hoeven te draaien. In praktijk kunnen kolencentrales bij een kolengestookte productiebeperking van 25% dus 70% van het jaar op 45% vermogen draaien (inclusief bijstook van biomassa). Hoe dit getal zich verhoudt met de historische activiteit van de actieve Nederlandse kolencentrales is weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1. Verdeling van aantal uren dat actieve Nederlandse kolencentrales op verschillende vermogen-niveaus hebben gedraaid in 2019 en 2020 (januari t/m november), inclusief bijstook van biomassa

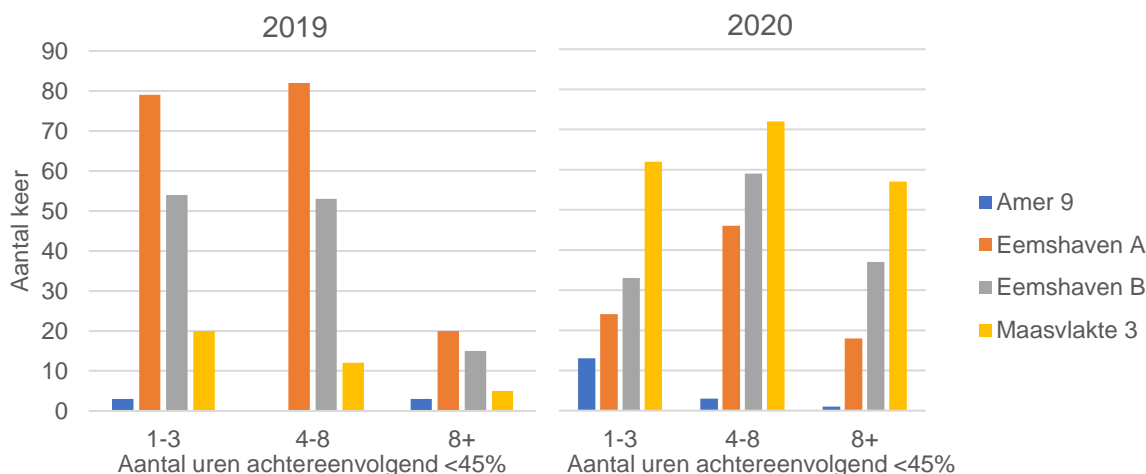
Hieruit blijkt dat de Eemshaven en Maasvlakte 3 centrales regelmatig op een niveau lager dan 50% draaien. Echter wordt dit mede veroorzaakt door momenten dat de kolencentrales helemaal uitstaan, of momenten dat ze opstarten of uitschakelen. Dit zegt niets over de technische mogelijkheid om gedurende een langere periode op een laag productieniveau te draaien. Om hier rekening mee te houden, wordt in Figuur 2 de uren dat de centrales opstarten en uitschakelen niet meegenomen. Alleen uren meer dan 16 uur voor- of na het opstarten/uitschakelen worden meegenomen.



Figuur 2. Aantal uren dat actieve Nederlandse kolencentrales op verschillende vermogens-niveaus hebben gedraaid, inclusief bijstook van biomassa, exclusief de uren dat centrales uit hebben gestaan of opstarten en uitschakelen. Voor de jaren 2019 en 2020 (januari t/m november)

Hieruit blijkt dat Maasvlakte 3 in 2020 ruim 1600 uur op een vermogen van 45% of lager heeft gedraaid, Eemshaven eenheid A bijna 600 uur en eenheid B meer dan 1200 uur. Het gaat hierbij om elektrisch vermogen van de centrales en dus mogelijk inclusief bijstook van

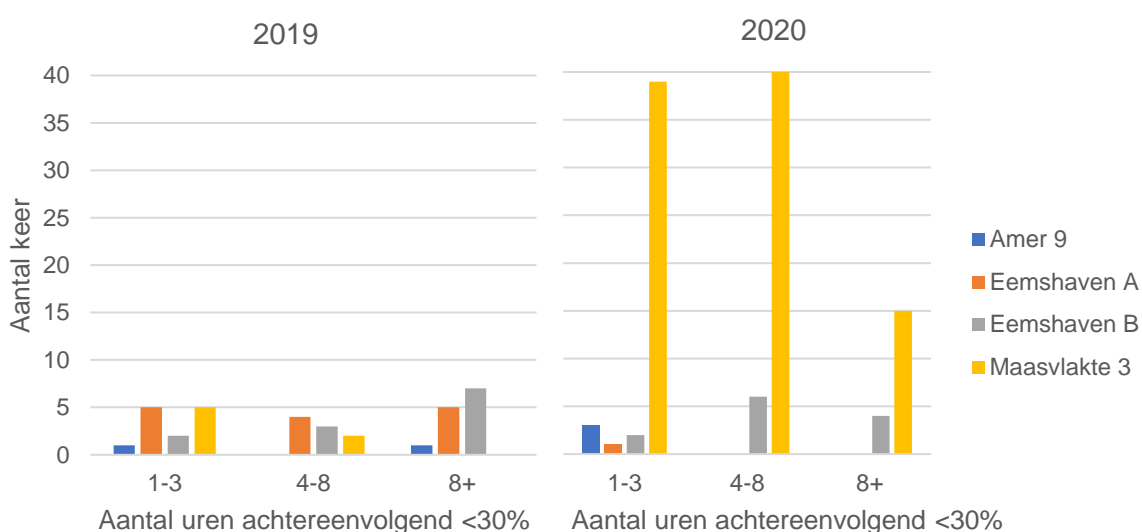
biomassa. Figuur 3 geeft inzicht in de tijdsduur dat deze centrales achtereenvolgens op deze vermogens-niveaus hebben gedraaid.



Figuur 3. Aantal uren dat actieve Nederlandse kolencentrales achtereenvolgend op een elektrisch vermogen-niveau lager dan 45% hebben gedraaid, inclusief bijstook van biomassa, exclusief de uren dat centrales uit hebben gestaan of opstarten en uitschakelen. Voor de jaren 2019 en 2020 (januari t/m november)

Zoals eerder uitgelegd biedt een kolengestookte productiebeperking van 25% deze centrales ruimte om gemiddeld op ruim 45% vermogen te draaien wanneer ze conform de historische trend 30% van de tijd geheel uitstaan en het volledige bijstook budget uit de SDE+ subsidie gebruiken. Uit Figuur 3 blijkt dat zowel de Eemshaven van RWE als Maasvlakte 3 van Uniper gedurende 2019 en 2020 al veelvuldig voor langere aaneengesloten periodes op een elektrisch vermogen-niveau lager dan 45% hebben gedraaid. Dit wijst erop dat de technische limitaties om te voldoen aan een productiebeperking van 25% op zijn minst beperkt zijn.

In Figuur 4 gaan we een stap verder, en kijken we naar de frequentie en tijdsduur dat de kolencentrales onder de 30% elektrisch vermogen hebben gedraaid. Vooral de Maasvlakte 3 centrale van Uniper heeft in 2020 regelmatig voor langere aaneengesloten periodes onder de 30% elektrisch vermogen gedraaid. Ook dit wijst er dus op dat er marktsituaties zijn waarbij het voor de eigenaren van de centrales aantrekkelijk is om stroom te produceren op lagere vermogensniveaus dan 35% kolenstook.



Figuur 4. Aantal uren dat actieve Nederlandse kolencentrales achtereenvolgend op een elektrisch vermogen-niveau lager dan 30% hebben gedraaid, inclusief bijstook van biomassa, exclusief de uren dat centrales uit hebben gestaan of opstarten en uitschakelen. Voor de jaren 2019 en 2020 (januari t/m november)

## Bijstook overige reststromen

Tenslotte wordt het verbranden van overige restproducten in de kamerbrief als een argument tegen een lagere productiebeperking genoemd (Wiebes, 2020, 9 dec):

*“Een lager percentage blijkt in ieder geval bij één centrale technisch niet mogelijk, omdat overige restproducten dan niet in de centrale kunnen worden verbrand overeenkomstig een daartoe voor de centrale bestaande verplichting.”*

### Verwerking van reststromen bij de Maasvlakte 3 centrale bij een 25% capaciteitsbeperking

De capaciteitsfactoren van de Eemshaven centrales van RWE kunnen groeien onder de 25% kolengestookte productiebeperking t.o.v. 2020. De capaciteitsfactor van de Maasvlakte 3 centrale van Uniper zou daarentegen dalen onder de productiebeperking van 25% t.o.v. 2020 (zie Tabel 1). Hierdoor zouden mogelijk alternatieve installaties moeten worden gevonden voor het de verbranden van de overige restproducten. Daarom hebben we gekeken naar de mogelijkheden om de producten elders te verbranden. Wel biedt een kolengestookte productiebeperking van 25% voldoende ruimte om de gewenste temperatuur-niveaus te behalen voor de verbranding van reststromen, zoals later dit hoofdstuk wordt toegelicht.

Met betrekking tot het verbranden van de producten in een andere installatie zijn twee aspecten cruciaal: of het technisch mogelijk is en of het regelgevingskader het toelaat. Voor zowel vlees- en beendermeel (MBM) als de zware fracties hebben we alternatieven kunnen ontdekken. Of deze qua regelgeving opties zijn is van de specifieke situatie afhankelijk.

### Vlees- en beendermeel is een potentiële brandstof voor cementovens

Vlees- en beendermeel (MBM) met enig risico op Boviene Spongiforme Encefalopathie (BSE) moet volgens de EU-wetgeving sinds 2001 door verbranden worden vernietigd. Er zijn in deze wetgeving drie categorieën dierlijke producten gedefinieerd op basis van het risiconiveau. Deze manier van vernietigen is relevant voor categorieën die niet geschikt zijn voor menselijke consumptie, zoals gedefinieerd door de EU-verordening nr. 1069/2009 en 1774/2002. De wetgeving legt verplichtingen op voor zowel de omstandigheden van behandeling als thermische vernietiging van de MBM. Ten eerste, voor de opslag en behandeling zijn gesloten containers vereist om verspreiding in het milieu te voorkomen. Ten tweede, de verbranding moet bij minimaal 850 °C 2 seconden duren, zelfs onder de meest ongunstige omstandigheden. Een alternatief is 1100 °C gedurende 0,2 seconden.

Deze vereiste temperatuur kan wellicht niet worden bereikt wanneer het vermogen van de centrale niet hoog genoeg is. Wij hebben uit bronnen betrokken bij de bouw en vroege operatie van de Uniper centrale vernomen dat deze temperaturen al bereikt kunnen worden wanneer de centrale draait op 40% van het maximale vermogen. Een kolengestookte productiebeperking van 25% legt geen limiet op het vermogen van de centrales, maar alleen op de jaarlijkse kolengestookte energieopwekking. Eigenaren van kolencentrales kunnen dus zelf het vermogensniveau bepalen, door de centrale bijvoorbeeld een deel van het jaar uit te zetten. Dit is iets wat in de afgelopen jaren, zonder productiebeperking, al veelvuldig is gedaan. Verder is het van belang te weten dat de bijstook van MBM over het algemeen over relatief kleine volumes gaat. Qua ordegrrootte rond of onder de 1% volgens onze bronnen.

Daarnaast zou MBM technisch mogelijk kunnen worden gestookt in een cementoven. In Nederland zijn er nog twee: één in Rotterdam en de andere in IJmuiden. De energievervanging door vleesbeendermeel in een cementoven mag niet meer bedragen dan

40% (Ariyaratne et al., 2011). Het verbranden van de MBM in een AVI zou aanzienlijke investeringen in nieuwe installaties vereisen en is daarom geen voor de hand liggende optie.

### Zware fracties kunnen in een AVI worden verbrand

Voor de zware fracties zijn er technisch gezien drie opties: kolencentrales, cementovens en afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) (Arvanitoyannis, 2008; Reformatorisch Dagblad, 2007). M.b.t. de regelgeving moet het verbranden van zware fracties aan de emissienormen voldoen (CE Delft, 2000).

Wij adviseren om nadere onderbouwing te vragen van de bewering dat de kolencentrales op een kolengestookte capaciteitsfactor van minimaal 35% op jaarbasis moet draaien om voldoende reststromen te kunnen verwerken. Alles bij elkaar genomen lijkt dit niet aannemelijk zeker niet omdat de opgelegde productiebeperking alleen het kolendeel betreft en op jaarbasis geldt. Technisch gezien zijn er andere opties voor het verbranden van zowel zware fracties als MBM, die moeten worden uitgesloten om de bewering te valideren.

Voor de conclusies van deze notitie verwijzen we naar de samenvatting om herhaling van teksten te voorkomen.

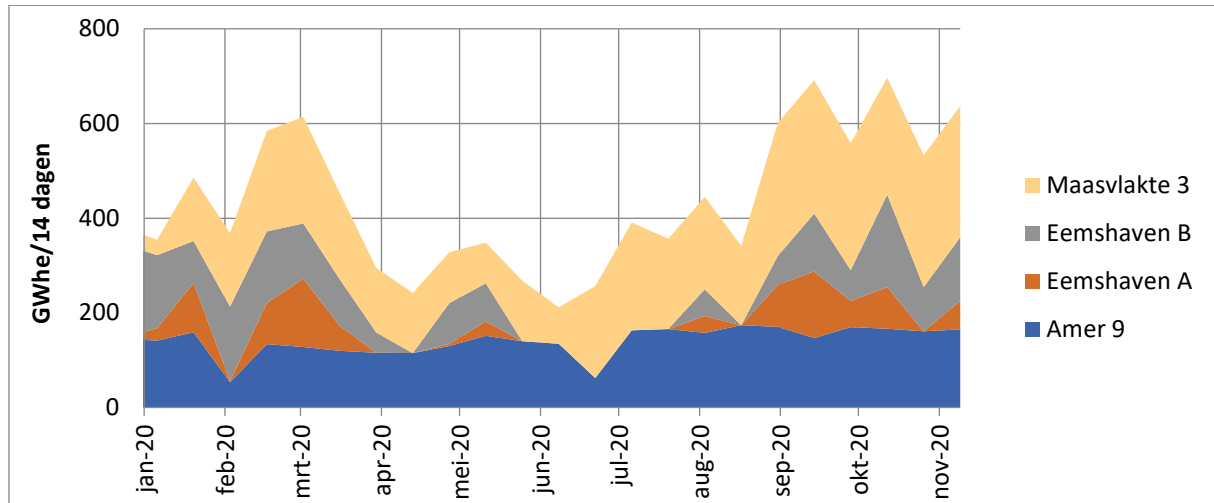
## Bronnen

- Ariyaratne, W.K.H. et al. (2011). *MBM als hernieuwbare energiebron in cementovens: onderzoek naar optimale toevoersnelheid*.
- Arvanitoyannis, I.S. (2008). *Meat Waste Management: Treatment Methods and Potential Uses of Treated Waste. Waste Management for the Food Industries*.
- Basis en Beleid (2019). *Onderzoek werkgelegenheidseffect van het wetsvoorstel verbod op kolen voor de elektriciteitsproductie*.
- CBS (2020). *Kolen en kolenproductenbalans; aanbod en verbruik*. Geraadpleegd van <https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/84472NED>
- CE Delft (2000). *Emissies uit bijstoken vangevaarlijke afvalstromen in vergelijking met BLA en AVI*.
- ENTSO-E (2020). *Actual Generation per Generation Unit*. Geraadpleegd van <https://transparency.entsoe.eu/>
- Flux Energie (2016). *MPP3 – 'Nederland heeft nu de schoonste kolencentrale ter wereld'*. Geraadpleegd van <https://www.fluxenergie.nl/gloednieuwe-kolencentrale-op-maasvlakte/>
- ICE (2020). *ICE FUTURES EUROPE*. Geraadpleegd van <https://www.ice.if5.com/>
- m.e.r. (2020). *Verhoging aandeel biomassa RWE-Eemshavencentrale*. Geraadpleegd van <https://www.commissiemer.nl/docs/mer/p33/p3348/a3348tsea2.pdf>
- Reformatorisch Dagblad (2007). *Enci stookt diermeel in cementoven*. Geraadpleegd van [https://www.digibron.nl/viewer/collectie/Digibron/id/tag:RD.nl,20020605:newsml\\_809abb2254746302da3858e33d6de11c](https://www.digibron.nl/viewer/collectie/Digibron/id/tag:RD.nl,20020605:newsml_809abb2254746302da3858e33d6de11c)
- RWE (2020). *Amercentrale*. Geraadpleegd van <https://www.group.rwe/nl-NL/ons-portfolio/onze-vestigingen/amercentrale>
- RVO (2020, jan). *Nederlandse lijst van energiedragers en standaard CO<sub>2</sub> emissiefactoren, versie januari 2020*. Geraadpleegd van <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2020/03/Nederlandse-energiedragerlijst-versie-januari-2020.pdf>
- RVO (2020, sept). *SDEplus projecten in beheer september 2020*. Geraadpleegd van <https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/stimulering-duurzame-energieproductie-en-klimaattransitie-sde/feiten-en-cijfers-sde-algemeen>
- Shanahan, I. (2004). *Beoordeling van alternatieve methoden voor de verwijdering van vlees- en beendermeel*. TMS Environment Ltd Report Ref; 7588-6.
- Wiebes, E.D. (2020, 8 dec.). *Wijziging van de Wet verbod op kolen bij elektriciteitsproductie in verband met beperking van de CO<sub>2</sub>-emissie*. Geraadpleegd van <https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/wetsvoorstellen/detail?id=2020Z24364&dossier=35668>
- Wiebes, E. D. (2020, 9 dec.). *Kamerbrief over Klimaat- en Energieverkenning 2020 en Urgenda-vonnis*. Geraadpleegd van <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2020/12/09/kamerbrief-over-klimaat-en-energieverkenning-2020-en-uitvoering-urgenda-vonnis>



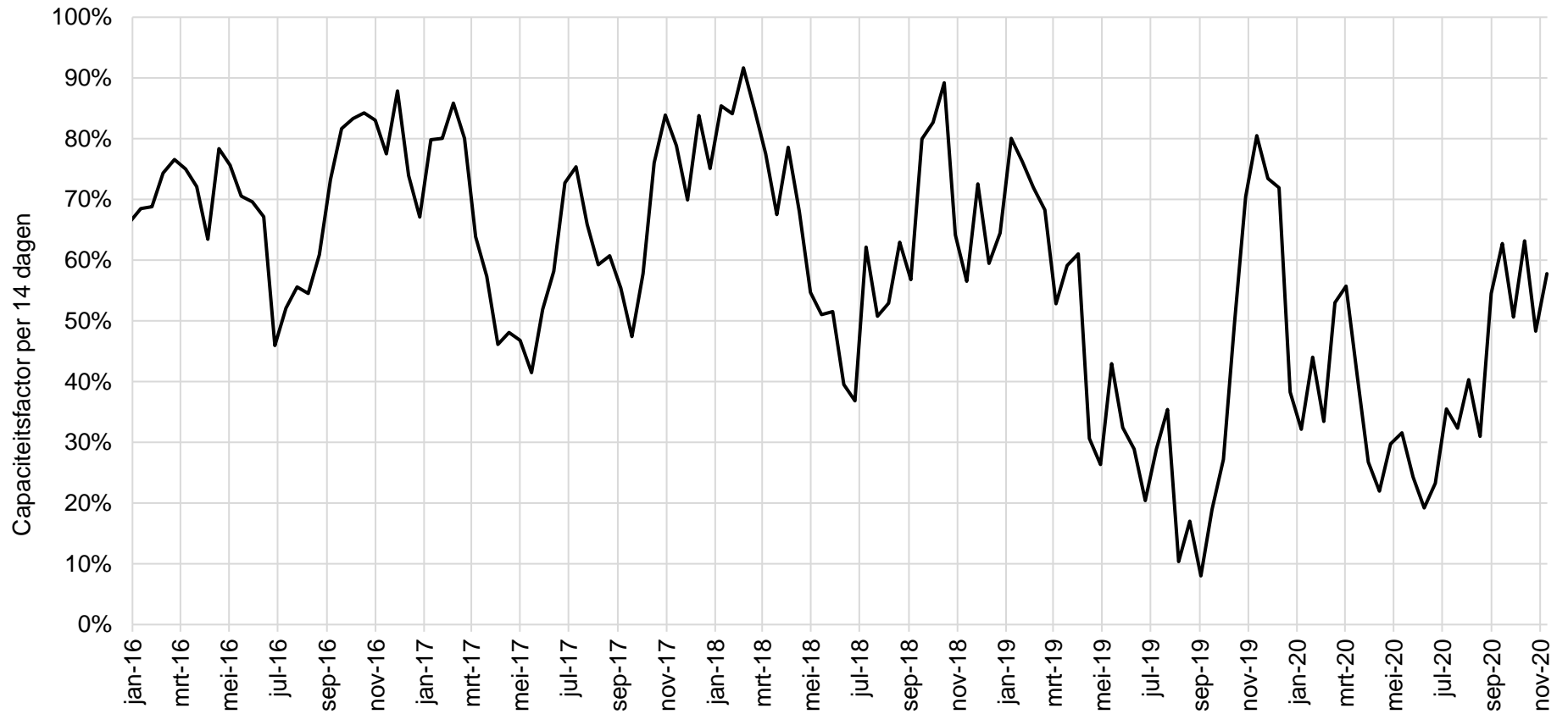
## Bijlage 1: Vooruitzicht opwek Nederlandse kolencentrales

De opwek van de actieve Nederlandse kolencentrales gedurende 2020 is weergegeven in Figuur 1. In september is hierin een opleving van de kolengestookte elektriciteitsopwekking te zien. Om deze stijging in perspectief te brengen met voorgaande (deels seizoensgedreven) fluctuaties, is in Figuur 2 een overzicht gegeven van de gemiddelde capaciteitsfactor van actieve Nederlandse kolencentrales vanaf 2016.

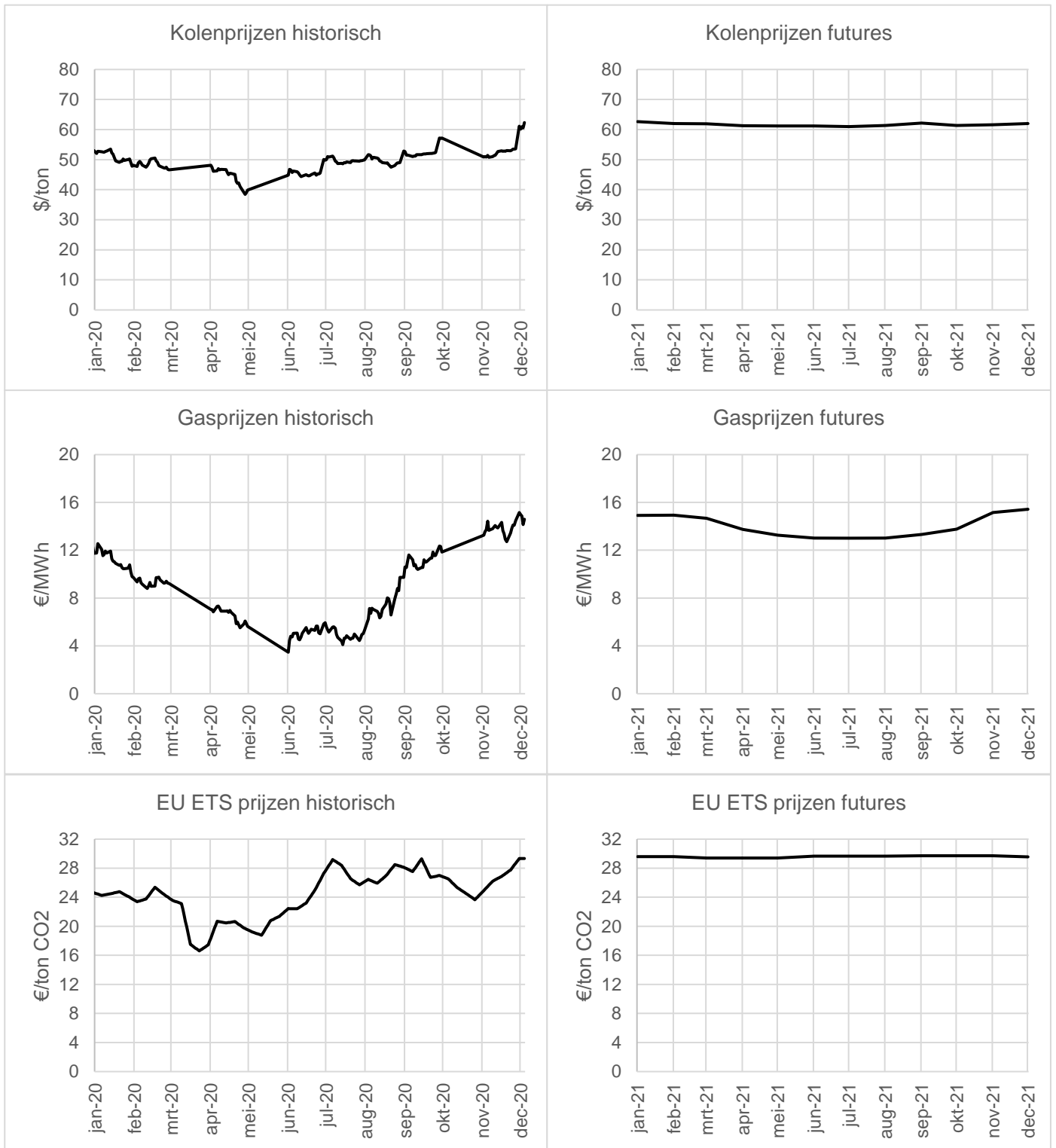


Figuur 1. Opwek van Nederlandse kolencentrales gedurende 2020 (ENTSO-E, 2020)

De productiestijging door de kolencentrales in september 2020 is in hoge mate veroorzaakt door de stijging van gasprijzen, zoals te zien is in Figuur 3. Als de Amercentrale, Maasvlakte 3 en Eemshaven in 2021 dezelfde mate van inzet zien als de periode september-november 2020, zullen deze gemiddeld circa 4400-5250 vollasturen draaien (gemiddelde capaciteitsfactor van 50-60%). De kolen- gas- en EU ETS futures voor 2021 zijn vergelijkbaar met de huidige prijzen. Dit geeft enige indicatie van de te verwachten inzet van kolencentrales gedurende 2021. De uiteindelijke prijzen voor 2021 zijn echter nog onzeker. Daarnaast wekken kolencentrales in de zomer doorgaans iets minder op dan in de winter zoals te zien is in Figuur 2.



Figuur 2. Gemiddelde capaciteitsfactor van alle Nederlandse kolencentrales die op dat moment actief zijn (ENTSO-E)



Figuur 3. Kolen- gas- en EU ETS prijzen in 2020 op basis van historische gegevens en voor 2021 op basis van futures (ICE, 2020)

## Bijlage 2: Toelichting kolenverbruik 2020

De extrapolatie van het kolenverbruik op basis van CBS (2020) van september naar de drie resterende maanden van het jaar zorgt voor onzekerheid in de raming. In september is het kolenverbruik van energiebedrijven 354 kton (CBS, 2020). In deze sectie proberen we deze onzekerheid te duiden.

Op basis van elektrische opwek gedurende oktober en november uit ENTSO-E (2020) data gecombineerd met een aantal aannames kunnen ook schattingen worden gemaakt voor het kolenverbruik gedurende oktober en november 2020. Aannames:

- 42% efficiëntie voor de Amercentrale, 46% voor Eemshaven en Maasvlakte 3;
- Gemiddelde stookwaarde van steenkool van 25 MJ/kg, zie toelichting hierover in het rapport;
- Bepaalde mate van biomassa bijstook.

Wanneer wordt uitgegaan van de technisch maximale hoeveelheid bijstook van biomassa uit Tabel 2, resulteert dit in een kolenverbruik van 237 kton in oktober en 235 kton in november. Dit kan worden gezien als een absolute ondergrens en is aanzienlijk lager dan de 354 kton van september op basis van CBS data.

Wanneer wordt gerekend zonder bijstook van biomassa is het kolenverbruik 428 kton in oktober en 425 kton in november. Dit kan worden gezien als een absolute bovengrens en is aanzienlijk hoger dan de 354 kton van september op basis van CBS data.

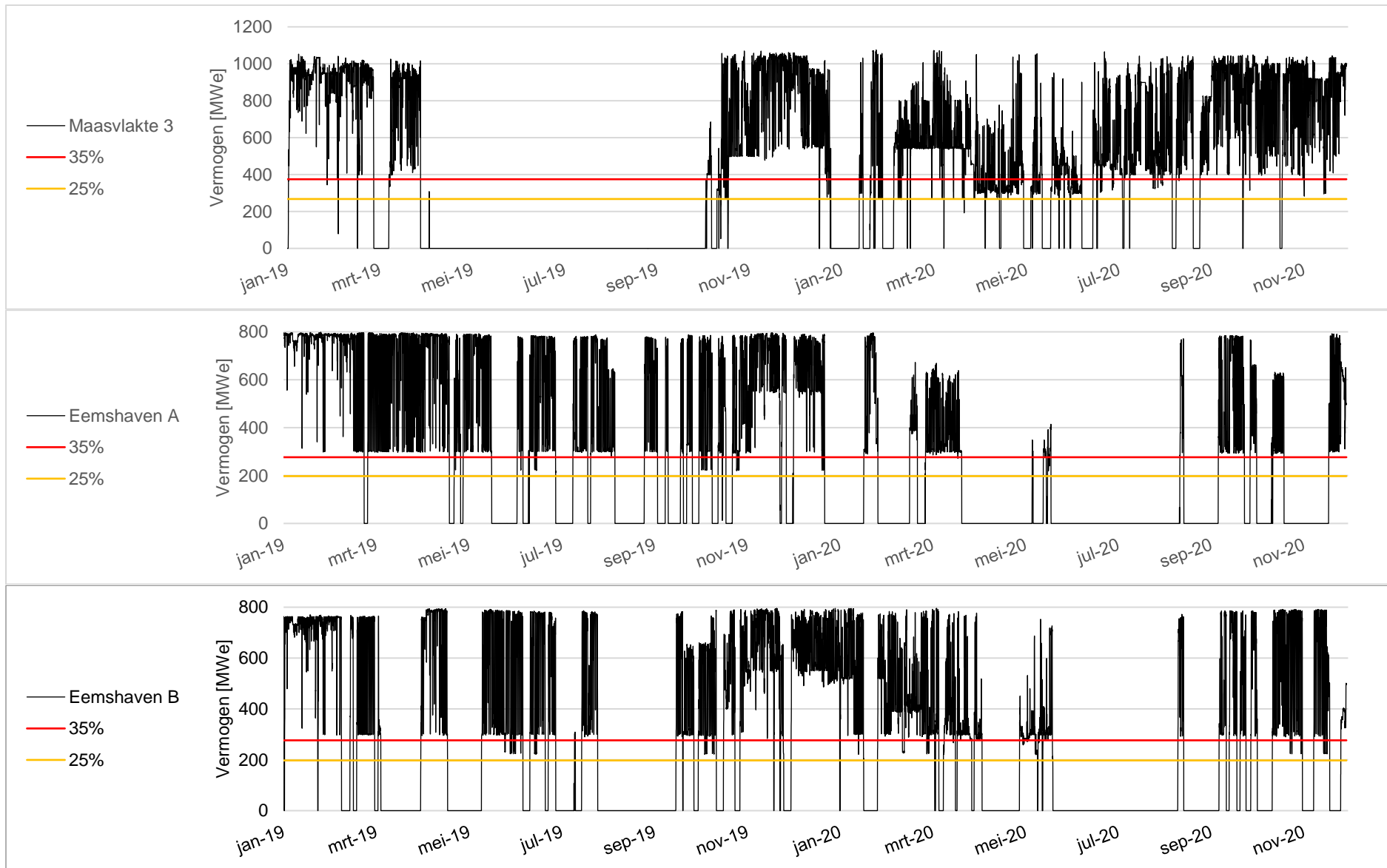
Wanneer in oktober en november wordt uitgegaan van hetzelfde gemiddelde percentage bijstook als in september, is het kolenverbruik 321 kton in oktober en 308 kton in november. De bijstook in september is berekend door ENTSO-E (2020) opwekdata te vergelijken met de CBS (2020) kolenverbruik data, in combinatie met de aannames over efficiëntie per centrale en de gemiddelde stookwaarde van steenkool. Het is echter niet zeker dat in de laatste maanden van het jaar net zoveel % biomassa wordt bijgestookt als in september.

Tenslotte is op het moment van schrijven voor december 2020 nog geen opwek data beschikbaar, dus kan deze analyse voor deze maand niet worden uitgevoerd. December moet dus altijd worden geschat via extrapolatie.

Een aanname van 354 kton steenkoolverbruik voor de maanden oktober t/m december 2020 ligt ongeveer tussen de onder- en bovengrens in. Deze grenzen geven een bandbreedte van +8% tot -13% t.o.v. de aanname van 2708 kton kolenverbruik in 2020 die wordt aangehouden in dit rapport. Wanneer wordt gerekend met ENTSO-E (2020) opwekdata voor oktober en november gecombineerd met het gemiddelde bijstook percentage van september wordt het kolenverbruik 4% lager dan 2708 kton.

Hierdoor lijkt de aanname enigszins conservatief. Dit zou zorgen voor een lichte overschatting van de kolengestookte CO<sub>2</sub> emissies voor 2020 in Tabel 3 en 4.

### Bijlage 3: Opwek data van Maasvlakte 3 (Uniper) en Eemshaven A en B (RWE)



Opwek data van de Maasvlakte 3 en Eemshaven A+B centrales met daarbij lijnen die 35% en 25% van het piekvermogen aangeven (ENTSO-E, 2020)

## Bijlage 4: Excel model met data en grafieken t.b.v. deze analyses in dit rapport

Separate bijlage in Excel: Productiebeperkingkolencentrales.xlsx