

TNO PUBLIEK

Radarweg 60
1043 NT Amsterdam**Aan**
Lex Bosselaar (RVO)

www.tno.nl

T +31 88 866 50 10

Van
Robin Niessink (TNO Energietransitie)**Onderwerp**
PEF elektriciteit voor rekenmethodiek energieprestatie gebouwen op basis van de KEV 2019**Datum**
20 december 2019**Onze referentie**
TNO 2019 M12104**E-mail**
robin.niessink@tno.nl**Doorkiesnummer**
+31(88 662 97 9

Inleiding

PEF staat voor 'Primaire Energie Factor'. In deze notitie wordt daarmee de PEF van elektriciteitsopwekking bedoeld. Deze waarde betreft het gemiddelde voor Nederland en geeft de verhouding weer tussen de inzet van primaire energie uit fossiele bronnen en de totale elektriciteitsproductie (eenheid: MJ_{prim}/MJ). Bij een duurzamere productiemix hoort een lagere PEF. Aangezien de elektriciteitsproductie over de jaren verduurzaamt, wordt er steeds meer duurzame elektriciteit geproduceerd en worden er steeds minder fossiele brandstoffen ingezet, waardoor de PEF lager wordt. In de Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2019¹ staan in Tabel 13 de waarden vermeld voor het rendement op primair fossiel. Dit is de inverse van de PEF. Deze waarden zijn berekend op basis van de fossiele energie inzet per energiedrager op basis van de onderste verbrandingswaarde (Lower Heating Value; LHV). Het verschil met de bovenste verbrandingswaarde (Higher Heating Value; HHV) is dat in de bovenste verbrandingswaarde de warmte uit condensatie van waterdamp wordt meegenomen. Het meenemen hiervan leidt tot een hogere PEF.

Vraag

TNO is gevraagd om de projectiewaarden van de PEF te berekenen met de integrale methode op basis van het KEV 2019 beleidsscenario, maar nu op basis van de bovenste verbrandingswaarde (HHV). De rekenmethodiek voor de energieprestatie in de bouwregelgeving (NTA8800) gaat namelijk uit van de HHV. In de NTA8800 zal de waarde voor 2020 worden gehanteerd.

Methode

In de bepaling van de PEF wordt gebruik gemaakt van de integrale methode voor berekening van het rendement van de elektriciteitsproductie. Dit weerspiegelt de inzet van primaire fossiele energie voor alle van het net afkomstige stroom die wordt geleverd aan afnemers. De factor is gebaseerd op alle elektriciteit die in Nederland in een jaar wordt geproduceerd. Er wordt geen rekening gehouden met import en export. In de totale elektriciteitsproductie (output) wordt naast de productie uit fossiele bronnen ook de productie uit hernieuwbare bronnen

¹ Zie Schoots, K. en P. Hammingh (2019) *Klimaat- en Energieverkenning 2019* (KEV 2019). Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2019-klimaat-en-energieverkenning-2019-3508.pdf>

meegenomen. Hernieuwbare energie wordt in de berekeningsmethode echter niet meegenomen als primaire energie-inzet (input). Dit is dan ook de reden dat de PEF lager dan 1 kan worden (oftewel een rendement op primair fossiel van boven de 1). Een uitgebreidere beschrijving van de integrale methode is te vinden in het document hierover van Harmelink et al.².

De verbrandingswaarde per energiedrager en de omrekenfactor van LHV naar HHV is weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1 Verbrandingswaarden van energiedragers (Bron: KEV 2019. Originele bronnen: MNP, 2008³ en Bossel, 2003⁴)

	Eenheid	LHV	HHV	HHV/LHV
Aardgas	MJ/Nm ³	31,7	35,2	1,111
Steenkool	MJ/kg	33,3	34,1	1,024
Diesel	MJ/kg	43,0	45,9	1,067

De uitkomsten van de integrale methode voor de historische jaren worden gepubliceerd door het CBS⁵. Voor de historische jaren t/m 2017 zijn deze waarden overgenomen. Tot nu toe zijn de waarden t/m 2017 bekend. CBS komt naar verwachting in januari 2020 met een update voor 2018. Het aandeel bruto hernieuwbare elektriciteitsproductie in 2018 is al wel bekend in de CBS statistieken, dit is namelijk circa 15%⁶. Voor de projectiewaarden voor 2020 en latere jaren is gebruikt gemaakt van het beleidsscenario uit de KEV 2019 met vastgesteld en voorgenomen beleid. Dit is hetzelfde scenario als gehanteerd in Tabel 13 op bladzijde 233 en 234 van de KEV 2019.

Opmerking: In de KEV 2019 zijn de maatregelen uit het klimaatakkoord maar deels meegenomen (alleen wat voor 1 mei 2019 bekend was). Zo zit de sluiting van kolencentrales er wel in, maar de verbreding van de SDE-regeling nog niet. Inclusief de maatregelen uit het klimaatakkoord zal het aandeel hernieuwbare elektriciteit er dus iets anders uitzien, maar de verschillen zijn beperkt (zie pagina 16 van de PBL Policy Brief over het Klimaatakkoord⁷).

Resultaat

In Tabel 2 staan de resultaten:

- Historische waarden t/m 2017 van CBS
- Projectiewaarden o.b.v. het KEV 2019 beleidsscenario met vastgesteld en voorgenomen beleid.

² Zie: Harmelink et al. (2012). *Berekening van de CO₂-emissies, het primair fossiel energiegebruik en het rendement van elektriciteit in Nederland* (via <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2018/04/rendementen-en-co2-emissie-van-elektriciteitsproductie-in-nederland-update-2017>).

³ MNP (2008) *Greenhouse Gas Emissions in the Netherlands 1990-2006 National Inventory Report 2008* (p. 229 Tabel A2.1 Netherlands fuels and standard CO₂ emission factors)

⁴ Bossel (2003) *Well-to-Wheel Studies, Heating Values, and the Energy Conservation Principle*

⁵ Zie: <https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2018/04/rendementen-en-co2-emissie-elektriciteitsproductie-2017>

⁶ Het aandeel bruto hernieuwbare elektriciteitsproductie bedraagt 14,9% in 2018 indien genormaliseerd (zie toelichting hierop in voetnoot 5) en 15,2% indien niet-genormaliseerd.

⁷ Hekkenberg, M. en Notenboom, J. (2019). *Het Klimaatakkoord: Effecten en aandachtspunten*. PBL Policy Brief https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2019-het-klimaatakkoord-effecten-en-aandachtspunten_3806.pdf

Naast de PEF worden ook de CO₂-emissiefactor van elektriciteitsproductie en het rendement op primair fossiel getoond. De CO₂-emissie per kWh is onafhankelijk van de keuze voor de LHV of HHV, omdat de CO₂-emissie en elektriciteitsproductie in een bepaald jaar beide vaste gegevens zijn. Het rendement op primair fossiel is de inverse van de PEF.

Figuur 1 geeft de ontwikkeling van de PEF op basis van de HHV grafisch weer. In de figuur is ook het aandeel⁸ bruto⁹ hernieuwbare elektriciteitsproductie weergegeven. Dit aandeel neemt snel toe over de jaren; van circa 14% in 2017, naar circa 15% in 2018, naar circa 30% in 2020, en uiteindelijk naar circa 75% in 2030. Dit sterk stijgende aandeel is een gevolg van een sterke groei van hernieuwbare elektriciteitsproductie uit vooral wind en zon. Daarnaast is in 2020 naar verwachting de bijstook van biomassa in elektriciteitscentrales aanzienlijk toegenomen ten opzichte van 2018 (zie Tabel 13 uit de KEV 2019). In 2030 is deze bijstook naar verwachting weer afgenomen tot onder het niveau in 2018. De groei van hernieuwbare productie zorgt voor de groei in de totale productie en tegelijkertijd neemt de productie uit fossiele bronnen af, waardoor het aandeel hernieuwbaar sterk stijgt over de jaren. Dit leidt tot een snelle daling van de PEF over de jaren. **De PEF in zichtjaar 2020 op basis van de HHV is 1,37.** Het aandeel bruto hernieuwbare elektriciteitsproductie ligt daarbij op 31,9%¹⁰.

⁸ In de berekening van dit aandeel moet gekozen worden of wel of niet genormaliseerd wordt. Middels normalisatie kan de hernieuwbare productie per eenheid vermogen worden gecorrigeerd voor het gemiddelde over een langjarige historische periode. Dit gebeurt volgens de Richtlijn Hernieuwbare Energie (zie: <https://www.rvo.nl/sites/default/files/Protocol%20Monitoring%20HE%20Interactief%20V3.pdf>). Zo wordt windenergie genormaliseerd door een gemiddelde productie per vermogen over de laatste 5 jaar aan te houden. Voor waterkracht is deze periode 15 jaar. In Figuur 1 is het niet-genormaliseerde aandeel weergegeven. Dit is het aandeel dat hoort bij getoonde resultaten in deze notitie. Hierbij moet worden opgemerkt dat in de KEV 2019 (Tabel 6 op p.219) de hernieuwbare productie wel is genormaliseerd; vandaar dat de percentages net iets van elkaar verschillen. In Tabel 2 zijn ter vergelijking beide percentages opgenomen. Indien er wel genormaliseerd zou worden, dan zouden de PEF waarden en CO₂-emissiefactoren dus ook net iets anders zijn.

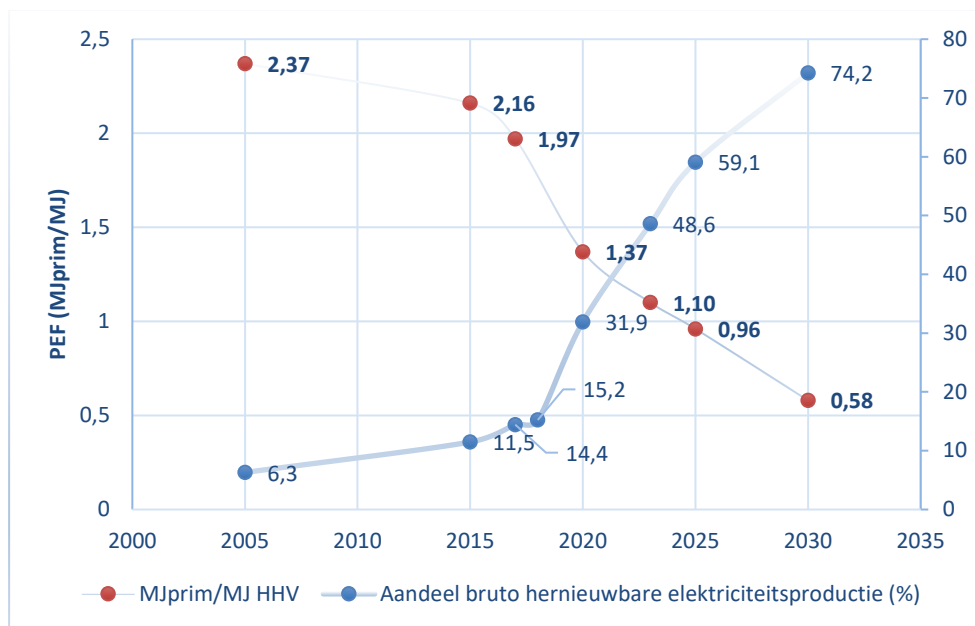
⁹ Bij de berekening van deze percentages wordt alle hernieuwbare elektriciteitsproductie gedeeld door het bruto finaal verbruik van elektriciteit volgens de definitie van Eurostat. Impliciet wordt er dus in de berekening geen hernieuwbare elektriciteit geëxporteerd. Met 'bruto' wordt bedoeld de productie zonder aftrek van 'Eigen verbruik bij centrale en decentrale productie', 'Netverliezen' en 'Bruto hernieuwbare elektriciteitsproductie AVI's'.

¹⁰ Aandeel op basis van niet-genormaliseerde hernieuwbare elektriciteitsproductie.

Tabel 2 Resultaten van de integrale methode voor historische jaren t/m 2017¹¹ op basis van CBS statistieken en projectiewaarden vanaf 2020 op basis van het vastgesteld en voorgenomen beleidsscenario in de KEV 2019. Bij de getoonde resultaten in deze tabel hoort het niet-genormaliseerde aandeel bruto hernieuwbare elektriciteitsproductie zoals in de tabel weergegeven. Dit houdt in dat het een projectie is op basis van een aangenomen nominale productie in het betreffende jaar (onder gemiddeld verwachte weersomstandigheden) en er hierbij dus geen correctie is gedaan voor het gemiddelde weer over een langjarige historische periode (bijvoorbeeld het gemiddelde over de afgelopen vijf jaar). De resultaten voor de CO₂-emissiefactor en het rendement op primair fossiel komen overeen met die in Tabel 13 (p.233, 234) uit de KEV 2019. De genormaliseerde percentages hernieuwbare elektriciteit komen overeen met die in Tabel 6 (bladzijde 219) uit de KEV 2019.

	Eenheid	Op basis van LHV of HHV?	Statistiek CBS			Projectie KEV 2019			
			2005	2015	2017	2020	2023	2025	2030
PEF	MJ _{prim} /MJ	LHV	2,20	2,04	1,84	1,28	1,03	0,90	0,53
	MJ _{prim} /MJ	HHV	2,37	2,16	1,97	1,37	1,10	0,96	0,58
CO ₂ -emissiefactor	kg CO ₂ per kWh	Maakt geen verschil	0,51	0,53	0,45	0,30	0,24	0,21	0,09
Rendement op primair fossiel	%	LHV	45,5	49,1	54,5	78,0	96,7	110,9	189,6
	%	HHV	42,3	46,2	50,8	73,1	90,9	104,2	173,8
Aandeel bruto hernieuwbare elektriciteitsproductie	% niet-genormaliseerd		6,3	11,5	14,4	31,9	48,6	59,1	74,2
	% genormaliseerd		6,3	11,0	13,8	29,8	46,0	57,9	74,4

¹¹ De waarden voor 2018 en 2019 volgen op een later moment uit de CBS statistiek; die voor 2018 zijn momenteel nog niet bekend en die voor 2019 kunnen nog niet bepaald worden op basis van de statistiek.



Figuur 1 PEF voor historische jaren t/m 2017 op basis van de CBS statistiek en vanaf 2020 op basis van het vastgesteld en voorgenomen beleidsscenario in de KEV 2019. Berekend met de integrale methode op basis van HHV. Weergegeven is ook het aandeel bruto hernieuwbare elektriciteitsproductie over de jaren. In dit geval het aandeel op basis van niet-genormaliseerde hernieuwbare productie.

Vergelijking met de NEV 2017

In Tabel 3 zijn voor enkele projectiejaren de resultaten weergegeven op basis van het 'vastgesteld' beleidsscenario uit de Nationale Energieverkenning (NEV) 2017¹². Hieruit blijkt dat de projectiewaarden voor de PEF voor 2020, 2023 en 2030 op basis van de KEV 2019 wat lager liggen dan die op basis van de NEV 2017. De KEV 2019 gaat uit van de meest actuele gegevens waarin eventuele wijzigingen in de verwachte ontwikkelingen sinds de NEV 2017 alsmede de nieuwe verwachte ontwikkelingen zijn meegenomen. Een belangrijk verschil is dat in de KEV 2019-raming meer hernieuwbare elektriciteitsopwekking uit zon-PV zit dan in de NEV 2017. Dit is een reden voor het verschil in de PEF-waarden. De projectiewaarden voor de elektriciteitsproductie met de andere hernieuwbare bronnen zijn ook net iets anders, maar deze verschillen zijn veel kleiner. In de ontwikkeling van de totale binnenlandse elektriciteitsproductie (totaal fossiel en niet-fossiel) tussen 2018 en 2030 zit relatief gezien weinig verschil; zowel in de NEV 2017¹³ als de KEV 2019 neemt de totale productie toe en bereikt een waarde van rond de 135 TWh in 2030.

¹² Zie Niessink en Gerdes (2018). *Primaire fossiele energiefactor elektriciteit op bovenwaarde (HHV) voor toepassing in de energieprestatienorm NTA8800*

¹³ Zie Schoots, K., Hekkenberg, M. en Hammingh, P. (2017), *Nationale Energieverkenning 2017 (NEV 2017)*. Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN).
<https://www.pbl.nl/publicaties/nationale-energieverkenning-2017>

Tabel 3 Projectiewaarden met behulp van de integrale methode op basis van het vastgesteld¹⁴ beleidsscenario in de NEV 2017 (Niessink en Gerdes, 2018)

	Eenheid	Op basis van LHV of HHV?	Projectie NEV 2017		
			2020	2023	2030
PEF	MJ _{prim} /MJ	LHV	1,38	1,16	0,74
	MJ _{prim} /MJ	HHV	1,45	1,22	0,77
CO₂-emissiefactor	kg CO ₂ per kWh	Maakt geen verschil	0,34	0,30	0,19
Rendement op primair fossiel	%	LHV	72,7	86,2	135,6
	%	HHV	68,8	81,7	129,8

¹⁴ Noot: Tabel 3 geeft de resultaten op basis van vastgesteld beleid en Tabel 2 op basis van vastgesteld en voorgenomen beleid. Het verschil tussen 'vastgesteld beleid' en 'vastgesteld en voorgenomen beleid' is over het algemeen echter klein in de raming. Dit kan bijvoorbeeld worden ingezien door de resultaten in Tabel 3 (o.b.v. LHV) met Tabel 13 uit de NEV 2017 te vergelijken. De resultaten in Tabel 13 in de NEV 2017 zijn namelijk wel op basis van vastgesteld en voorgenomen beleid.