

74100203-NMEA/MOC 11-0529

Onderzoek naar de methodologie voor de verdeling van de kosten van netverliezen

Arnhem, 29 maart 2011

Samenstellers: Arjan Aalberts, Gerben Dekker, Saskia Jaarsma, Bert Tieben en Nico Vlug

In opdracht van de Nederlandse Mededingingsautoriteit (NMa),
in samenwerking met SEO Economisch Onderzoek (SEO)

Auteur: A. Aalberts	<i>aa.</i>	29-03-2011	Beoordeeld: N. Vlug	<i>N. Vlug</i>	29-03-2011
B 57 blz. - bijl.		AA/NVI/TBT	Goedgekeurd: E. de Corte	<i>bia</i>	29-03-2011

© KEMA Nederland B.V., Arnhem, Nederland. Alle rechten voorbehouden.

Het is verboden om dit document op enige manier te wijzigen, het opsplitsen in delen daarbij inbegrepen. In geval van afwijkingen tussen een elektronische versie (bijv. een PDF bestand) en de originele door KEMA verstrekte papieren versie, prevaleert laatstgenoemde.

KEMA Nederland B.V. en/of de met haar gelieerde maatschappijen zijn niet aansprakelijk voor enige directe, indirecte, toekomstige of gevolgschade ontstaan door of bij het gebruik van de informatie of gegevens uit dit document, of door de onmogelijkheid die informatie of gegevens te gebruiken.

De inhoud van dit rapport mag slechts als één geheel aan derden kenbaar worden gemaakt, voorzien van bovengenoemde aanduidingen met betrekking tot auteursrechten, aansprakelijkheid, aanpassingen en rechtsgeldigheid.

INHOUD

	blz.
SAMENVATTING	5
1 INLEIDING	13
1.1 Netverliezen en de impact op de tarieven	13
1.2 Aanleiding onderzoek / Behoeftte van de NMa – behoefte van het Ministerie van EL&I	14
1.3 Overzicht van de activiteiten	14
1.4 Plan van aanpak	15
1.5 Leeswijzer	17
2 NETVERLIEZEN IN NEDERLAND	19
2.1 Het Nederlandse hoog-, midden- en laagspanningsnet	19
2.2 De definitie van netverlies	20
2.3 Technisch netverlies	22
2.3.1 Aandeel technisch netverlies per netvlak	22
2.3.2 Volume technisch netverlies per netvlak	24
2.4 Administratief netverlies	27
2.5 Beïnvloeding van netverliezen	27
3 KOSTEN VAN NETVERLIES	29
3.1 Hoe de kosten ontstaan	29
3.2 Omvang van de kosten	29
3.3 Ontwikkeling van de kosten	31
4 REGULEREND KADER	32
4.1 Algemene principes van de regulering	32
4.2 Regulering van de netverliezen	33
4.3 Tarievenstructuur	35
5 ACTUELE METHODOLOGIE - THEORETISCHE ANALYSE: CONCEPT, DOELSTELLINGEN EN IMPACT VAN IMPLEMENTATIE	37
5.1 De toerekening van de kosten: concept en doelstellingen	37
5.2 De rol van de netbeheerders	38
5.3 De uitkomst van de toepassing van het huidige model: impact bij implementatie	39
6 AANDACHTSPUNTEN HUIDIGE METHODOLOGIE	44
6.1 Verdeling van administratief netverlies	44
6.2 Transport naar hogerliggend netvlak	47

6.3	Saldering van verbruik decentrale opwekkers	48
6.4	Conclusie	48
7	ALTERNATIEVEN VOOR DE HUIDIGE METHODOLOGIE	50
7.1	Vraagstelling	50
7.2	Economische benadering	50
7.3	Mogelijke alternatieven	52
7.3.1	Opties voor het verdelingsvraagstuk	52
7.3.2	Opties voor het kostenvraagstuk	55
8	CONCLUSIES	56

SAMENVATTING

Doel onderzoek

Aanleiding voor dit onderzoek is een verzoek van de Minister van EL&I aan de NMa om nader onderzoek te verrichten naar de doorberekening van de kosten van netverliezen. De Minister deed dit verzoek naar aanleiding van vragen tijdens een Kamerdebat. Op 17 december 2010 gaf de Nederlandse Mededingingsautoriteit (NMa) aan SEO Economisch Onderzoek (SEO) en KEMA Nederland B.V. (KEMA) de opdracht een studie uit te voeren met als onderzoeksvraag:

'Waar worden netverliezen veroorzaakt en op welke (objectieve) wijzen zijn de kosten voor deze netverliezen aan afnemers toe te rekenen?'

De kernvragen die door het onderzoek worden beantwoord, zijn:

- Waar in het elektriciteitsnet worden netverliezen veroorzaakt en wat is de omvang van deze verliezen?;
- Op welke wijze worden de kosten van netverliezen over de verschillende groepen eindgebruikers verdeeld?;
- Op welke alternatieve wijze(n) kunnen de kosten van netverlies aan afnemers worden toegerekend?

Binnen het kader van de Tarievenscode Elektriciteit is onderzoek gedaan naar de huidige verdelingswijze van netverliezen over diverse groepen eindgebruikers. Buiten dit kader is een kwalitatieve analyse gedaan van alternatieve toerekeningsmethoden.

Omvang en oorzaken van netverliezen

De omvang van het netverlies in Nederland bedraagt, naar opgave van de netbeheerders, circa 5400 GWh per jaar, waarvan 70% technisch netverlies en 30% administratief netverlies. Het netverlies is al enige jaren stabiel rond de 5% van de getransporteerde energie.

De omvang van de kosten van het totale netverlies bedraagt circa 400 miljoen Euro per jaar. Deze omvang is echter afhankelijk van de inkoopprijs die de netbeheerders betalen voor het inkopen van energie ter dekking van de netverliezen. Bovendien kunnen netbeheerders de kosten van netverlies beïnvloeden door maatregelen te treffen om de omvang van het netverliesvolume te beperken. De investeringen die deze maatregelen vergen worden vanuit economisch oogpunt afgewogen tegen de opbrengst van de gereduceerde netverliezen.

Netverliezen worden veroorzaakt op diverse spanningsniveaus. De conclusie van het onderzoek is dat het gros van het netverlies wordt veroorzaakt op het middenspanningsnetvlak (42%) en op het laagspanningsnetvlak (40%). De elektriciteitsvraag van eindgebruikers op het laagspanningsnetvlak wordt voornamelijk beantwoord door energie geproduceerd op het hoogspanningsnetvlak en getransporteerd via het middenspanningsnetvlak. De eindgebruikers op het laagspanningsnetvlak veroorzaken daarmee indirect ook technisch netverlies op hogerliggende netvlakken.

Huidige verdelingswijze

In het onderzoek is een uitgebreide analyse uitgevoerd naar de, in de Tarievenscode Elektriciteit beschreven, methode om de kosten voor netverliezen te verrekenen. De conclusies van deze analyse werden, onder andere tijdens een workshop, gepresenteerd aan de opdrachtgever en de netbeheerders. Van de beide componenten van netverliezen (technische- en administratieve verliezen) is onderzocht of de bron ervan eenduidig kan worden vastgesteld en welke netdelen en processen verantwoordelijk zijn voor het ontstaan van verliezen.

De conclusie van het onderzoek is dat de **huidige toerekeningsmethode voor de verdeling van de kosten van netverliezen in Nederland in grote lijnen consistent is met de fysieke werkelijkheid. De keuze van de toerekening met behulp van het cascademodel kan als redelijk worden beoordeeld; geen van de categorieën afnemers wordt onevenredig belast voor de kosten van netverliezen.**

Bij deze conclusies kunnen echter twee kanttekeningen worden geplaatst:

- het *administratieve netverlies* speelt bij de verdeling van de kosten van netverliezen een specifieke rol. De kosten van deze component, met een omvang van circa 30% van het totale netverlies, worden toegerekend aan de eindgebruikers op het laagspanningsnetvlak, er is echter geen oorzakelijk verband tussen het administratieve netverlies en eindgebruikers. Ten gevolge van deze constatering kan worden gesteld dat eindgebruikers met consequenties worden geconfronteerd die niet oorzakelijk aan hen zijn toe te rekenen;
- het onderzoek naar de *verdeling van de kosten van netverliezen* is benaderd vanuit het perspectief van het *gehele* Nederlandse net, *binnen één geografisch geheel*. In theoretische verrekenmodellen is echter vastgesteld dat de *lokale, decentrale productie van elektrische energie* niet in het cascade model is gemodelleerd. In de praktijk zou deze imperfectie slechts in uitzonderlijke, lokale situaties materiële effecten kunnen veroorzaken.

Een verdere penetratie van decentrale productie van elektrische energie in Nederland kan de bruikbaarheid van het huidige cascade-verdeelmodel op langere termijn verminderen of hypotekeren.

Omdat geen gebruik kan worden gemaakt van een éénduidig correcte verdeelsleutel voor de verdeling van de kosten van netverliezen, is ervoor gekozen de fysieke werkelijkheid van de energiestromen over de verschillende netvlakken, als methode voor de kostenverdeling in te zetten. Voor de verliezen met een technische oorzaak is dat een redelijke keuze. Wat betreft administratief netverlies zijn er, binnen het kader van de Tarievenscode Elektriciteit, andere verdelingen dan de huidige mogelijk, die zorgen voor een lastenvermindering per huishouden van enkele euro's op jaarbasis. De redelijkheid van die andere verdelingen is, evenals de huidige verdeling, niet vast te stellen vanwege het ontbreken van objectieve criteria vanuit de markt.

Alternatieve toerekeningsmethoden

Vanuit economisch perspectief moet regulering ervoor zorgen dat de kosten van het netverlies zoveel mogelijk worden toegerekend aan de partij die de kosten veroorzaakt. Concreet betekent dit dat tarieven gebaseerd worden op marginale kosten. De fysica van het elektriciteitsnetwerk maakt de onverkorte toepassing van deze regel op de netverliezen moeilijk. In de praktijk worden daarom verschillende alternatieve kostentoerekeningen gebruikt, waarvan het cascadebeginsel er één van is. Alle methoden hebben voor- en nadelen die een veel uitgebreidere studie vragen dan hier mogelijk is.

Conclusie van dit onderzoek is alvast dat het cascadebeginsel redelijkerwijs zorgt voor een eerlijke verdeling van de transportkosten, zoals het netverlies, omdat dit beginsel in grote lijnen overeenkomt met de structuur van het Nederlandse elektriciteitsnetwerk, waarin elektriciteit vooral van boven (hogere spanningsniveaus) naar beneden (lagere spanningsniveaus) stroomt.

Het cascadebeginsel past bij een type toerekeningsmodel dat de *configuratie van het net als gegeven* beschouwt. Hiernaast speelt echter ook de langetermijnvraag: wat is de impact van verschillende wijzen van kostentoerekening *als de configuratie van het net niet gegeven is*? De analyse van deze vraag als economisch vraagstuk staat nog in de kinderschoenen. Duidelijk is dat dit vraagstuk verder reikt dan de strikt technische aspecten van netverlies. We denken hierbij aan de maatschappelijke kosten en baten van het netbeheer. Deze aspecten kunnen een rol spelen in de regulering, door toepassing van maatschappelijke kosten-batenanalyses.

VERKLARENDE WOORDENLIJST – BEGRIPPENLIJST

Aansluiting

Eén of meerdere verbindingen van een onroerende zaak met het elektriciteitsnet, of één of meer verbindingen tussen netten van verschillende spanning. In de betekenis van 'verbinding': de koppeling, die tot stand is gebracht en die in stand wordt gehouden, tussen de plaats waar het net is verbroken en de voorziening om het net te beveiligen.

Administratief netverlies

Het netverlies dat ontstaat door *niet-fysische* oorzaken: leegstand, reconciliatie/allocatiefouten, meetfouten, facturatiefouten en fraude.

Bedrijfstijd (BT)

Het standaardjaarverbruik van een afnemer op een netaansluiting, bij gestandaardiseerde condities en op basis van een genormaliseerd jaar.

Blindvermogen

Gebruikers van wissel- of draaistroom hebben te maken met twee vormen van energie: actief- of werkelijk vermogen (W) en reactief - of blindvermogen (var). Bij het gebruik van elektriciteit wordt alleen het werkelijk vermogen omgezet in mechanische energie, zoals warmte en licht. Het blindvermogen is het deel van de elektriciteit dat nodig is om magnetische en elektrische velden op te bouwen en daardoor het elektriciteitsnet op spanning te houden en transformatoren en motoren te laten werken.

Capaciteitstarief

Het capaciteitstarief is een vast bedrag per aansluiting, *onafhankelijk* van het verbruik, dat netbeheerders factureren voor de transportkosten van energie.

Cascademodel (cascadeprincipe)

Het principe waarbij kosten op basis van loadflow-gegevens verdeeld worden over eindgebruikers aangesloten op dat netvlak en de aangesloten netvlakken van lager spanningsniveau.

Decentrale opwekking

De productie van elektriciteit die geleverd wordt aan het middenspanningsnet en het laagspanningsnet, plus alle productie van elektriciteit uit windenergie, waterkracht en zonne-energie. Voorbeelden hierbij zijn: windmolens, papierfabrieken met eigen opwekking en vuilverbrandingsinstallaties.

Eindgebruiker

Afnemer van elektrische energie, waarbij conversie naar een andere energievorm (licht, warmte, beweging, etc.) plaatsvindt. Meer algemeen; een natuurlijk persoon of rechtspersoon die beschikt over een aansluiting op een net (c.q. afnemer).

Elektriciteitsnet

Eén of meer verbindingen voor het transport van elektriciteit en de daarmee verbonden transformator-, schakel-, verdeel- en onderstations en andere hulpmiddelen, behoudens voor zover deze verbindingen en hulpmiddelen liggen binnen de installatie van een producent of van een afnemer.

Elektriciteitswet

De Elektriciteitswet vormt, tegen de achtergrond van de Europese regelgeving, het kader voor de marktwerking in de Nederlandse elektriciteitsvoorziening. De Elektriciteitswet beoogt vrije marktwerking voor opwekking, in- en uitvoer en levering van elektriciteit en een non-discriminatoire toegang tot de elektriciteitsnetten. Er zijn in de Elektriciteitswet 1998 voorwaarden en spelregels gesteld, die ervoor moeten zorgen dat de elektriciteitsvoorziening goed blijft functioneren. De wet bepaalt onder andere dat de gezamenlijke netbeheerders een voorstel voor de tarievenstructuur en de technische voorwaarden ter vaststelling voorleggen aan de toezichthouder NMa.

Energiebalans

Overzicht van ingaande en uitgaande energiestromen binnen een deel van het elektriciteitsnet of de leveringsportfolio.

Energieleverancier

Een organisatorische eenheid die zich bezighoudt met het leveren van elektriciteit.

Gecontracteerd transportvermogen

Het vermogen dat een aangeslotene redelijkerwijs verwacht maximaal op enig moment in het jaar nodig te hebben op zijn aansluiting.

Harmonische verliezen

Verliezen die veroorzaakt worden doordat de stroom componenten bevat die afwijken van de standaard-netfrequentie van 50 Hertz.

Hoogspanningsnet

Het netvlak met spanningsniveaus variërend van 380 kV tot en met 110 kV.

Huishouden

In dit rapport geldt de definitie: eindgebruiker met aansluitwaarde van 3x25A. Binnen deze definitie vallen ook kleine bedrijven met eenzelfde aansluiting. Bovendien vallen huishoudens met een grotere aansluiting dan 3x25A buiten deze definitie.

Laagspanningsnet

Het netvlak met spanningen van 1 kV (1000 V) en lager.

Leegstand

Een leegstaande woning waarvoor géén transport- en leveringscontract aanwezig is. In het kader van het onderzoek naar netverliezen van belang in verband met eventueel energieverbruik dat niet gefactureerd wordt en daarmee administratief netverlies veroorzaakt.

Leveringstarief

De tussen marktpartijen overeengekomen prijs voor levering van elektrische energie.

Middenspanningsnet

Het netvlak met spanningen van 50 kV tot en met 1 kV (1000 V).

Netbeheerder

Een netbeheerder is een vennootschap die op grond van de Elektriciteitswet (artikel 10, 13 of 14) is aangewezen voor het beheer van één of meerdere netten. De netbeheerder is de partij die er in de regio voor zorgt dat het netwerk naar behoren functioneert, dat klanten worden aangesloten en dat storingen worden verholpen. De netbeheerder is verantwoordelijk voor het beheer van het elektriciteit- en gasnetwerk.

Netverlies

Het verschil tussen de hoeveelheid elektrische energie die in het net wordt gevoed en de hoeveelheid energie die wordt afgenomen van hetzelfde net.

Netvlak

- A. Een gedeelte van het net dat gekarakteriseerd wordt door zijn spanningsniveau. Voorbeelden zijn: het laagspanningsnet, het middenspanningsnet en het hoogspanningsnet.
- B. Een deel van het net waarvoor geldt dat de eindgebruikers, aangesloten op dit deel van het net, eenzelfde tarief in rekening krijgen.

Nullastverliezen

Verliezen in een transformator die niet afhankelijk zijn van de hoeveelheid getransporteerde energie.

Producententarief

Afkorting voor: Landelijk Uniform Producenten (LUP) tarief. Tarief voor het transport van elektrische energie dat door de producenten wordt betaald. In de huidige reguleringsperiode is de LUP op nul gesteld.

Reconciliatie

Verrekening over een bepaalde periode, op basis van het verschil tussen het met behulp van profielen berekende verbruik en het vastgestelde werkelijke verbruik tegen een gewogen marktprijs per kWh, zoals vastgesteld op basis van bijlage 6 van de Systemcode. [Begrippenlijst Energiekamer]

Reguleringsperiode

Periode van ten minste drie en ten hoogste vijf jaren van specifieke tariefafspraken, waarvoor de x-factor, de q-factor (met uitzondering van de landelijk netbeheerder) en de rekenvolumina gelden.

Standaardjaarverbruik

Het verwachte jaarverbruik van een afnemer op een netaansluiting, bij gestandaardiseerde condities en op basis van een genormaliseerd jaar.

Systeemdienst(en)

De diensten die de netbeheerder van het landelijk hoogspanningsnet uitvoert om het transport van elektriciteit over alle netten op een veilige en doelmatige wijze te waarborgen, om grootschalige storingen van het transport van elektriciteit op te lossen en om de energiebalans op alle netten te handhaven of te herstellen.

Tarievencode Elektriciteit

Conform de Elektriciteitswet 1998 geeft de Tarievencode Elektriciteit invulling aan de tariefstructuren. Daartoe zijn in de Tarievencode Elektriciteit beschreven: de elementen en de wijze van berekenen van het tarief voor de door de netbeheerders te leveren diensten (met name: aansluitdienst, transportdiensten en systeemdiensten).

Technisch netverlies

Het netverlies dat ontstaat door *fysische* oorzaken, zoals bijvoorbeeld opwarming van kabels en lekstromen in componenten.

Transformator

Elektrische spanningsomvormer. Een component die elektrische energie omzet van één spanningsniveau naar een ander spanningsniveau.

Transportdienst(en)

Het transporteren van elektriciteit van producenten naar eindgebruikers door gebruik te maken van het net. Hieronder wordt mede verstaan: het oplossen van transportbeperkingen, het compenseren van netverliezen en het instandhouden van de spannings- en blindvermogenhuishouding.

Transportkosten

Kosten op de factuur ten behoeve van de transportdienst.

Transportnet

Transportnetten zijn hoogspanningsnetten met spanningsniveaus van 50 (deels), 110, 150, 220 en 380 kV. Transportnetten hebben als functie grotere hoeveelheden elektriciteit door het land en over de grens (zogenaamde 'interconnectoren') te transporteren. Er is tweerichtingsverkeer, productiecentrales voeden in op dit net voor afnemers door het hele land en ver daarbuiten.

Transporttarief

Het tarief in rekening gebracht door de netbeheerder bij een aangeslotene ter dekking van de kosten van de transportdienst.

Transportverlies

Het verlies van elektrische energie tijdens het transport van elektriciteit ten gevolge van de elektrische weerstand van de installaties van het net. Ook wel: het verschil tussen de elektrische energie die op het net wordt gebracht en die ervan wordt afgenomen.

Weerstandsverliezen

Technisch netverlies dat veroorzaakt wordt door de weerstand van een component, zoals een kabel of een transformator.

Warmtekrachteenheid

Een elektriciteitscentrale die naast elektriciteit ook warmte opwekt die daadwerkelijk gebruikt wordt. Een voorbeeld is een gasmotor bij een tuinder, waarbij de warmte gebruikt wordt om de kas te verwarmen en de elektriciteit om de kas te verlichten. Vaak wordt de rest-energie nog teruggeleverd aan het net.

1 INLEIDING

1.1 Netverliezen en de impact op de tarieven

Vrijmaking van de markt en transporttarieven

Sinds de liberalisering van de elektriciteitsmarkt zijn de productie en levering van de elektrische energie gescheiden van de netwerkdiensten; het produceren en leveren van de elektrische energie vindt plaats volgens marktwerkingsprincipes, terwijl de netwerkdiensten gereguleerd zijn en worden gerealiseerd door netbeheerders. Dat betekent dat de netbeheerder de kosten voor de geleverde transportdiensten mag doorberekenen aan de eindgebruikers. Dit gebeurt via de nettarieven die jaarlijks door de NMa (Energiekamer) worden vastgesteld.

Netverliezen

Voor dit energietransport zijn technische faciliteiten zoals kabels, leidingen en transformatoren nodig. Bij het transporteren van elektrische energie ontstaan verliezen (een deel van de getransporteerde energie gaat immers verloren). Met een technische term duidt men dit aan als '*netverliezen*'. Om deze netverliezen te compenseren en aan de vraag te kunnen blijven voldoen, koopt de netbeheerder energie in op de elektriciteitsmarkt. De prijs die de netbeheerder hiervoor betaalt is afhankelijk van de marktomstandigheden. Vraag en aanbod bepalen hier de marktprijs.

Netverliezen in de transporttarieven

In het transporttarief zijn alle efficiënte kosten voor het uitvoeren van de transporttaken opgenomen, waaronder de inkoop van energie om de netverliezen te compenseren. De wijze waarop de transporttarieven worden berekend zijn vastgelegd in een ministeriële regeling en uitgewerkt in de Tarievenscode Elektriciteit. Conform artikel 3.6 van deze code worden de transportafhankelijke kosten via het cascadebeginsel doorberekend aan eindgebruikers. De transporttarieven worden specifiek voor een individuele netbeheerder vastgesteld, waardoor de tarieven tussen de netbeheerders kunnen variëren.

1.2 Aanleiding onderzoek / Behoeftte van de NMa – behoefte van het Ministerie van EL&I

Aanleiding voor dit onderzoek is een verzoek van de Minister van EL&I aan de NMa om nader onderzoek te verrichten naar de doorberekening van de kosten van netverliezen. De Minister deed dit verzoek naar aanleiding van vragen tijdens een Kamerdebat.¹

Vanuit de Tweede Kamer kwam de opmerking dat de huishoudens, via de transporttarieven, onevenredig veel zouden betalen voor netverliezen ten opzichte van overige afnemersgroepen. Huishoudens zouden, met andere woorden, betalen voor de kosten van netverliezen veroorzaakt door grootgebruikers en elektriciteitsproducenten. De Minister van EL&I zegde de Kamer daarop toe de NMa te laten onderzoeken op welke wijze de kosten van netverliezen worden gedragen door de aangesloten huishoudens.

Onderzoeksdoel

Het onderzoeksdoel is om inzicht te krijgen in de oorzaken van netverliezen en de verdeling van de kosten van netverliezen over de verschillende categorieën afnemers van elektriciteit. Duidelijk moet worden in welk deel van het net de netverliezen voorkomen en op welke *objectieve wijze* de kosten kunnen worden toegerekend aan de verschillende categorieën afnemers.

Hoofdvraag van het onderzoek:

'Waar worden netverliezen veroorzaakt en op welke (objectieve) wijzen zijn de kosten voor deze netverliezen aan afnemers toe te rekenen?'

Gezien de aanleiding van het onderzoek gaat speciale aandacht uit naar de positie van de huishoudens binnen de verdeling van de kosten.

1.3 Overzicht van de activiteiten

Hieronder volgt een overzicht van de belangrijkste ontmoetingen tussen KEMA en de NMa en een opgave van de meest relevante onderwerpen.

¹ Plenair debat in de Tweede Kamer over de Novelle wijziging wetsvoorstel verbetering marktmodel (TK 32 374) en Novelle wijziging wetsvoorstel implementatie energie efficiëntie (TK 32 373).

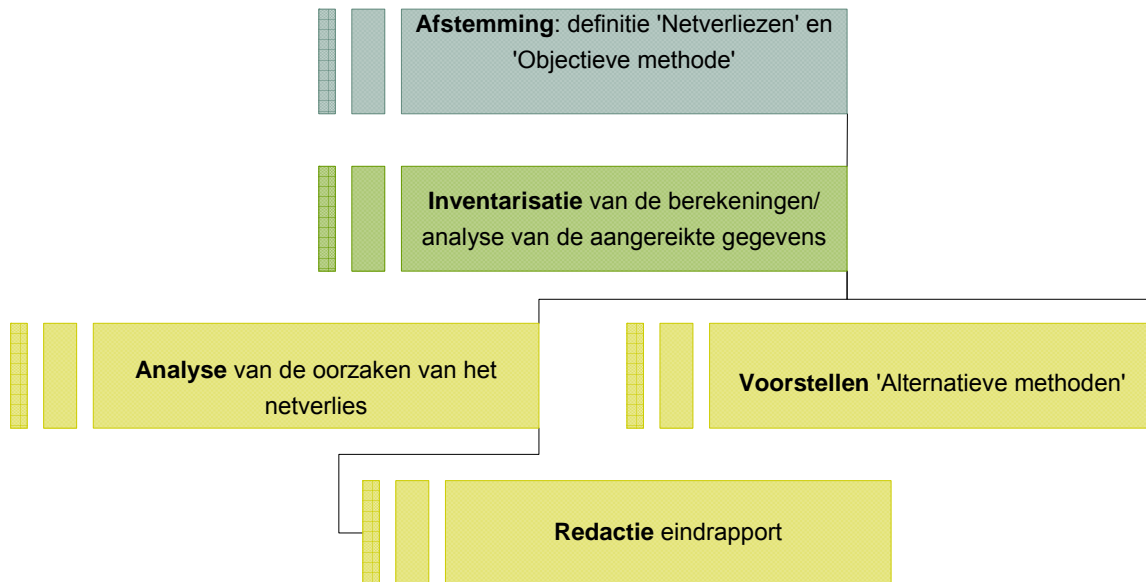
- Het project is gestart midden december 2010, met een eerste bijeenkomst op 23 december 2010, waarbij de betrokkenen vanuit NMa en KEMA aanwezig waren. De volgende onderwerpen werden besproken:
 - plan van aanpak;
 - vastleggen van uitgangspunten en aannames voor de kwantitatieve analyse;
 - beschikbaarheid en betrouwbaarheid van de aangeleverde gegevens.
- Op 11 januari 2011 heeft een tweede ontmoeting plaats gevonden tussen beide partijen. Hierbij waren de onderwerpen:
 - de betrouwbaarheid van de door de NMa verstrekte gegevens;
 - de objectiveerbaarheid van de huidige verdeling van netverliezen en mogelijke alternatieven daarop;
 - het door KEMA opgestelde model ten aanzien van de verdeling van netverliezen zoals beschreven in de Tarievenscode Elektriciteit.
- Op 27 januari 2011 heeft een derde ontmoeting plaatsgehad tussen de NMa, KEMA en SEO. Het doel van deze meeting was het presenteren van tussentijdse resultaten en de discussie daaromtrent. De belangrijkste discussiepunten waren:
 - de invloed van decentrale opwekking op netverliezen;
 - de invloed van transformatoren op het netverlies;
 - de verdeling van het administratief netverlies over de netvlakken.
- Op 15 februari 2011 heeft een ontmoeting plaatsgevonden tussen NMa, KEMA en alle Nederlandse netbeheerders. Doel van de meeting was het presenteren van de technische analyse en de gedane aannames, de uitkomst van de verdeling van netverliezen en het voorleggen en bespreken van de voorlopige conclusies.

1.4 Plan van aanpak

Gelet op het feit dat de aandacht vooral uitgaat naar de *analyse van de methodologie voor de doorrekening van de netverliezen*, is het plan van aanpak aangepast, teneinde rekening te houden met de volgende knelpunten:

- de betrouwbaarheid van de aangereikte gegevens;
- het ontbreken van de berekeningen van de netverliezen door de netbeheerders.

Na aanpassing ziet het plan van aanpak er als volgt uit:



Plan van aanpak, Bron: KEMA

Afstemming

De onderzoeksvraag, zoals in paragraaf 1.2 vermeld, bevat het woord objectief. Om subjectieve interpretaties in het onderzoek te voorkomen is er, in samenspraak met de NMa, voor gekozen om een **feitelijk** onderzoek te doen naar de oorzaken van netverlies, een **feitelijke** weergave van de huidige verdeling te geven en een **feitelijke** beoordeling van de toerekeningsmethode te doen.

Inventarisatie

De cijfermatige data benodigd voor dit onderzoek zijn in eerste instantie aangeleverd door de NMa. De aangeleverde cijfers zijn grondig geanalyseerd, wat heeft geleid tot discussie omtrent de degelijkheid en betrouwbaarheid van de getallen. Uiteindelijk resulteerde dit erin dat de NMa specifieke informatie heeft opgevraagd bij de netbeheerders omtrent de kosten en de omvang van de netverliezen.

Analyse

Met als uitgangspunt het Prego² rapport van KEMA uit 2004 is een additioneel technisch onderzoek gedaan naar de oorzaken van technisch netverlies, op basis van aanvullende inzichten en een specifiek voor dit onderzoek opgestelde energiebalans in Nederland. Deze analyse geldt tevens als input voor de beoordeling van de huidige toerekeningsmethode.

Alternatieve methoden

- Analyse toerekeningsmethode.
Op basis van de technische analyse, de specifieke marktomstandigheden, de oorzaken van netverliezen en de wijze van toepassing van de toerekeningsmethode, is de huidige toerekeningsmethode beoordeeld.
- Economische analyse.
Vanuit economisch perspectief is op basis van relevante literatuur, een kwalitatieve analyse gemaakt van de huidige toerekeningsmethode en mogelijke alternatieven daarop.

Eindrapport

Op basis van het onderliggende onderzoek is het eindrapport opgesteld.

Het bevat de volgende elementen:

- weergave van de feiten met betrekking tot het netverlies in Nederland;
- weergave van de feiten met betrekking tot de huidige verdeling;
- weergave van de oorzaken van het netverlies;
- beoordeling van de huidige toerekeningsmethode;
- verkenning van alternatieve methoden vanuit economisch regulerend perspectief.

1.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 1 vormt de inleiding en biedt een overzicht met een beschrijving van de achtergrond van de gevraagde studie, een definitie van het onderzoeksdoel en de onderzoeksvraag en een opgave van het plan van aanpak en de uitgevoerde activiteiten.

In hoofdstuk 2 worden de term 'netverlies' en de technische en administratieve netverliezen omschreven. Verder geeft dit tekstdeel ook aan op welke wijze netverliezen verdeeld zijn over de diverse spanningsniveaus.

Hoofdstuk 3 verklaart hoe de kosten van de netverliezen ontstaan, de omvang van de netverliezen in Nederland en de ontwikkeling daarvan.

Hoofdstuk 4 omschrijft het regulerende kader van de netverliezen in Nederland en op Europees niveau.

² Zie: KEMA, 2004, 'Winnen met verliezen: vergroten van inzicht en nauwkeurigheid in de netverliezen', nr. 40230030-TDC 04-38434A, in opdracht van het ministerie van Economische Zaken in het kader van Programma Elektriciteitsnetwerk Gebruikers Onderzoek (PREGO).

Hoofdstuk 5 verklaart de theoretische berekening en analyse van de netverliezen en beschrijft hoe de netverliezen op dit moment worden verdeeld over de diverse categorieën afnemers. Dit hoofdstuk staat ook stil bij de rol en de functie van de netbeheerders in het proces van de kostenverdeling van de netverliezen over de spanningsniveaus.

Hoofdstuk 6 gaat dieper in op enkele punten van het huidige systeem. De aandacht gaat hierbij niet alleen uit naar de gehanteerde methodologie, maar tevens naar de inhoudelijke componenten die extra aandacht verdienen.

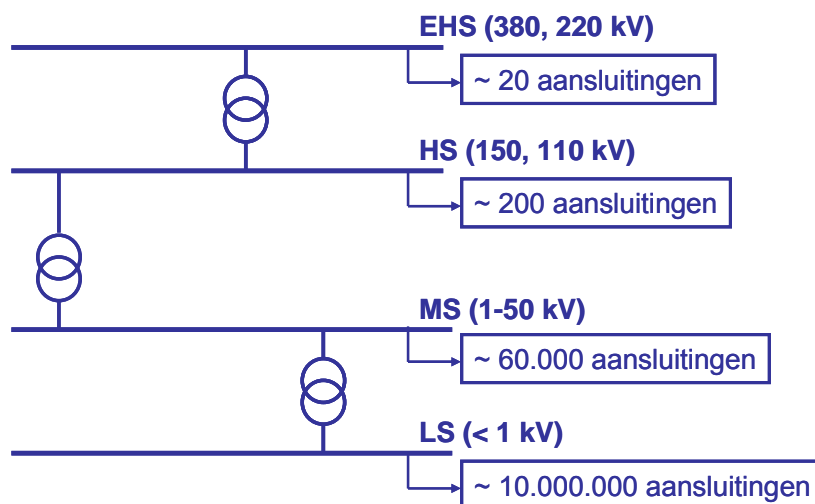
Hoofdstuk 7 biedt inzicht in de mogelijke alternatieve verdelingen van netverliezen en de mogelijke effecten daarvan.

Hoofdstuk 8 bevat de conclusies.

2 NETVERLIEZEN IN NEDERLAND

2.1 Het Nederlandse hoog-, midden- en laagspanningsnet

Het Nederlandse elektriciteitsnet is globaal op te delen in een aantal netvlakken: extra hoogspanning (EHS), hoogspanning (HS), middenspanning (MS) en laagspanning (LS)³. Elektriciteit stroomt van aanbod naar vraag. Gezien de huidige situatie is dat in het algemeen van boven naar beneden, dus van extra hoogspanning via de tussenliggende netvlakken naar laagspanning. De belangrijkste componenten van de netten op de diverse spanningsniveaus, zijn: lijnen, kabels en transformatoren. Lijnen of kabels vormen de verbindingen; transformatoren koppelen de netvlakken aan elkaar.



Figuur 1 Overzicht spanningsniveaus, Bron: KEMA

In het elektriciteitsnet volgt de energiestroom altijd de weg van de minste weerstand. De fysische werkelijkheid is niet gerelateerd aan de administratieve werkelijkheid die vastligt in het leveringscontract van een aangeslotene. Neem bijvoorbeeld een huishouden in Limburg dat een energieleveringscontract afsluit bij een leverancier, die vervolgens energie inkoop bij of produceert in een centrale in Noord-Holland. In dat geval zal de energie opgewekt in Noord-Holland niet helemaal naar Limburg stromen: de elektronen die opgewekt worden “weten” niet dat zij geproduceerd worden voor het huishouden in Limburg. De beheerder van het landelijk transportnet, TenneT, zorgt dat de energiestromen in het net fysiek in balans blijven. De administratieve en contractuele verrekening van invoeding en afname wordt in samenwerking van netbeheerders, leveranciers en meetbedrijven uitgevoerd. Het is dus niet mogelijk om een bepaalde specifieke energiestroom (bijvoorbeeld uit Noord-Holland) aan een bepaald huishouden (bijvoorbeeld in Limburg) te koppelen.

³ De indeling in de Tarievcodes is gedetailleerder. Voor de overzichtelijkheid is in het rapport de vereenvoudigde indeling EHS, HS, MS en LS gebruikt.

- Conventionele elektriciteitscentrales zijn over het algemeen aangesloten op EHS en HS; dit bedraagt circa 80% van de totale elektriciteitsproductie die op het openbare net wordt ingevoerd. Tevens zijn zeer grote industriële eindgebruikers direct aangesloten op EHS en HS, het gaat hier om bedrijven zoals bijvoorbeeld Tata Steel.
- Op de middenspanningsnetten zijn de grote en middelgrote industrie aangesloten. Ook vindt er zogenaamde "decentrale opwekking" plaats op deze netvlakken, bijvoorbeeld elektriciteitsproductie door eindgebruikers met een eigen warmtekrachtcentrale (zoals tuinders en papierfabrieken) of door windparken. Dit bedraagt momenteel circa 20% van de totale elektriciteitsproductie die op het openbare net wordt ingevoerd.
- Kleine bedrijven (bijvoorbeeld winkels) en huishoudens zijn aangesloten op het laagspanningsnet. Ook openbare verlichting is op dit netvlak aangesloten.

2.2 De definitie van netverlies

In Nederland wordt van alle eindgebruikers en producenten de afgenomen hoeveelheid elektriciteit gemeten of via een profielverbruik ingeschat. Netverlies is gedefinieerd als:

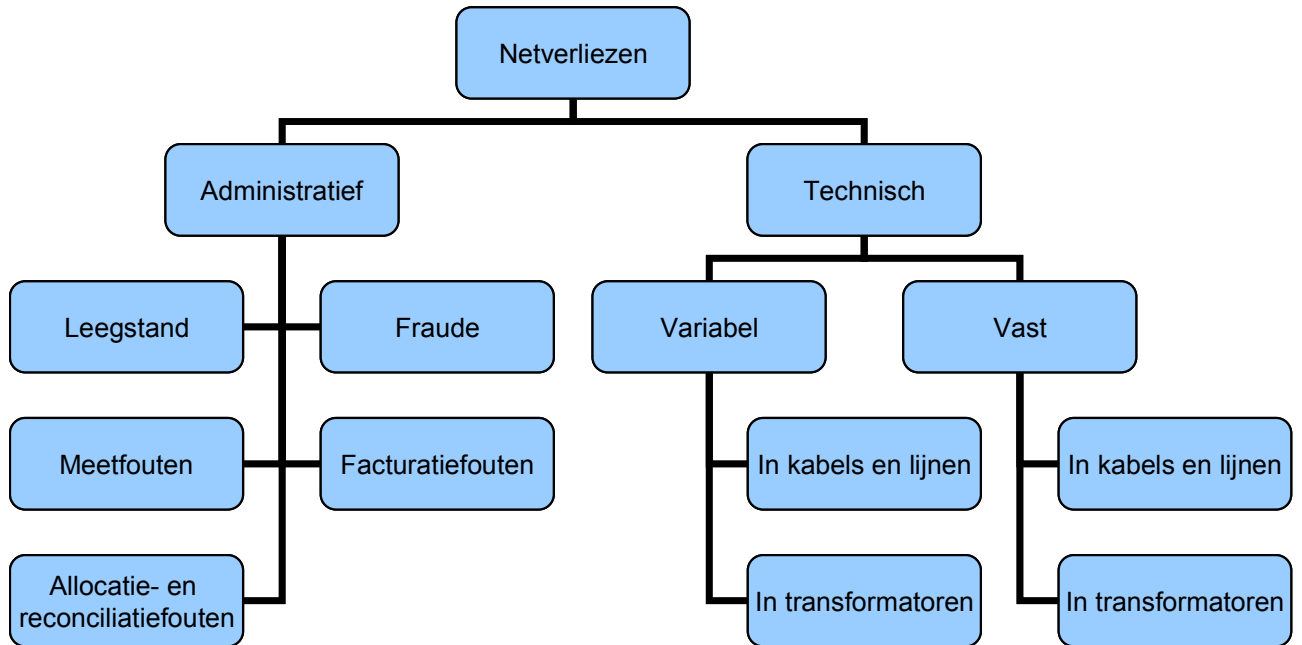
"Het verschil tussen de hoeveelheid elektrische energie die wordt ingevoerd in een net en die wordt afgenomen van dat net".⁴

Er zijn twee soorten netverlies te onderscheiden: technische en administratieve netverliezen.

- Technisch netverlies is een onvermijdelijk gevolg van het transport van elektriciteit door het elektriciteitsnet. Deze verliezen hebben een natuurkundige oorzaak. Wanneer elektrische energie door een geleider stroomt dan zal een gedeelte van die energie verloren gaan (weerstand).
- Administratief netverlies ontstaat doordat geleverde elektriciteit niet is geregistreerd, of niet of onvoldoende aan afnemers wordt toegerekend. De elektriciteit wordt wel geconsumeerd door de afnemers.

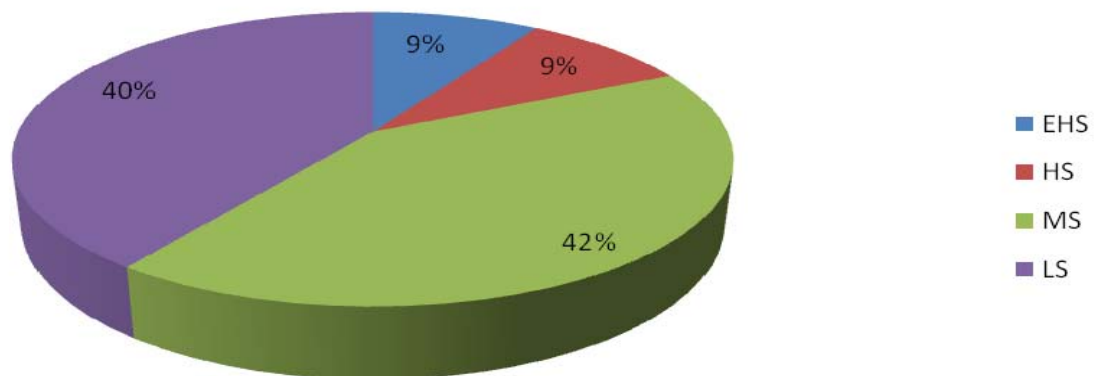
⁴ Zie: KEMA, 2004, 'Winnen met verliezen: vergroten van inzicht en nauwkeurigheid in de netverliezen', nr. 40230030-TDC 04-38434A, in opdracht van het ministerie van Economische Zaken in het kader van Programma Elektriciteitsnetwerk Gebruikers Onderzoek (PREGO).

Figuur 2 geeft een overzicht van de oorzaken van administratief en technisch netverlies.



Figuur 2 Oorzaken van netverliezen, Bron: KEMA

Figuur 3 bevat de verdeling van het totale netverlies per netvlak. In de onderstaande paragrafen wordt nader ingegaan op de oorzaken, omvang en verdeling van het netverlies in de Nederlandse netten.



Figuur 3 Verdeling totaal netverlies per netvlak, Bron: KEMA

2.3 Technisch netverlies

In iedere verbinding en in iedere transformator tussen energieopwekker en energiegebruiker treedt netverlies op door elektrische weerstand. Dit uit zich in energieverlies door warmteontwikkeling. Het technische netverlies bedraagt 70% van het totale netverlies. Dit percentage is bepaald op basis van de opgave van de netbeheerders in een data-uitvraag van de Energiekamer, en komt overeen met de ervaring van KEMA op dit gebied. Netbeheerders bepalen dit percentage op basis van formules of simulaties binnen hun deel van het elektriciteitsnet. Het technisch netverlies verschilt in aandeel per netvlak en per component. Per netvlak is een inschatting van de netverliezen van de verschillende componenten in het net gemaakt. Het netverlies is bepaald als percentage van de totaal ingevoede energie op het netvlak.

2.3.1 Aandeel technisch netverlies per netvlak

EHS en HS

Voor de netvlakken EHS (380 en 220 kV) en HS (150 en 110 kV) zijn hoogspanningslijnen (met een gezamenlijke lengte binnen het Nederlandse net van 8.750 km)⁵ de voornaamste veroorzakers van verliezen. Transformatoren in het hoogspanningsnet worden betrekkelijk laag belast. Veruit het grootste deel van de verliezen voor hoogspanningslijnen wordt gevormd door weerstandsverliezen.

In eerder onderzoek is gebleken dat harmonische verliezen, de invloed van geleider-temperatuur en asymmetrie-effecten verwaarloosbaar zijn ten opzichte van de weerstandsverliezen. Aangezien op dit netvlak door goede bemetering de verliezen nauwkeurig bepaald kunnen worden, wordt ervan uitgegaan dat de voor deze netvlakken gemeten netverliezen correct zijn. Wanneer deze verlieshoeveelheden worden vergeleken met de totale invoeding in deze netvlakken resulteert dit in een verliespercentage van 0,9% voor EHS en 0,6% voor HS. Het hogere percentage voor EHS wordt verklaard door het feit dat transformatie van EHS naar HS hierin is opgenomen.

MS

In dit rapport wordt het netvlak “middenspanning” gedefinieerd als het netvlak met een spanningsniveau van 50 kV tot en met 1 kV. De Tarieencode Elektriciteit splitst dit verder op in de netvlakken tussenspanning (TS), trafo HS+TS/MS, MS en trafo MS/LS. Deze fijnere indeling wordt -waar nodig- ook in dit hoofdstuk gebruikt om goed bij de Tarieencode aan te kunnen sluiten. In de rest van het rapport wordt de eerder geïntroduceerde, meer globale indeling gebruikt om het geheel overzichtelijk te houden.

⁵ NMa, 'Gebiedsindeling Elektriciteit, Gebiedsindeling als bedoeld in artikel 31, lid 1, sub d van de Elektriciteitswet 1998', per 22 juni 2010. www.energiekamer.nl.

Het netvlak "tussenspanning" behelst de 50 kV- en 25 kV-verbindingen. Dit beslaat een beperkt deel van het Nederlandse net: er is circa 4.500 km tussenspanningsnet op 50 kV en 25 kV. Er is zeer weinig informatie beschikbaar over verlies op dit spanningsniveau. Gegeven deze grote onzekerheid lijkt het redelijk om een percentage uit de literatuur aan te houden: 1,4%.

Het netvlak 'Trafo HS+TS/MS' bestaat met name uit transformatoren en kabelverbindingen. De praktijk leert dat redelijkerwijs verondersteld mag worden dat de kabelverliezen in dit netvlak verwaarloosbaar zijn ten opzichte van de verliezen in de transformatoren. In een transformator zijn de nullastverliezen (ook wel genaamd 'ijzerverliezen') en de koperverliezen (ook wel genaamd 'kortsluitverliezen') de twee dominante verliesposten. Nullastverliezen zijn onafhankelijk van de belasting, maar wel afhankelijk van de leeftijd van de transformator.

- Ontwikkelingen in transformatortechnologie hebben ervoor gezorgd dat de verliezen in moderne transformatoren vele malen lager zijn dan in oude transformatoren. De exacte verliezen hangen dus sterk samen met de historische opbouw van het transformatorpark. De transformatoren op dit netvlak zijn niet gestandaardiseerd en daarmee zijn de verliezen ook moeilijk in kaart te brengen. Op basis van de beschikbare literatuur en expertise is een percentage van 0,5% aangenomen.
- Het middenspanningsnet bestaat uit 90.000 km verbindingen waarbij de weerstandsverliezen in de kabels dominant zijn. Uit de literatuur blijkt dat de spreiding van genoemde verliespercentages voor het middenspanningsnet aanzienlijk is, 0,1 tot 2,7%. Op basis van de beschikbare literatuur en expertise is een percentage van 1,5% aangenomen.

Het netvlak trafo MS/LS bestaat uit distributietransformatoren. De ervaring heeft geleerd dat deze transformatoren in Nederland over het algemeen relatief laag belast worden. De procentuele verliezen zijn hoger dan deze voor transformatiestappen in hogere netdelen. Uit de literatuur blijkt dat de spreiding van genoemde verliespercentages voor distributietransformatoren aanzienlijk is, van 1,1% tot 2,6%. Op basis van de beschikbare literatuur en expertise is een percentage van 1,3% aangenomen.

LS

Het laagspanningsnetvlak bestaat uit de verbindingen vanuit de wijkstations naar de eindgebruikers, hoofdzakelijk via kabels. Meetgegevens van de netverliezen op laagspanning zijn schaars. Het netverlies in een laagspanningskabel is onder meer afhankelijk van de belasting van de kabel, de bedrijfstijd en de leeftijd. Op basis van de beschikbare literatuur en expertise is een percentage van 1,4% aangenomen. Een zeer significant deel van de netverliezen in laagspanning wordt gevormd door administratieve netverliezen. Deze verliezen zijn *niet* inbegrepen in de genoemde 1,4%.

2.3.2 Volume technisch netverlies per netvlak

Om op basis van de verliespercentages te komen tot verlieshoeveelheden, is het nodig om een energiebalans op te stellen, per netvlak. Op deze manier is immers vast te stellen hoeveel energie het netvlak instroomt, en dus ook hoeveel energie er in dat netvlak verloren gaat.

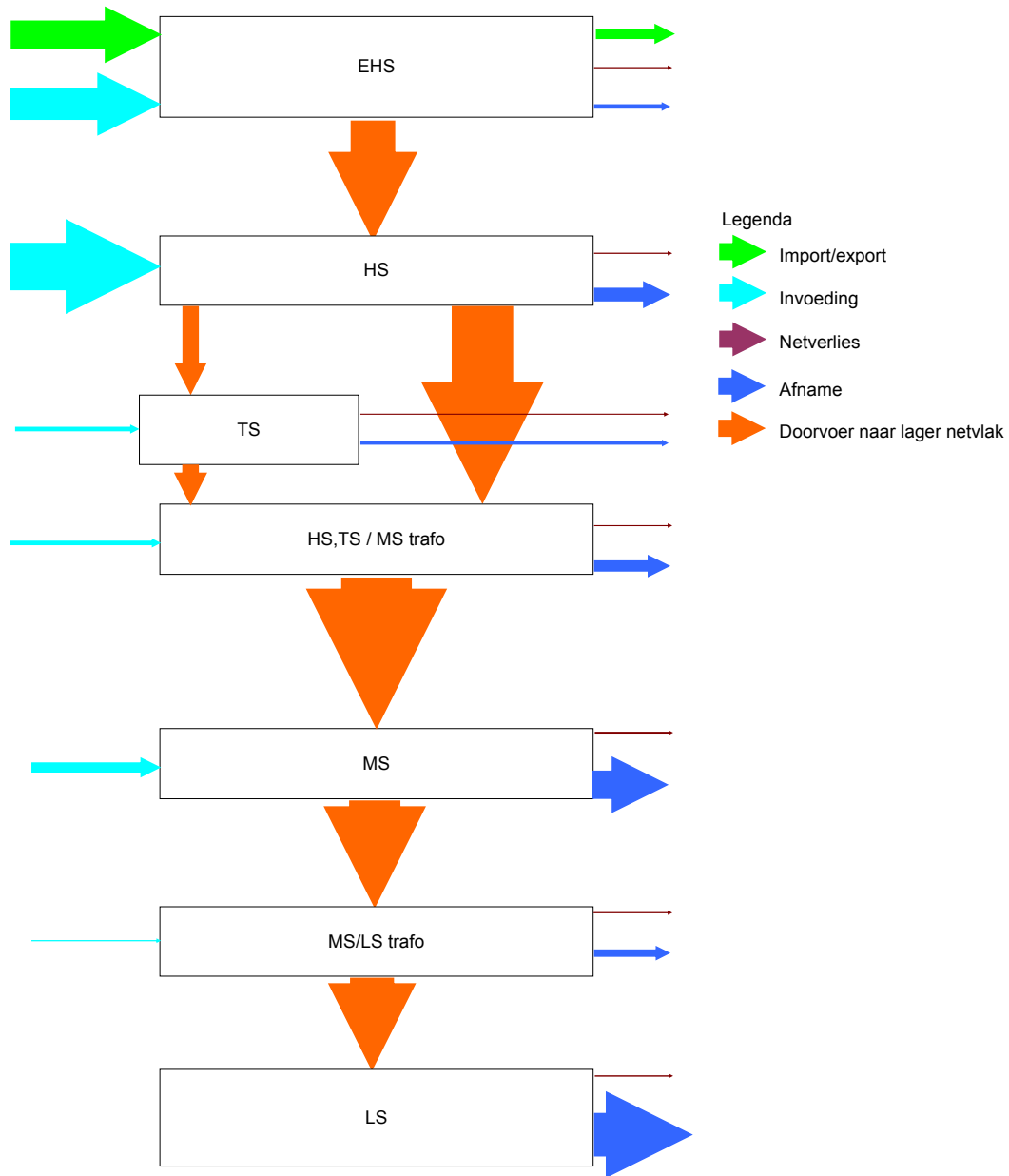
Energiebalans en energiemodel

Ten behoeve van dit project is de energiebalans vastgesteld voor het jaar 2008 omdat daarvan voldoende gedetailleerde gegevens beschikbaar zijn⁶. Er zijn sinds 2008 geen zodanige wijzigingen in de netconfiguratie, productiegegevens of verbruikgegevens opgetreden die de conclusies getrokken op basis van deze energiebalans niet houdbaar zouden maken voor de huidige situatie.

Er is een model gemaakt van de energiestromen in Nederland in 2008. Dit model is grafisch weergegeven in **Figuur 4** (zie volgende pagina). De pijlen in dit model zijn op schaal: de dikte van de pijl geeft de relatieve grootte van de betreffende vermogensstroom weer. In dit model zijn de netvlakken gebruikt zoals gedefinieerd in de Tarievencode Elektriciteit.

⁶ De gebruikte informatie bestaat uit:

- Elektriciteitsbalans 2008 van het CBS;
- Gegevens over afname per netvlak in kWh en decentrale invoeding per netvlak in kWh van de NMa;
- Informatie over vermogensstromen in de hogere netvlakken vanuit systeemdiententarieven TenneT 2008, tarievenbesluit TenneT 2010 en website TenneT gemeten invoeding, aangevuld met informatie uit contact met TenneT ten behoeve van dit project.



Figuur 4 Energiebalans 2008, Bron: KEMA

Benadering

Op basis van dit bovenstaande model zijn de hoeveelheden netverliezen bepaald als weergegeven in **Tabel 2-1**. In deze tabel volgen de technische verliezen in TWh/jaar uit de energiebalans, in combinatie met de verliespercentages. De totale technische verliezen van 3,89 TWh zijn vervolgens gelijkgesteld aan 70% van de totale verliezen. De resulterende percentages technisch netverlies per netvlak zijn weergegeven in de laatste kolom van deze tabel.

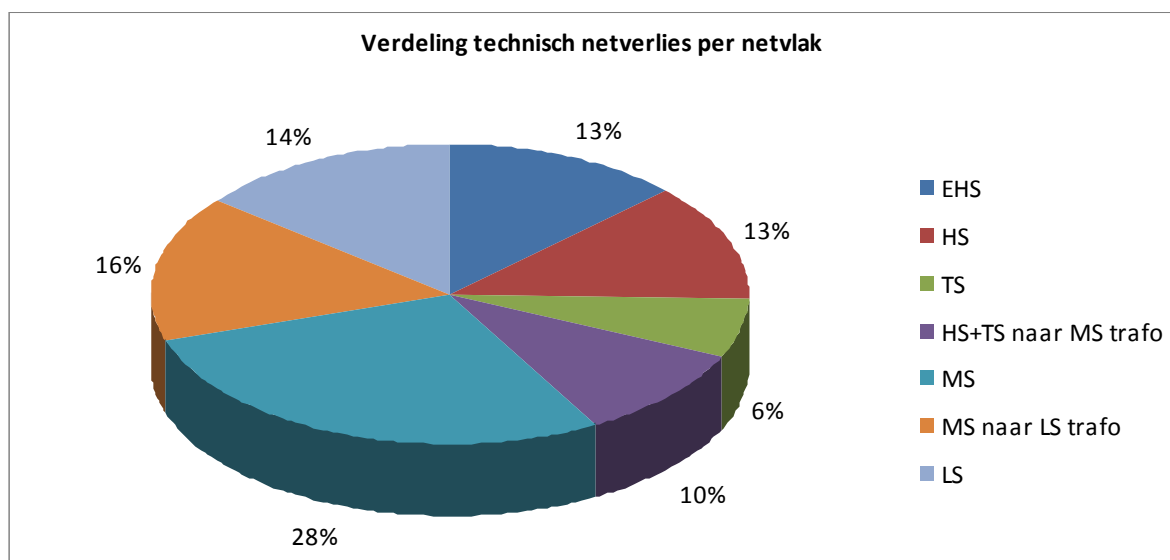
Netvlak	Verlies (% van totale invoeding)	Technisch verlies (TWh/jaar)	Technisch verlies (% relatief)
EHS	0.9%	0.50	9.0%
HS	0.6%	0.50	9.0%
TS	1.4%	0.24	4.4%
HS+TS naar MS trafo	0.5%	0.39	7.0%
MS	1.5%	1.09	19.5%
MS naar LS trafo	1.3%	0.62	11.1%
LS	1.4%	0.56	10.0%
Totaal		3.89	70.0%

Tabel 2-1 Hoeveelheden technisch netverlies per netvlak, Bron: KEMA

Analyse en gevolgen

Uit de analyse blijkt dat (zie **figuur 5**):

- 26% van het technische netverlies optreedt in het hoogspanningsnet (EHS en HS);
- 60% in het middenspanningsnet (TS, HS+TS naar MS trafo, MS en MS naar LS trafo);
- 14% in het laagspanningsnet (LS).



Figuur 5 Verdeling technisch netverlies per netvlak, Bron: KEMA

Ter vergelijking staan in **Tabel 2-2** de technische netverliezen van de netbeheerders voor 2008. De technische netverliezen zijn afgeleid uit de totale netverliezen, waarbij ervan uit is gegaan dat 30% van het totale verlies bestaat uit administratief netverlies.

<i>Netvlak</i>	<i>Technisch verlies (TWh/jaar)</i>	<i>Technisch verlies (% relatief)</i>
EHS	0.50	9.1%
HS	0.50	9.1%
TS	0.37	6.7%
HS+TS naar MS trafo	0.34	6.2%
MS	1.08	19.6%
MS naar LS trafo	0.46	8.4%
LS	0.60	11.0%
Totaal	3.85	70.0%

Tabel 2-2 Technische netverliespercentages per netvlak, Bron: KEMA

Vaststelling

De actuele gegevens van 2008 blijken goed overeen te komen met de verwachting conform het opgestelde model. De verliezen van alle netbeheerders gezamenlijk in beschouwing genomen, blijken de technische netverliezen op een juiste manier aan de verschillende netvlakken toegekend te worden.

2.4 Administratief netverlies

Administratieve netverliezen bedragen circa 30% van het totale netverlies en ontstaan voornamelijk door fouten in metingen, allocatie en reconciliatie en facturatie, afname tijdens leegstand en door diefstal van elektriciteit (fraude).

Fraude en verbruik tijdens leegstand zijn de belangrijkste oorzaken van administratief netverlies. Dergelijke aspecten komen vrijwel uitsluitend voor op het laagspanningsnetvlak (LS). Door het kleinere aantal aansluitingen op hogere netvlakken is er vooreerst minder kans op dit soort fouten en ten tweede is het volume-effect zodanig dat dit zal worden opgemerkt en gecorrigeerd binnen de reguliere administratieve processen van de netbeheerder.

2.5 Beïnvloeding van netverliezen

Nu bekend is waar netverlies veroorzaakt wordt, is de *vraag in hoeverre het volume van de netverliezen beïnvloed kan worden.*

Zowel de technische als de administratieve netverliezen kunnen worden verminderd door de netbeheerder. Dit vraagt echter een financiële inspanning van de netbeheerder, die in balans moet zijn met de te bereiken vermindering aan kosten.

- a Ongeveer 70% van het totale netverlies is *technisch netverlies*; veroorzaakt door diverse componenten op diverse netvlakken. Technisch netverlies zal altijd blijven optreden bij transport van elektriciteit. Echter, de netbeheerder kan op drie momenten maatregelen treffen om het technische netverlies te verminderen:
- tijdens het ontwerp van een netdeel (door toepassing van "state of the art" technologie in componenten of door overdimensionering van toegepaste componenten);
 - door middel van de actuele bedrijfsvoering (geen overbelasting); en
 - tijdens renovatie of herinvestering (door toepassing van "state of the art" technologie in componenten).

Deze maatregelen vergen echter investeringen van de netbeheerder. Het effect op het volume van het technische netverlies is echter beperkt, zodat zulke investeringen vanuit economisch oogpunt, enkel gebaseerd op het reduceren van volumes netverlies, op dit moment niet als rendabel beoordeeld worden.

- b Het *administratieve* netverlies maakt circa 30% van het totale netverlies uit, en wordt met name op laagspanningsniveau veroorzaakt. Fouten in de administratieve gegevensafhandeling zijn grotendeels beïnvloedbaar waarbij de netbeheerder een leidende rol heeft. Fraude of diefstal als oorzaak van administratief netverlies zal echter altijd blijven bestaan. De afgelopen jaren heeft de sector actief de samenwerking met andere partijen zoals politie en brandweer gezocht om fraude te bestrijden.

3 KOSTEN VAN NETVERLIES

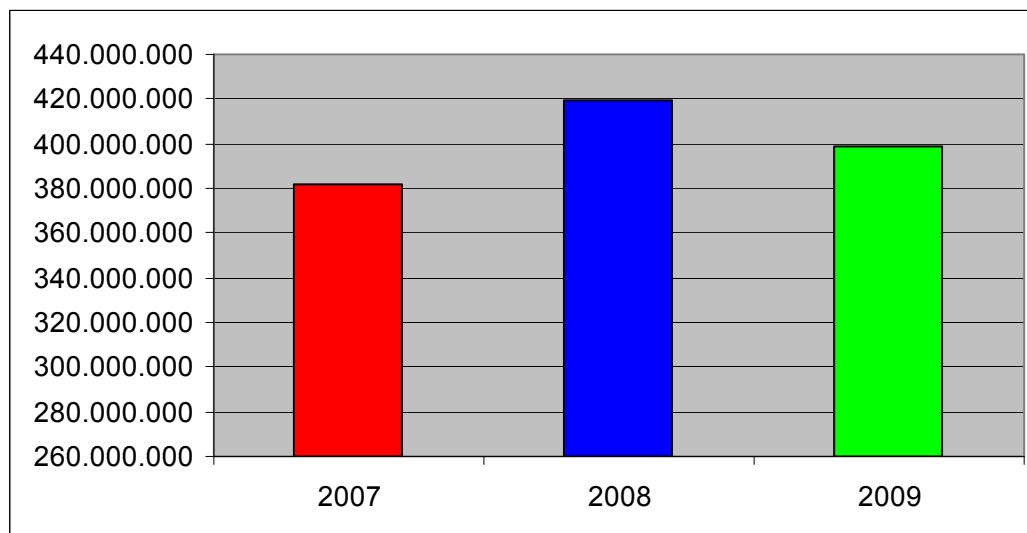
3.1 Hoe de kosten ontstaan

Netverliezen zijn de sluitpost op de energiebalans van een netbeheerder. De ingaande energie is het gemeten productievolume van centrales en decentrale opwekkers. De uitgaande energie bestaat uit de gemeten afname van het net door eindgebruikers. Deze twee stromen zijn niet in balans.

Om de energiebalans te herstellen, dient de netbeheerder de netverliezen te herstellen door een gelijke hoeveelheid energie op de markt in te kopen. Daarvoor sluiten ze, net als elke eindgebruiker dat doet, een leveringscontract bij een energieleverancier. De kosten die daarmee zijn verbonden, vormen onderdeel van de operationele kosten van een netbeheerder en worden daarom via het transporttarief aan de eindgebruiker doorberekend.

3.2 Omvang van de kosten

De omvang van de netverliezen is al jaren redelijk stabiel, rond de 5% van de totale volume aan getransporteerde energie in Nederland. De kosten van netverliezen zijn, behalve van de omvang van het netverlies, ook afhankelijk van de elektriciteitsprijs. Doordat een netbeheerder voor de inkoop van de netverliezen een contract met een energieleverancier dient af te sluiten, wordt een marktconforme prijs betaald. De omvang van de kosten van netverliezen is daarmee afhankelijk van de prijsontwikkeling van elektriciteit op de markt en de onderhandelingsstrategie van de netbeheerder bij de aanschaf van deze energie. De totale kosten van netverliezen in Nederland zijn getoond in **Figuur 6**.



Figuur 6⁷ De totale kosten van netverlies in Nederland in Euro voor de periode 2007-2009
Bron: KEMA

Per netbeheerder zijn de kosten van netverlies verschillend. Dit kan verklaard worden door afhankelijkheid van factoren als de omvang, de staat of de configuratie van het net, het relatieve verbruik en de prijs per kWh van de ingekochte energie. De absolute kosten zijn dus niet onderling vergelijkbaar.

Bij analyse van de omvang van de kosten valt op dat de gemiddelde inkoopprijs onderling tussen netbeheerders aanzienlijk verschilt. Tevens valt op dat de gemiddelde inkoopprijs over de getoonde jaren (2007-2009) aanzienlijk kan afwijken per jaar. Bovendien tonen die afwijkingen geen eenduidig dalende of stijgende trend.

In het algemeen is het van belang om de kosten van netverlies laag te houden; immers lagere kosten leiden, op termijn, tot een lagere bijdrage van de eindgebruikers. Het (beheersen van het) *kostenvraagstuk* valt echter buiten de scope van dit onderzoek; dit laatste richt zich op het *verdelingsvraagstuk*. Een aanvullend onderzoek zou kunnen vaststellen of er eventueel verbeterpotentieel is in de inkoopprijs. Zo kan bijvoorbeeld worden onderzocht wat het effect van gezamenlijke inkoop of andere maatregelen zou kunnen zijn.

⁷ Bron: opgave netbeheerders in het kader van de productiviteitsdata.

3.3 Ontwikkeling van de kosten

Zoals in hoofdstuk 2 is gesteld heeft de netbeheerder invloed op de omvang van de netverliezen. De netbeheerder weegt de kosten voor het beperken van de verliezen af tegen de baten. De opbrengsten van een eventuele verlaging van de netverliezen dienen in verhouding te staan tot de investeringen die daarmee zijn gemoeid. Omgekeerd kan de netbeheerder er zelfs toe besluiten de omvang van de netverliezen te laten toenemen, omdat de kosten voor het in stand houden van de huidige omvang van de netverliezen niet opwegen tegen de baten. Deze afweging is volledig voor de netbeheerder, die de kennis heeft om deze afweging te maken.

De verwachting is dat de netbeheerders de huidige omvang van de netverliezen niet zullen laten stijgen. De netverliezen liggen al meerdere jaren rond de 5% van het totale volume aan getransporteerde energie en er is geen reden om aan te nemen dat de benodigde inspanning om dat te handhaven bovenmatig zal zijn.

Zoals in hoofdstuk 4.1 wordt besproken worden de netbeheerders vanuit de regelgeving voldoende geprikkeld om de netverliezen in de hand te houden.

De toekomstige ontwikkeling van de kosten van de netverliezen zal dus voornamelijk afhangen van de prijsontwikkeling van elektriciteit op de markt. Dat houdt in dat de kosten voor het afdekken van netverlies –relatief- even sterk zullen toenemen of dalen als de gemiddelde elektriciteitsrekening van een eindgebruiker. Met andere woorden, het aandeel netverlies in de energierekening zal proportioneel gelijk blijven.

4 REGULEREND KADER

4.1 Algemene principes van de regulering

Netverliezen worden in het reguleringskader voor de netbeheerders behandeld als onderdeel van de *transportkosten elektriciteit*. Uitgangspunt van het wettelijke reguleringskader is dat de netwerkcomponent van het tarief alle efficiënte kosten dekt die voor het transport van elektriciteit gemaakt worden (Memorie van Toelichting, Elektriciteitswet 1998, Tweede Kamer 1997-1998, 25621, nr. 3, p. 13). De wetgever wil echter ook bevorderen dat de netbeheerders doelmatig werken en heeft voor dit doel een systeem van maatstafconcurrentie geïntroduceerd (Elektriciteitswet 1998, artikel 41). Dit systeem van maatstafconcurrentie moet ervoor zorgen dat de gereguleerde tarieven niet te veel afwijken van de prijzen die in een vrije markt met volledige mededinging tot stand zouden komen.

Concreet is hiervoor de X-factor geïntroduceerd, dit is de korting op de tarieven ter bevordering van de doelmatige bedrijfsvoering. Deze korting geldt voor een periode van drie tot vijf jaar, de zogenaamde 'reguleringsperiode'. Is de netbeheerder in staat zijn kosten sneller te laten dalen dan de doelmatigheidskorting, dan kan hij het verschil behouden als winst in de bedrijfsvoering. Zo ontstaat bij de bedrijven een prikkel om de maatstaf te verslaan wat tot lagere efficiënte kosten voor de sector als geheel leidt. Dit vertaalt zich in lagere tarieven voor de volgende reguleringsperiode waarmee de afnemer op termijn dus voordeel behaalt uit de regulatorische concurrentie tussen netbeheerders, net als in een 'echte' markt.

Marktwerking is niet het enige doel van de tariefregulering. Eindgebruikers moeten ook beschermd worden tegen het natuurlijke monopolie van de landelijke en regionale netbeheerders. Dit doel krijgt vorm in wettelijke bepalingen die bijvoorbeeld de tariefstructuur vastleggen. "In de praktijk moet de tariefstructuur voor netwerktarieven ervoor zorgen dat iedereen dat elektriciteitsnet kan gebruiken op een niet-discriminerende manier", aldus de Memorie van Toelichting bij de Elektriciteitswet 1998 (p. 14). Verder heeft de tariefregulering als doel het waarborgen van de kwaliteit van het elektriciteitsnetwerk, mede via de q-factor⁸ die een prikkel geeft voor de bevordering van kwaliteit. Grondslagen en wijze waarop de transporttarieven worden berekend zijn uitgewerkt in de Tarievenscode Elektriciteit.⁹ De NMA specificeert voorafgaand aan iedere reguleringsperiode in een Methodebesluit hoe de regulering concreet wordt geïmplementeerd.¹⁰

⁸ Zie pagina 34 ev.

⁹ Besluit van de Raad van Bestuur van de NMa van 24 februari 2009, nr. 102466/23.

¹⁰ De vijfde reguleringsperiode voor de regionale netbeheerders loopt van 2011 tot en met 2013. Zie: Methodebesluit, nummer 103221_1/266, vastgesteld 26 augustus 2010. Voor TenneT loopt de vijfde reguleringsperiode ook van 2011 tot en met 2013. Zie Methodebesluit Transport, nr. 103096_1/242.BT831 van 13 september 2010.

4.2 Regulering van de netverliezen

De kosten van het netverlies spelen een rol in verschillende onderdelen van de tariefregulering. De netverliezen vormen onderdeel van het transportafhankelijke tarief conform artikel 3.2.2 van de Tarievenscode Elektriciteit. Transportafhankelijke kosten worden via het cascadebeginsel toegerekend aan verbruikers (artikel 3.6 Tarievenscode). Dit beginsel moet waarborgen dat de tarieven kostengeoriënteerd zijn.

Het principe van maatstafconcurrentie via een prijsplafond houdt in dat de NMa niet direct op de kosten wil sturen. De Tarievenscode Elektriciteit biedt een structuur voor de opbouw van de tarieven, maar doet geen uitspraken over de *omvang* van de kosten van bijvoorbeeld het netverlies. Zoals de NMa toelicht in het Methodebesluit, is maatstafconcurrentie bedoeld om op output te sturen in plaats van op input. De netbedrijven worden met andere woorden vergeleken op basis van hun prestaties in termen van output wat een grote mate van vrijheid impliceert bij operationele en investeringsbeslissingen van de bedrijven. Regulerings-elementen zoals de Tarievenscode Elektriciteit zijn bedoeld om de prestaties van de netbeheerders voldoende vergelijkbaar te maken. Vergelijkbaarheid van de prestaties is een van de voorwaarden voor het goed functioneren van het systeem van maatstafconcurrentie.¹¹

De maatstaf voor de vergelijking van de prestaties zijn de efficiënte kosten per eenheid output. Netverliezen spelen hier een rol als onderdeel van de operationele kosten en worden daarbij op gelijke voet behandeld als andere transportkosten.

- Hogere netverliezen kunnen verrekend worden in de tarieven als blijkt dat de efficiënte kosten per eenheid output sectorbreed stijgen.
- Omgekeerd biedt het systeem een financiële prikkel voor lagere netverliezen als de netbeheerders daarmee een kostendaling kunnen realiseren.

Deze weergave is vooral gebaseerd op de regulering van de regionale netbeheerders. Voor TenneT geldt ook een systeem van maatstafconcurrentie met een internationale benchmark als basis.¹²

De regulering voor TenneT wijkt op specifieke punten af. Zo wordt de ontwikkeling van de inkoopkosten van energie ter dekking van netverliezen in de vijfde reguleringsperiode (2011-2013) niet vergeleken met een basisjaar maar met de gemiddelde inkoopkosten over 2007-2009 (voor de EHS-netten) en over 2008-2009 (voor de HS-netten). Reden hiervoor is dat TenneT volgens de NMa géén grote invloed kan uitoefenen op de prijzen en

¹¹ Zie: R. Haffner en P. Meulmeester (2006), 'Op zoek naar effectieve maatstafconcurrentie', *Tijdschrift voor Politieke Economie*, vol. 27(5), pp. 42-60.

¹² Methodebesluit Transport voor de vijfde reguleringsperiode, Energiekamer, 13 september 2010, .

hoeveelheden van de in te kopen energie. Het verschil tussen de geschatte en gerealiseerde inkoopkosten wordt deels (minimaal 75%) nagecalculeerd, zodat TenneT een prikkel heeft doelmatig in te kopen maar wel zodanig dat het risico voor TenneT begrensd is.

De vraag is natuurlijk in hoeverre de netbeheerders via operationele en investeringsbeslissingen kosten, zoals van netverliezen, kunnen beïnvloeden. Netverlies hangt in sterke mate samen met de configuratie van het netwerk – de lengte van kabels, leeftijd en aantal transformatoren – die niet van vandaag op morgen is aan te passen. Hierin lijkt het netverlies op een andere kostenfactor van het netbeheer, met name de leveringszekerheid gemeten via de gemiddelde storingsfrequentie en storingsduur. In hoofdstuk 2.5 is nader ingegaan op de invloed van de netbeheerder.¹³ Daarin is vastgesteld dat de netbeheerder de technische netverliezen kan beïnvloeden in drie fasen van de levensduur van een netdeel:

- 1 in de ontwerpfase;
- 2 in de bedrijfsvoering of
- 3 door renovatie of herinvestering.

In theorie kan er spanning bestaan tussen enerzijds de prikkel voor kostenefficiëntie via de *x-factor* en prestatie-indicatoren, zoals de kwaliteit van de transportdienst, die afhankelijk zijn van lange termijn beslissingen (investeringen) anderzijds. De reden hiervoor is dat investeringskosten pas vergoed worden als ze doorwerken op de efficiënte kosten. Netbeheerders hebben daardoor op korte termijn nadeel van extra investeringen als de maatstaf onveranderd blijft. Dit kan theoretisch tot uitstelgedrag leiden en op lange termijn de kwaliteit van het netwerk ondermijnen.¹⁴

De NMa heeft recentelijk PricewaterhouseCoopers (PWC) laten uitzoeken of de regulering de investeringsactiviteit in de Nederlandse netten daadwerkelijk heeft beïnvloed.¹⁵ De conclusie uit dit onderzoek is dat netbeheerders zelf aangeven dat de regulering niet tot lagere investeringen heeft geleid. PWC geeft ook aan dat het effect op de investeringen door gebrek aan data niet empirisch te onderbouwen is. Uit ander onderzoek blijkt dat er op grond van theoretische modellen reden is om rekening te houden met een afruil tussen de prikkels voor kostenefficiëntie enerzijds en investeringen in capaciteit en kwaliteit in prijsgebaseerde reguleringsystemen anderzijds.¹⁶

Om de potentiële spanning tussen korte- en langetermijn-beslissingen te verlichten is de *q-factor* geïntroduceerd. De *q-factor* kan tot hogere inkomsten voor de netbeheerder leiden,

¹³ Zie ook, KEMA (2004), *Winnen met verliezen: vergroten van inzicht en nauwkeurigheid in de netverliezen*, Arhem, pp. 9-10.

¹⁴ Meulmeester, P (2008), 'Langetermijninvesteringen in elektriciteitsnetwerken niet gegarandeerd' TPEdigitaal, vol. 2(2), pp. 93-113.

¹⁵ PWC (2009), *Investeringen in energienetwerken onder druk?*, Amsterdam.

¹⁶ Voor een formele analyse, zie: Brunekreeft, G. en J. Borrmann (2010), 'The Effect of Monopoly Regulation on the Timing of Investment', Working Paper, Bremer Energie Institut, Jacobs University.

afhankelijk van de kwaliteitsprestatie. Deze prestatie wordt gemeten aan de hand van de storingsduur en storingsfrequentie per netbeheerder met de waardering van het gemiddelde kwaliteitsniveau als maatstaf. Voor een deel werkt de q-factor ook als prikkel om de netverliezen te verlagen. Nieuwe transformatoren verlagen bijvoorbeeld de kans op storing, maar verlagen ook het netverlies. Dit effect is echter bijwerking van de q-factor en geen expliciet, prioritair doel van dit onderdeel van de regulering.

4.3 Tarievenstructuur

Het netwerktarief

Alle kosten die een netbeheerder maakt, onder andere om elektriciteit te transporteren, het elektriciteitsnet te onderhouden of afnemers aan te sluiten, worden uiteindelijk bij de eindgebruiker in rekening gebracht, middels het netwerktarief. Dit netwerktarief bestaat uit een aantal tarieven voor bepaalde diensten (Tarievencode Elektriciteit):

- Aansluitdienst
 - eenmalig tarief bij initiële aansluiting;
 - periodiek tarief voor instandhouding aansluiting
- Transportdienst
 - transport-afhankelijk tarief;
 - transport-onafhankelijk tarief
- Systeemdienst.

De transportdienst

De kosten voor netverlies zijn onderdeel van het transporttarief. De kosten die worden gedekt door het transporttarief zijn -onder meer- (artikel 3.2.2 Tarievencode Elektriciteit):

- de afschrijvingslasten van de netinfrastructuur;
- een redelijk rendement op het geïnvesteerde vermogen in de netinfrastructuur;
- de kosten van aanleg en instandhouding van de netinfrastructuur;
- de kosten van inkoop van energie voor de dekking van netverliezen, het oplossen van transportbeperkingen en de handhaving van de spannings- en blindvermogenshuishouding;
- de gecascadeerde kosten van netten op een hoger spanningsniveau;
- de operationele kosten in verband met het voorgaande.

Het cascadebeginsel

De verdeling van deze kosten over de eindverbruikers vindt plaats via het cascadebeginsel, zoals uitgewerkt in artikel 3.6 van de Tarievenscode Elektriciteit.

Kern van het cascadebeginsel is dat de kosten van een net op een hoger spanningsniveau worden toegerekend aan een net met een lager spanningsniveau naar rato van het aandeel van laatstgenoemd net in de totale afname van energie en/of vermogen van het bovengelegen net.

Uitzonderingen op het cascadebeginsel: vrijstellingen

Producenten betalen op dit moment niet voor de netverliezen en andere transportafhankelijke kosten. De Tarievenscode Elektriciteit biedt wel een ingang voor bijdragen van de producenten in de kosten van het transport.

- Zo moet de opbrengst van het Landelijk Uniform Producententransporttarief (LUP) worden afgetrokken van de kosten toe te rekenen aan het EHS en HS-net (artikel 3.6.2 Tarievenscode). Dit tarief is echter sinds een aantal jaren nul.
- Producenten aangesloten op een EHS-net of HS-net zijn conform artikel 3.4.1 lid a. Tarievenscode Elektriciteit ook expliciet uitgesloten van betaling van transportafhankelijke kosten voor die netvlakken, waaronder dus de netverliezen.
- Eenzelfde vrijstelling geldt voor decentrale opwekkers op andere netvlakken, namelijk TS en MS. Kleinverbruikers (aansluitwaarde $\leq 3 \cdot 80A$) die ook invoeden betalen volgens de huidige regelgeving alleen een transporttarief voor hun afname. Dit is het effect van het invoeren van het capaciteitstarief voor deze categorie afnemers, waardoor er geen onderscheid is in het transporttarief voor energierichting (artikel 3.1.3 lid a, Tarievenscode Elektriciteit).
- Kleinverbruikers die zowel verbruiken van het net als invoeden op het net, betalen dezelfde transportkosten als kleinverbruikers die alleen verbruiken van het net. De reden hiervoor is dat deze verschillende kleinverbruikers evenveel beslag leggen op de capaciteit van het net. De hoeveelheid ingevoede elektriciteit van kleinverbruikers is over het algemeen namelijk zo laag dat er geen sprake is van het gebruik van meer capaciteit van het net. De NMa vindt het belangrijk dat afnemers die duurzame energie willen produceren en hierbij geen meerkosten veroorzaken ten opzichte van andere afnemers, niet onnodig belemmerd moeten worden bij deze duurzame activiteit.¹⁷

¹⁷ Zie: NMa, besluit van 10 december 2008, nr. 102490/23

5 ACTUELE METHODOLOGIE - THEORETISCHE ANALYSE: CONCEPT, DOELSTELLINGEN EN IMPACT VAN IMPLEMENTATIE

5.1 De toerekening van de kosten: concept en doelstellingen

De transportkosten en daarmee ook de kosten van netverliezen, worden verdeeld over de eindgebruikers middels het cascademodel¹⁸. Het cascademodel bestaat uit drie stappen:

- 1 verdeling van de transportafhankelijke kosten over de netvlakken;
- 2 cascadering van de kosten toegewezen aan een netvlak (in stap 1) naar het direct onderliggende netvlak;
- 3 verdeling van kosten per netvlak, na cascadering, over afnemers aangesloten op het betreffende netvlak, via tariefdragers.

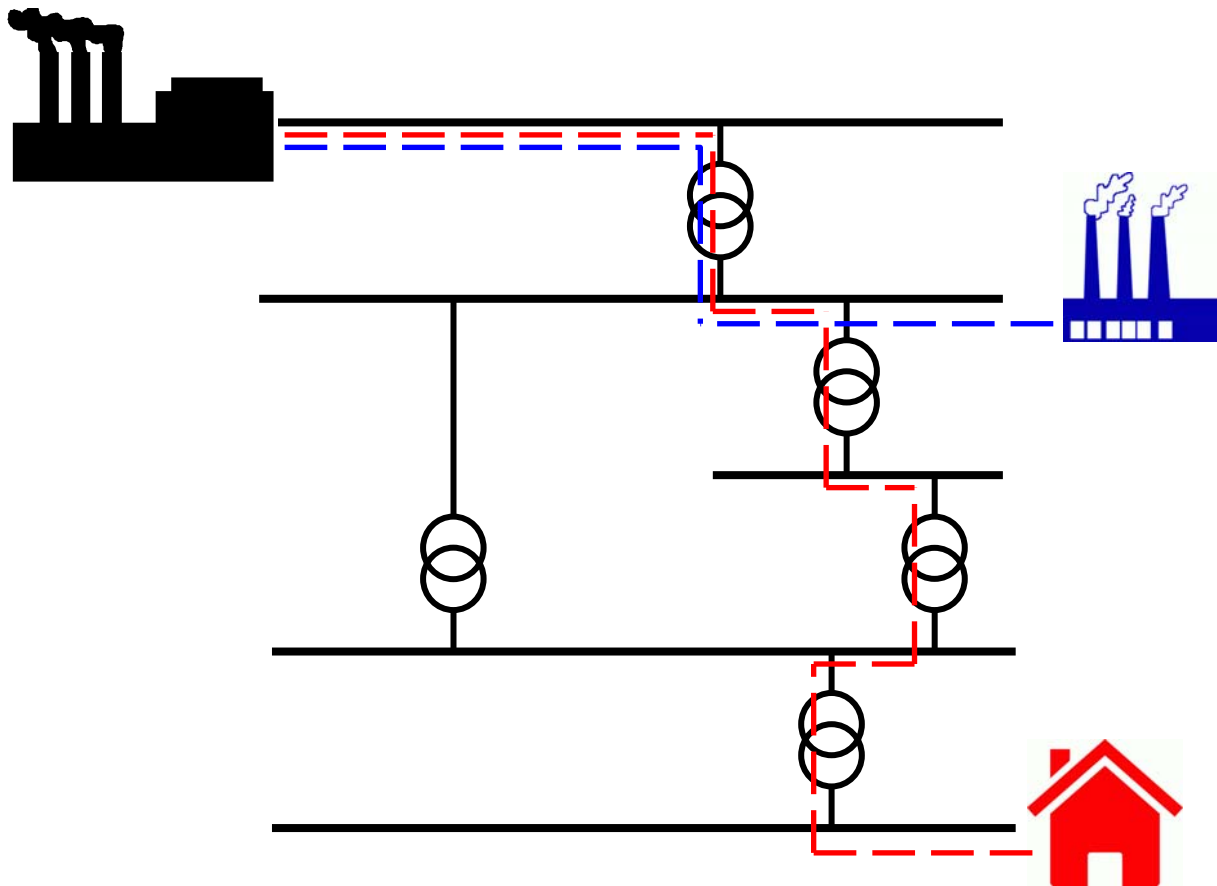
Stap 1: verdeling van de transportafhankelijke kosten over de netvlakken

De verdeling van de transportafhankelijke kosten over de netvlakken (stap 1) is een taak die bij de netbeheerder ligt. Deze is niet beschreven in de Tarievenscode Elektriciteit, de netbeheerder krijgt hiermee de vrijheid om de kosten naar eigen inzicht toe te kennen. De netbeheerders verdelen de technische en administratieve netverliezen op verschillende wijze. De volgende paragraaf gaat hier verder op in.

Stap 2: cascadering van de kosten

In stap 2 worden de kosten, die door de netbeheerders aan de verschillende netvlakken worden toegekend, gecascadeerd per netvlak naar het direct onderliggende netvlak. Immers, het overgrote deel van de geproduceerde elektrische energie in Nederland wordt ingevoerd op hoogspanning. Voor de eindgebruikers op de hogere netvlakken geldt dat de gevraagde elektriciteit van een geringer aantal verbindingen en transformatiepunten gebruik maakt. Er wordt dus minder netverlies veroorzaakt door de elektriciteit die op dit niveau wordt afgenomen. In mindere mate geldt dat voor eindgebruikers op middenspanning. De elektriciteit verbruikt op laagspanning maakt het meest gebruik van het elektriciteitsnet en veroorzaakt daarmee het meeste technisch netverlies. Dit is grafisch weergegeven in **Figuur 7**: de bovenin geproduceerde elektriciteit bereikt de (blauwe) fabriek via minder verbindingen dan de (rode) consument onderin het net.

¹⁸ Tarievenscode Elektriciteit artikel 3.6 en 3.7



Figuur 7 Voorbeeld cascadering HS- en LS-niveaus, Bron: KEMA

Stap 3: kosten per netvlak omgeslagen over de eindgebruikers middels tariefdragers

In de laatste stap worden de kosten per netvlak omgeslagen over de eindgebruikers, middels tariefdragers, namelijk capaciteit en verbruik. Per netvlak wordt een verschillende samenstelling van de tariefdragers gebruikt. De kosten die aan huishoudens worden toegerekend worden via een forfaitair kilowattuurverbruik omgeslagen naar de capaciteit van de aansluiting, het zogenaamde '*capaciteitstarief*'. De bijdrage van huishoudens aan de transportafhankelijke kosten en dus het netverlies is daarmee niet afhankelijk van het verbruik, maar van de grootte van de aansluiting.

5.2 De rol van de netbeheerders

Het verdelen van de kosten over netvlakken geeft de netbeheerder invloed op de toerekening van transportkosten aan eindgebruikers. Hoe gaan zij hiermee om, met betrekking tot netverliezen?

Toerekening

De netbeheerder rekent kosten toe daar waar de kosten ontstaan. Zo worden bijvoorbeeld de kosten van onderhoud aan het hoogspanningsnet aan het hoogspanningsnetvlak toebedeeld en de kosten van een stroomstoring in een woonwijk aan laagspanning. Zo ook met netverliezen. Technisch en administratief netverlies kennen een verschillende oorsprong en worden daarom op verschillende wijze verdeeld.

Model

Het administratieve netverlies wordt vrijwel volledig aan laagspanning toegekend. De kosten worden voornamelijk daar gemaakt en dus ook daar toegerekend. Ook het technische netverlies wordt zo mogelijk toegekend aan het netvlak waar het ontstaat.

Het is geen exacte wetenschap en dus worden modellen gebruikt om te bepalen waar welk deel van het totale netverlies optreedt. In dit onderzoek heeft KEMA een model ontwikkeld om te bepalen waar de technische netverliezen optreden. **Figuur 8** toont de uitkomst van dat model en de verdeling zoals de netbeheerders die maken.

Verdeling	Resultaat KEMA analyse	Opgave netbeheerders
(E)HS	18%	17%
MS	42%	41%
LS	10%	12%
Administratief	30%	30%
	100%	100%

Figuur 8¹⁹ Vergelijking verdeling netverliezen netbeheerder en KEMA analyse, Bron: KEMA

Conclusie

De verschillen zijn marginaal. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de netbeheerders het technisch netverlies volgens de fysieke werkelijkheid verdelen over de netvlakken. Hoofdstuk 6.1 gaat in op de redelijkheid van de verdeling van administratief netverlies.

5.3 De uitkomst van de toepassing van het huidige model: impact bij implementatie

Elke netbeheerder past de Tarievenscode Elektriciteit toe binnen het eigen gebied. Zoals eerder aangegeven zijn de kosten die netbeheerders maken onder andere afhankelijk van de staat van het net en de bedrijvigheid op het net. De totale kosten die netbeheerders maken verschillen, zo ook per netvlak. Dat betekent dat de tarieven die de netbeheerders rekenen

¹⁹ Het administratieve netverlies is in het KEMA model op 30% gesteld, gelijk aan de opgave van het administratief netverlies van de netbeheerders.

voor transport en ook netverlies, verschillend zijn. Hoe groot die verschillen zijn, valt buiten de scope van dit onderzoek. Een nader onderzoek naar de verschillen kan hier nieuwe inzichten bieden.

Resultaten

Figuur 9 toont de jaarlijkse bijdragen aan netverlies die gemiddeld worden betaald door de voor dit onderzoek gebruikte groepen eindgebruikers. De tweede kolom toont de tarieven per kWh.

Afneemers	Gemiddelde bijdrage per afnemer per jaar	Gemiddelde bijdrage per afnemer per kWh verbruik
Bedrijven op (E)HS	34.115	0,00045
Bedrijven op MS	1.816	0,00250
Bedrijven op LS	255	0,00776
Huishoudens	30,34	0,00809

Figuur 9 Jaarlijkse bijdrage per groep eindgebruikers in Euro, Bron: KEMA

Een huishouden betaalt iets meer dan 30 Euro per jaar aan netverliezen. In absolute zin betalen bedrijven op (extra) hoogspanning veel meer. Relatief, in verhouding tot het verbruik, veel minder. Om deze cijfers in perspectief te plaatsen, is het van belang om te weten hoeveel procent van de netverliezen voor rekening van de eindgebruikers op laagspanning komen, zie **Figuur 10**.

Netvlakken	Netverlieskosten	% van totale netverlies
EHS	318.300	0,1%
HS	6.805.473	1,6%
MS	111.845.408	26,7%
LS	300.454.999	71,6%
	419.424.180	100,0%

Figuur 10 Verdeling netverlies naar netvlak in Euro, Bron: KEMA

Analyse

Het valt op dat het laagspanningsnet veruit het meest (71,6%) bijdraagt aan netverlies. In paragraaf 5.1 wordt toegelicht dat de op laagspanning gevraagde elektriciteit mede gebruik maakt van de hogere spanningsniveaus voor het benodigde transport van de elektriciteit en daardoor mede verantwoordelijk is voor het netverlies veroorzaakt op de hogere spanning. Dat verklaart waarom ruim 71% van de kosten aan de eindgebruikers op het laagspannings-

netvlak worden toegekend, terwijl op het laagspanningsnetvlak zelf *slechts* 40% van de netverliezen worden veroorzaakt (zie figuur 3 in hoofdstuk 2 – pagina 21).

Figuur 11 toont de verschillende gebruikersgroepen op laagspanning. Dit schema biedt een inzicht in de procentuele bijdrage van huishoudens op het totale netverlies. Huishoudens krijgen ruim 53% van de totale kosten van netverlies in Nederland toegerekend.

Afneemers op laagspanning	Netverlies kosten	% van totale netverlies
Bedrijven	75.510.459	18,0%
Huishoudens	223.973.650	53,4%
Openbare verlichting	970.890	0,2%
	300.454.999	71,6%

Figuur 11 Verdeling netverlies tussen gebruikers op laagspanning, Bron: KEMA

Cijfervoorbeeld

De impact van de bijdrage aan de kosten van netverlies op de energierekening van een huishouden wordt het best geïllustreerd aan de hand van een voorbeeld van een fictief huishouden van vier personen.

Voorbeeld huishouden van vier personen

Verbruiksgegevens

- elektriciteitsverbruik: 3.690 kWh
- gasverbruik: 1.670 m³.

De energie jaarafrekening ziet er als volgt uit:

Elektriciteit (levering)	€ 311,86
Gas (levering)	€ 480,73
Netwerkkosten (elektriciteit en gas)	€ 282,72
Meterkosten (elektriciteit en gas)	€ 49,16
Energiebelasting	€ 372,01
Totaal kosten, exclusief BTW	€ 1.496,48
BTW	€ 284,33
Totaal kosten, inclusief BTW	€1.780,81

Figuur 12 Fictieve jaarafrekening van een gemiddeld huishouden van vier personen
Bron: KEMA

Meterkosten

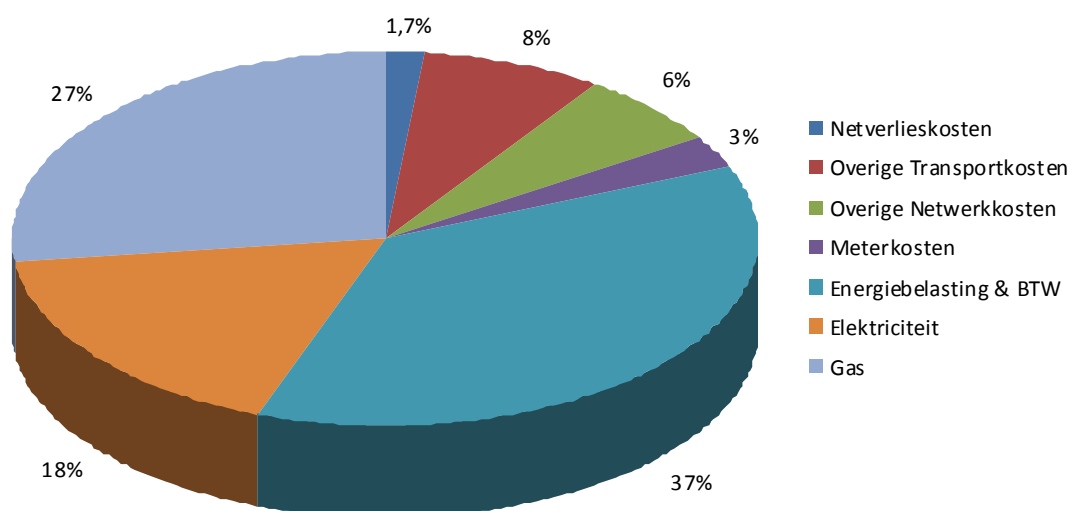
De **meterkosten** zijn opgebouwd uit:

- meteropname;
- meterhuur;
- meterbeheer;
- meteronderhoud;
- verwerking meterstanden.

De **netwerkkosten** zijn opgebouwd uit:

- aansluitkosten;
- transportkosten;
- transportonafhankelijke kosten;
- systeemdiensten.

De transportkosten bedragen in dit voorbeeld 170 Euro. Hoofdstuk 4.3 licht toe wat er onder de transportkosten valt, waaronder de kosten voor netverlies. De kosten van netverlies bedragen gemiddeld per huishouden 30 Euro (figuur 10), wat in dit specifieke voorbeeld 1,7% van de totale energierekening vertegenwoordigt. **Figuur 13** toont de verdeling van de verschillende soorten kosten van de energierekening. De netverlieskosten zijn hier uit de totale transportkosten gelicht en de transportkosten uit de totale netwerkkosten.



Figuur 13 Procentueel aandeel verschillende kostensoorten op energierekening, Bron: KEMA

In hoofdstuk 6.1 is een variant op de verdeling voor administratief netverlies gegeven. Indien de administratieve netverliezen zouden worden gesocialiseerd over alle eindgebruikers, zouden de huishoudens minder dan 5 Euro per jaar minder aan de compensatie voor de kosten veroorzaakt door netverliezen bijdragen. In hetzelfde fictieve voorbeeld als hierboven beschreven staat dat gelijk aan een verlaging van de totale energierekening van minder dan 0,3% per huishouden.

6 AANDACHTSPUNTEN HUIDIGE METHODOLOGIE

De opzet en toepassing van de huidige toerekeningsmethode, zoals toegelicht in hoofdstuk vijf, bevat een drietal aandachtspunten:

- in de eerste plaats *de verdeling van de kosten van administratief netverlies*;
- in de tweede plaats gaat het cascademodel ervan uit dat elektriciteit altijd van boven naar beneden stroomt, ofwel *van een hoger netvlak naar een lagerliggend netvlak*, in werkelijkheid is dat niet altijd zo;
- het laatste aandachtspunt is het feit dat *decentrale opwekkers* relatief minder bijdragen aan netverliezen.

6.1 Verdeling van administratief netverlies

In hoofdstuk vijf is vastgesteld dat de kosten van administratieve netverliezen vrijwel volledig aan het laagspanningsnet worden toegekend, met als gevolg dat de eindgebruikers aangesloten op dat net (vrijwel) de volledige kosten dragen. Is dat terecht?

Deze vraag kan vanuit twee perspectieven worden beantwoord, namelijk die van de netbeheerder en die van de eindgebruiker op laagspanning. Daarbij staan respectievelijk twee vragen centraal:

- 1 op welk netvlak vindt het netverlies plaats en
- 2 wie veroorzaken het netverlies.

Vaststelling 1

Het administratieve netverlies vindt voornamelijk plaats op het laagspanningsnet. De oorzaken van administratief netverlies zijn, zoals toegelicht in hoofdstuk 2, fraude, leegstand, meet- en facturatiefouten, reconciliatie- en allocatiefouten. Het kenmerk van fraude en leegstand is dat ze vrijwel uitsluitend voorkomen op laagspanning. De overige oorzaken komen in principe voor bij alle groepen eindgebruikers over alle netvlakken. Echter voor grootverbruikers geldt dat, vanwege de omvang van de afname en de maandelijkse wijze van factureren, dit type fouten zelden onopgemerkt blijft. Met andere woorden, de onopgemerkte fouten komen ook vrijwel uitsluitend voor op laagspanning. Vanuit het perspectief van de netbeheerders worden de kosten van administratief netverlies daardoor begripelijkwijjs aan laagspanning toegewezen.

Vaststelling 2

Het administratieve netverlies is niet oorzakelijk toe te wijzen aan eindgebruikers. Meetfouten, facturatiefouten, reconciliatie- en allocatiefouten zijn fouten die voortkomen uit de administratieve processen van de netbeheerder. Grote complexe administratieve organisaties, waartoe de netbeheerders behoren, maken onvermijdelijk administratieve fouten in hun processen. De administratieve kosten van leegstand zijn min of meer bewuste kosten. De netbeheerder kan deze kosten in bepaalde mate beïnvloeden, maar kan afwegen dat de benodigde investering niet opweegt tegen de baten, zoals eerder in dit rapport opgemerkt. Het kenmerk van de kosten van fraude is dat ze niet aan de veroorzaker zijn toe te kennen; immers, de fraudeur is onbekend.

Conclusie

De conclusie is dat eindgebruikers een deel van het administratief netverlies in hun transporttarief verrekend zien, dat vanuit het perspectief van de eindgebruiker niet oorzakelijk aan hem of haar is toe te rekenen.

Verdelingsvariant

Een andere mogelijke verdeling bestaat erin om de kosten van administratief netverlies te socialiseren over alle eindgebruikers op alle netvlakken. Socialiseren kan op verschillende wijzen:

- de totale kosten kunnen worden gesocialiseerd over alle gebruikers op alle netvlakken. Aan het socialiseren over alle eindgebruikers over alle netvlakken kleeft een praktisch nadeel. TenneT, de landelijke netbeheerder, beheert het grootste deel van het hoogspanningsnet en heeft géén administratief netverlies. Met andere woorden, het administratief netverlies is in de praktijk niet eenvoudig te verdelen over de eindgebruikers aangesloten op het net door TenneT beheerd;
- er kan ook per netvlak worden gesocialiseerd, waarbij de kosten per netvlak worden gesocialiseerd over de eindgebruikers op dat netvlak. Deze laatste optie levert een te verwaarlozen verschil op met de huidige verdeling van administratief netverlies, naar laagspanning, aangezien de kosten van administratief netverlies op andere netvlakken nihil is.

Om het effect van socialisatie van de kosten van het administratieve netverlies te illustreren, is de bijdrage aan het totale netverlies van de verschillende groepen eindgebruikers berekend, door middel van socialisatie over alle eindgebruikers over alle netvlakken. Dit is op twee manieren berekend:

- berekening 1: socialiseren naar rato van verbruik;
- berekening 2: socialiseren naar rato van technisch netverlies.

Figuur 14 toont de effecten op de bijdrage van de verschillende groepen eindgebruikers tot het totale netverlies.

Afnemers	Huidige verdeling	Berekening 1	Berekening 2
Bedrijven op (E)HS	34.115	45.799	51.756
Bedrijven op MS	1.816	2.382	2.573
Bedrijven op LS	255	223	212
Huishoudens	30,34	26,58	25,27

Figuur 14 Effect in Euro van socialisering van administratief netverlies over alle eindgebruikers, Bron: KEMA

Effecten

- Het effect op de huishoudens is een verlaging van de gemiddelde jaarlijkse bijdrage aan netverlies met 12% voor berekening 1, respectievelijk 17% voor berekening 2.
- Het effect op de bedrijven op (E)HS is een verhoging van de bijdrage van 34% tot bijna 52%. Deze stevige verhoging wordt veroorzaakt door het hefboomeffect: de kosten die van laagspanning naar hogerliggende netvlakken worden gebracht, wordt op die hogerliggende netvlakken verdeeld over veel minder eindgebruikers (zie hoofdstuk 2 voor een verdeling van eindgebruikers over de netvlakken). Hiermee is gelijk een derde perspectief op de verdeling van administratief netverlies gegeven: die van de eindgebruikers op hogere netvlakken.

Om de maximale bandbreedte te laten zien, is als extreme variant een toerekening gekozen waarbij de kosten van administratieve netverliezen worden gesocialiseerd over **alle** eindgebruikers, op laagspanningsniveau en **alle** bovenliggende netvlakken. In deze extreme variant, die in de praktijk niet haalbaar is, is de lastenverlichting voor huishoudens maximaal 5 Euro per jaar. Een meer realistische verdelingswijze zal dus een nog beperkter effect op de lastenverlichting van huishoudens hebben. Dit onderzoek spreekt geen voorkeur uit voor een specifieke methode van toerekening voor dit onderdeel van de netverliezen, omdat objectieve criteria voor de beoordeling van de wijze van socialisering vanuit economisch oogpunt ontbreken.

6.2 Transport naar hogerliggend netvlak

Normaal gesproken stroomt elektrische energie van het (extra) hoogspanningsnet naar het middenspanningsnet en verder naar het laagspanningsnet, zoals toegelicht in hoofdstuk 2. Er zijn echter specifieke, lokale situaties waar elektrische energie omhoog stroomt. Het cascademodel is hier niet op toegerust, met als mogelijk effect een scheve verdeling van de kosten. Deze situatie, veroorzaakt door een grote concentratie aan decentrale opwekking, speelt in Nederland op beperkte schaal.

Niet alle geproduceerde elektrische energie wordt ingevoerd in het extra hoogspanningsnet door middel van elektriciteitscentrales. Er wordt ook vanuit andere invoedingspunten energie ingevoerd met name via decentrale opwekking. Te denken valt hierbij onder meer aan afvalverbrandingsinstallaties, warmtekrachteenheden bij tuinders, windmolens bij agrariërs en kleinschalige duurzame opwekking bij andere afnemers. Deze opwekking vindt voornamelijk plaats op hoogspannings- en middenspanningsniveaus.

Een deel van de belasting in de buurt van een decentrale opwekker zal direct door deze opwekker worden gevoed. Deze belasting zal dus niet meer door het bovenliggende net worden aangeleverd. De verliezen in bovenliggende netten nemen hierdoor af. Hiermee is echter niet gezegd dat het *totale* netverlies hierdoor afneemt. Wanneer er in een bepaald deel van het net immers meer decentrale opwekking is dan belasting, zal de opgewekte elektriciteit naar het hogerliggende net worden getransporteerd. Deze energie wordt vervolgens in een ander lagerliggend netvlak weer afgenomen. De opgewekte energie moet daarmee een langere weg afleggen in een net, met als gevolg relatief hoge verliezen. Dit kan leiden tot hogere netverliezen.

Het cascademodel is zo ingericht dat kosten alleen van hoog naar laag kunnen stromen en dat is, zoals hiervoor uitgelegd, niet altijd volgens de fysische werkelijkheid. Het effect van omhooglopende stromen is dat kosten scheef worden verdeeld. Er worden dan teveel kosten aan de lagere netten toegekend. Wanneer en in welke mate scheefheid optreedt is niet onderzocht. Binnen de context van dit onderzoek was de ontwikkeling van een alternatief model te voor deze complexe situatie niet voorzien. KEMA adviseert om dergelijk onderzoek in de toekomst wel te voorzien.

6.3 **Saldering van verbruik decentrale opwekkers**

De voorgaande paragraaf beschrijft het probleem van omhooglopende stromen en stelt vast dat het cascademodel daar niet mee om kan gaan. Dat betreft stap 2 van het cascademodel (zie hoofdstuk 5.1). In stap 3 van het cascademodel, daar waar de kosten van een netvlak via tariefdragers wordt verdeeld naar eindgebruikers aangesloten op dat netvlak, hebben eindgebruikers met een eigen opwekeenheden een voordeel. Of deze bewering terecht is hangt af van de invloed die decentrale opwekkers hebben op het netverlies.

De verdeling van kosten naar eindgebruikers verloopt via tariefdragers. De tariefdragers zijn capaciteit of (netto) verbruik, afhankelijk van het netvlak. Een eindgebruiker met eigen opwekking vermindert het volume van zijn tariefdrager, met als effect dat die afnemer daarmee zijn bijdrage aan de netverlieskosten verlaagt en tegelijkertijd de bijdrage van afnemers zonder eigen opwekking (in datzelfde netgebied) verhoogt. De oorzaak van de verschuiving van kosten naar afnemers zonder eigen opwekking is dat het netto verbruik van een afnemer met eigen opwekking wordt gemeten.

Het klinkt in eerste instantie logisch dat afnemers met eigen opwekking minder bijdragen aan netverlies. Immers, de stroom die ze opwekken en op dat moment ook zelf gebruiken veroorzaakt géén netverlies. Dit is positief te noemen. Echter, zoals in hoofdstuk 2 is beschreven, kunnen decentrale opwekkers ook een negatieve invloed op het netverlies hebben, afhankelijk van de specifieke locatie en het specifieke moment. Ze wekken op enig moment meer op dan ze zelf gebruiken en leveren dan terug aan het net en zijn aldus producent. Dat effect wordt niet gecompenseerd door een producententarief, want in Nederland betalen producenten géén transportkosten en dus betalen ze niet mee aan het netverlies (zie hoofdstuk 4.3 voor nadere toelichting van het LUP).

De impact op de verdeling van netverliezen is, evenals bij omhooglopende stromen, afhankelijk van de relatieve concentratie van decentrale opwekking in een netgebied. Ook hier geldt dat de NMa de gelijkwaardigheid in de doelmatigheid van de netbeheerders controleert bij de toepassing van de X-factor.

6.4 **Conclusie**

In dit hoofdstuk zijn een aantal aandachtspunten besproken aangaande de in hoofdstuk 5 toegelichte toerekeningsmethode.

- Ten eerste worden de administratieve netverliezen vrijwel volledig aan laagspanning toegewezen, terwijl die eindgebruikers niet verantwoordelijk kunnen worden gesteld. Socialiseren van de kosten over alle eindgebruikers van alle netvlakken is een mogelijk alternatief. Al lijkt dat een principekwestie, want de eindgebruikers op laagspanning gaan er concreet in euro's nauwelijks op vooruit. Bovendien is niet vast te stellen dat socialiseren over alle eindgebruikers tot een meer redelijke verdeling leidt, vanwege het ontbreken van objectieve criteria.
- Ten tweede is het cascademodel niet toereikend om met de effecten van decentrale opwekking om te gaan, zoals geschetst in hoofdstuk 6.2 en 6.3. Afhankelijk van de toekomstige ontwikkeling van decentrale opwekking in Nederland kan dat veranderen. Een toename leidt tot een diffuse koppeling tussen oorzaak en kostentoe rekening van netverliezen, in eerste instantie bij de kleine netbeheerders.
- Omdat de effecten van decentrale opwekking niet alleen gelden voor de verdeling van de netverliezen, maar voor alle transportafhankelijke kosten, is additioneel onderzoek te overwegen naar de vraag bij welke omvang decentrale opwekking tot een scheve verdeling tussen oorzaak en kosten zal leiden en of dat een te verwachten scenario is.
- Bovendien is het aan te raden om te onderzoeken of de inzet van een producententarief de effecten van decentrale opwekking kan doen afnemen.

7 ALTERNATIEVEN VOOR DE HUIDIGE METHODOLOGIE

7.1 Vraagstelling

Dit hoofdstuk beantwoordt de volgende deelvraag van het onderzoek: *Op welke (objectieve) wijzen zijn de netverliezen aan afnemers toe te rekenen?*

Beantwoording van deze deelvraag vraagt een nadere analyse van de verschillende methodes om de kosten van netverlies over afnemers te verdelen. De wijze van verdeling via het cascadebeginsel is uitgebreid in Hoofdstuk 5 en 6 geanalyseerd. Dit betreft de toerekening van de kosten van netverlies zoals uitgevoerd binnen het kader van de huidige regelgeving. Dit hoofdstuk kijkt naar het toerekeningsvraagstuk vanuit een breder perspectief om inzicht te geven in de verschillende manieren van toerekenen die er bestaan.

Het analytisch raamwerk voor de analyse van dit vraagstuk is de economische theorie van de regulering (Hoofdstuk 7.2). Dit raamwerk moet antwoord bieden op de vraag waarom de kosten van de transportdienst zoals de netverliezen gereguleerd moeten worden. Bij mogelijke alternatieve verdelingsmodellen moet rekening worden gehouden met verschillende invalshoeken, zoals uitgelegd in Hoofdstuk 7.3.

De uitwerking van de alternatieven voor de huidige methodologie is kwalitatief. Het doel is inzicht te bieden in de verschillende manieren van kostentoe rekening. De exacte kwantitatieve gevolgen van de verschillende modellen worden niet onderzocht in het kader van dit project.

7.2 Economische benadering

Economische regulering is er niet voor niets. De regels voor de transporttarieven in het netbeheer zijn bedoeld als correctie op het marktfalen in de sector: elektriciteitsnetwerken zijn leidinggebonden infrastructuur en per definitie een natuurlijk monopolie. Het natuurlijke karakter van dit monopolie (leidingen) zorgt voor schaalvoordelen met potentieel grote mogelijkheden voor welvaartswinst. De kostenstructuur zorgt, met dalende gemiddelde kosten, echter voor problemen bij de exploitatie van het netbeheer. Het economisch optimale tarief gebaseerd op de marginale kosten van het transport houdt in dat het netbeheer niet kostendekkend is. Dit tarief is letterlijk theoretisch en zonder flinke subsidies niet haalbaar in de praktijk. Hogere tarieven zijn ook schadelijk omdat ze een uiting kunnen zijn van marktmacht die per definitie een rol speelt in een natuurlijk monopolie. Beide situaties heten in de theorie *marktfalen* en correctie hiervan moet plaatsvinden via regulering van de tarieven.

Doel van de regulering is het bepalen van een tarief dat optimaal is vanuit welvaartsoogpunt doch dat rekening houdt met de randvoorwaarde waarbij het netbeheer kostendekkend kan worden uitgevoerd.²⁰ Belangrijke vraag is welke welvaartsfunctie gemaximaliseerd moet worden. Met andere woorden: heeft het marktfalen alleen betrekking op de transportdienst of speelt het probleem breder?

De transportdienst is een integraal onderdeel van de energiemarkt. Het praktisch gevolg is dat de kosten van het netbeheer deels bepaald worden door factoren die buiten de invloedssfeer van de netbeheerders liggen. Een voorbeeld is de keuze van energieproducenten voor de locatie van nieuwe energiecentrales. Voor het netbeheer is het voordelig als de afstand tussen productie en vraag relatief kort is, maar voor de investeerders in nieuwe productiecapaciteit spelen andere overwegingen een rol, zoals de beschikbaarheid van ruimte, koelwater en brandstof voor de centrale. De schakels in de bedrijfskolom energie hangen met andere woorden samen.

De regulering heeft als gevolg hiervan te maken met een afbakeningsvraagstuk. Het cascadebeginsel uit de Tarievenscode Elektriciteit is een toerekeningsmodel voor de transportkosten dat de configuratie van het net als een gegeven beschouwt. Hier staat een *verdelingsprobleem* centraal. De aanvullende vraag is wat de economische gevolgen zijn van de regulering voor de relevante dimensies van het net, zoals de capaciteit op alle spanningsniveaus en de geografische spreiding van vraag en aanbod. Dit is een lastige vraag met een brede strekking vanwege de gevolgen voor de doelstellingen van de regulering. Nu staat het stimuleren van de doelmatigheid van het netbeheer centraal waarvoor het systeem van maatstafconcurrentie een effectief instrument is gebleken. Veranderingen in de energiemarkt hebben echter gevolgen voor regulering van het netbeheer, zoals het kabinet heeft vastgesteld in het *Energierapport 2008*.²¹ Voorzieningszekerheid krijgt meer nadruk, wat de vraag oproept of de integratie van de Europese markt versterkt moet worden via investeringen in interconnectie. Ook voor het groeiend belang van duurzame energie is de vraag aan de orde of het netbeheer op dit vlak een taak moet hebben.

Het Kabinet is bezig met een herijking van het reguleringskader van het netbeheer om op dit type vragen een antwoord te geven waarover in het *Energierapport 2011* komend voorjaar meer duidelijk zal worden gegeven. De NMa heeft in verschillende visiedocumenten al zijn licht over dit onderwerp laten schijnen.²² Kern van een mogelijke herijking is de spanning tussen prijs-gebaseerde regulering - zoals het huidige systeem van maatstafconcurrentie en kostengebaseerde regulering, die in theorie een sterkere prikkel voor investeringen geeft.

²⁰ Voor de theorie achter de regulering, zie bijvoorbeeld P. Joskow (2005), *Regulation of Natural Monopolies*, Working paper CEEPR, MIT.

²¹ Energierapport 2008, Ministerie van Economische Zaken, juni 2008

²² Zie: NMa (2009), *Bespiegelingen op de toekomst van de regulering van het netbeheer*, Den Haag. En: NMa (2010), *Zorgen voor optimale energiedistributienetten*, Den Haag.

7.3 Mogelijke alternatieven

De economische benadering van de regulering biedt dus twee handvatten voor de bespreking van mogelijke alternatieven voor de regulering van netverliezen, namelijk als verdelingsvraagstuk en vanuit het bredere kostenvraagstuk, met oog voor de ontwikkeling van het net.

7.3.1 Opties voor het verdelingsvraagstuk

De toerekening van de kosten voor het netverlies via modellen als het cascadebeginsel wordt in de literatuur vooral gezien als een verdelingsvraagstuk (Expósito e.a. 2000²³). Het gaat met andere woorden vooral om de vraag of de verdeling van de kosten van het netverlies eerlijk is. Of de kostentoe rekening kostenefficiënt is en mogelijk van invloed op investeringsprikkels, is in dit onderdeel van de literatuur geen issue. De reden hiervoor is dat netverlies een bijproduct is van de optimale dispatch van elektriciteit door het net gebaseerd op het vraagprofiel van gebruikers en de merit order van de productie. *Ex ante* heeft het netverlies geen invloed op vraag of aanbod. De verschillende methodes voor verdeling van de netverliezen leiden volgens de literatuur wel tot grote verschillen in de verdeling van de kosten.

Het probleem bij het verdelingsvraagstuk is dat er geen eenduidige relatie bestaat tussen een transactie en een netverlies. Zelfs in een eenvoudig model met twee transacties is het niet mogelijk netverlies perfect toe te rekenen aan de individuele transacties door de kwadratische relatie tussen netverlies en belasting (Expósito e.a. 2000 – zie boven). Een voorbeeld kan dit punt illustreren. Stel: Gebruiker A verbruikt 100 kWh per maand waardoor in het net gedurende die maand 1 kWh aan netverlies ontstaat. Buurman gebruiker B wordt aangesloten en verbruikt eveneens 100 kWh per maand waardoor de door het net geleverde elektrische energie vanaf dat moment verdubbelt. De netverliezen in het net nemen met de komst van buurman B echter kwadratisch toe waardoor de netverliezen nu geen $2 \times 1 = 2$ kWh, doch $2^2 = 4$ kWh bedragen. Vraagstuk van de eerlijke verdeling van de kosten van de netverliezen over gebruikers A en B is nu: wie draagt welk deel van de kosten van de in totaal 4 kWh aan netverliezen? Leidt het criterium van de toerekening naar redelijkheid tot een verdeling van A:B als 1:3 of is dat 2:2 of ligt deze hier ergens tussenin?

Er moeten met andere woorden regels gevonden worden voor de verdeling van de netverliezen die in meer of mindere mate voldoen aan het criterium van eerlijkheid: "de vervuiler betaalt."

²³ Expósito, A.G. en J.M.R. Santos, T.G. García en E.A. Ruiz Velasco (2000), "Fair allocation of Transmission Power Losses", *IEEE Transactions on Power Systems*, vol 15(1), pp. 184-188.

Verschillende opties zijn²⁴:

- *pro rata*: verdeling van netverlies op basis van afname respectievelijk productie waarbij niet wordt gekeken naar de positie van generation of load in het netwerk. Deze methode maakt dus geen onderscheid tussen netvlakken. Dit is een variant die het cascademodel effectief buiten werking stelt. Toerekening van de kosten geschiedt uitsluitend op basis van relatief verbruik en invoeding;
- *proportionele verdeling*: dit zijn systemen vergelijkbaar met het cascademodel. Netwerkkosten worden per netvlak verdeeld op basis van de relatieve afname (Bialek 1996).²⁵ Dit is een relatief eenvoudige verdeelsleutel die uitgaat van *gemiddelde* kosten per netvlak en niet zozeer van *marginale* kosten. Een verdeling op basis van marginale kosten is efficiënter.

Het voordeel van de proportionele verdeelsleutel is de eenvoud. Dit soort systemen gaat er wel van uit dat de kosten van het netverlies per netvlak kunnen worden vastgesteld waarna de kosten worden doorgecascadeerd naar de verbruikers.

Een nadeel van dit systeem is dat de toerekening van de kosten aan producenten of verbruikers onbepaald is: de cascade loopt of omhoog of omlaag maar niet tegelijkertijd beide kanten op. De kosten moeten daarom in dit systeem toevallen aan een partij, producenten of verbruikers.

- *Incrementele netverliezen*: het verdelingssysteem kan theoretisch efficiënter worden ingericht door toekenning van verliezen te baseren op de verandering in netverliezen bij aanpassing van generation en load.²⁶ De variatie van de belasting verandert het netverlies en deze delta is dus de kostencomponent die moet worden toegerekend aan de veroorzaker van de belasting, producent of afnemer. Via een iteratieve procedure kunnen de kosten over producenten en verbruikers verdeeld worden waarbij als regel de totale netverliezen evenredig tussen generation en load worden verdeeld. De koppeling tussen oorzaak en kosten van netverlies is in dit systeem sterker dan bij proportionele verdeling; het neigt naar marginale kosten. Ook hier is echter de dekking van de kosten niet volledig – denk aan de belastingonafhankelijke component van netverliezen – waardoor de methode in zekere mate arbitraire resultaten genereert. Het systeem kan bovendien tegennatuurlijke prikkels genereren. Kruissubsidie veroorzaakt de mogelijkheid van negatieve tarieven: verbruikers krijgen geld retour voor de netverliezen!

De natuurkundige wetten welke leiden tot een kwadratisch verband tussen getransporteerde energie en het optreden van netverliezen, maken van een koppeling tussen marginale kosten en opbrengsten voor netverliezen een groot probleem. Dit verklaart de problemen bij het opstellen van een toerekeningsmodel voor de kosten van netverliezen, met het principe

²⁴ Leite da Silva, A.M. en J.G. de Carvalho Costa (2003), "Transmission Loss Allocation: Part I – Single energy market", *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 18(4), pp. 1389-1394.

²⁵ Bialek, J. (1996), "Tracing the flow of electricity", *IEE Proc.-Gener. Transm. Distrib.*, vol. 143(4), pp. 313-320.

van kostenefficiëntie als uitgangspunt. Nu dit principe niet gewaarborgd is, moeten bestaande systemen vergeleken worden op andere criteria zoals uitvoerbaarheid en eerlijkheid van de verdeling, die multi-interpretabel zijn. Het uitvoeren van zo een vergelijking valt buiten de vraagstelling voor dit onderzoek.

Het huidige onderzoek laat zien dat het cascademodel grosso modo zorgt voor een eerlijke verdeling van de kosten van elektriciteitstransport, waaronder de kosten van het netverlies (zie Hoofdstuk 5.2). Dit komt doordat het cascademodel in grote lijnen overeenkomt met de structuur van het Nederlandse elektriciteitsnet waarin elektriciteit vooral van boven naar beneden stroomt door de dominantie van centrale productie in het systeem en de relatief beperkte koppeling met andere elektriciteitsnetten.

Zo bezien is het vanuit het perspectief van de netbeheerders verklaarbaar dat het administratieve netverlies oorzakelijk wordt toegerekend aan het LS-net. Hoofdstuk 6.1 concludeert echter dat er op dit netvlak geen logische en praktische methode bestaat om de kosten van administratief netverlies oorzakelijk te verbinden met specifieke gebruikers op LS-niveau. Dit verklaart de socialisering van deze kosten door de netbeheerders over alle gebruikers van het LS-net. Vanuit het perspectief van de eindgebruiker is socialisering van deze kosten over *alle* eindgebruikers – dus ook de gebruikers op bovenliggende netten – echter net zo logisch. De gevolgen van mogelijke alternatieven voor het socialiseren van de kosten van administratieve netverliezen over alle eindgebruikers zijn berekend in Hoofdstuk 6.1.

Vanuit een economisch perspectief – de vervuiler betaalt – ligt een individueel bepaald tarief voor afnemers voor de hand. Het opstellen van dergelijke individuele facturen zou hoge administratieve lasten veroorzaken; voor administratieve netverliezen is het vaak onmogelijk om een individuele factuur op te stellen omdat de identiteit van de fraudeur bijvoorbeeld onbekend is. Het is doelmatiger uit te gaan van *categorieën afnemers*. Kosten worden in die benadering gekoppeld aan categorieën afnemers, bijvoorbeeld per netvlak, waarvan aannemelijk is dat de kosten van de netwerkdiensten min of meer vergelijkbaar zijn. Het aanbrengen van deze vereenvoudiging in de tariefstructuur is een van de doelstellingen van de Tarievenscode.

²⁶ Galiana, F.D., A.J. Conejo en I. Kockar (2002), "Incremental Transmission Loss Allocation Under Pool Dispatch", *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 17(1), pp. 26-33.

Als de structuur van het Nederlandse elektriciteitsnetwerk door toekomstige ontwikkelingen in belangrijke mate wijzigt, dan ligt een nadere blik op de eerlijkheid van het cascadebeginsel voor de hand, maar dit is een langetermijn-vraagstuk, buiten de scope van het huidige onderzoek. Conclusie van het huidige onderzoek is dat toepassing van het cascadebeginsel op dit moment *grosso modo* zorgt voor een eerlijke verdeling van de kosten van elektriciteitstransport, waaronder het netverlies.

7.3.2 Opties voor het kostenvraagstuk

Naast het verdelingsvraagstuk voor netverliezen waarbij de configuratie van het net gegeven is, speelt de lange termijn vraag wat de impact is van verschillende wijzen van kostentoe rekening als de configuratie van het net *niet* gegeven is. De analyse van deze vraag als economisch vraagstuk staat nog in de kinderschoenen. Duidelijk is dat dit vraagstuk verder reikt dan de strikt technische aspecten van netverlies. We denken hierbij aan de maatschappelijke kosten en baten van het netbeheer. Niet voor niets concludeert KEMA (2004²⁷): “Het is aan te bevelen om te bepalen wat de maatschappelijk gewenste netverliezen op de langere termijn zijn in relatie tot de kosten en milieu, zowel voor de netbeheerder als voor de aangeslotenen.” (p. 19)

Dit is typisch een vraag die het kostenaspect van de regulering raakt. Als extra investeringen in het elektriciteitsnet nodig zijn om de netverliezen te verlagen, moeten de maatschappelijke baten van die investering opwegen tegen de extra kosten. Vraag is dan mede of het systeem van maatstafconcurrentie ook voldoende prikkelend werkt voor investeringen in de capaciteit van het net? Meer nog: moeten de locatieprikkelers in de regulering worden versterkt? Dit doet vervolgens de vraag rijzen of een producententarief noodzakelijk is? Maatschappelijke overwegingen, zoals de maatschappelijke kosten van milieudoelstellingen rondom duurzame energie en energiebesparing, kunnen een rol in de regulering krijgen via maatschappelijke kosten-batenanalyses (MKBA). In landen zoals Australië, Nieuw-Zeeland en delen van de VS (Californië) is de MKBA voor dit type doelstellingen geïntegreerd in de regulering van de elektriciteitsnetten. Of aanpassing van de regulering gewenst is om de maatschappelijke kosten van het netverlies te optimaliseren is een open vraag. Uitwerking van deze vraag is een optie voor nader onderzoek.²⁸

²⁷ KEMA, 2004, 'Winnen met verliezen: vergroten van inzicht en nauwkeurigheid in de netverliezen', nr. 40230030-TDC 04-38434A, in opdracht van het ministerie van Economische Zaken in het kader van Programma Elektriciteitsnetwerk Gebruikers Onderzoek (PREGO).

²⁸ Voor een analyse van hoe de MKBA geïntegreerd kan worden in de regulering van het netbeheer, zie: Tieben, B., G. Brunekreeft en J. Poort, *Optimale vorm en grootte van energienetwerken*, SEO-rapport 2010-26, Amsterdam.

8 CONCLUSIES

In het onderhavige onderzoek zijn de oorzaken van netverliezen ten gevolge van het transport van elektrische energie bepaald en de verdeling van de kosten van deze verliezen over de verschillende categorieën eindgebruikers beoordeeld.

Na bestudering van de huidige toerekeningsmethode, de afweging van een aantal alternatieven en de vergelijking met de huidige inzichten met betrekking tot de verliesbronnen, kan worden gesteld dat de verdeling van de kosten van netverliezen in Nederland grotendeels consistent is met de fysieke werkelijkheid. De keuze van de toerekening met behulp van het cascademodel kan als redelijk worden beoordeeld; geen van de categorieën afnemers wordt onevenredig belast voor de kosten van netverliezen.

De beoordeelde toerekenmethode voor de verdeling van de kosten van netverliezen houdt rekening met de consequenties van het transport van elektrische energie op verschillende netvlakken. Energieverbruik op lagere netvlakken (laagspanning) veroorzaakt netverliezen in hoger liggende vlakken (midden- en hoogspanning) ten gevolge van de eigenschappen van de distributieinfrastructuur. Het feit dat de eindgebruikers op het laagspanningsnetvlak *relatief* méér bijdragen aan de kosten van netverlies dan de eindgebruiker op hogere netvlakken, is hiermee in overeenstemming.

De beoordeelde methode om de kosten van technische netverliezen te verdelen volgt de fysieke werkelijkheid. Het model biedt een redelijke verdeelsleutel voor de componenten van het technisch netverlies (ca. 70% van het totale netverlies). De administratieve verliezen (ca. 30%) worden volledig aan het laagspanningsnetvlak toegerekend, hoewel die niet oorzakelijk aan de eindgebruikers toe te rekenen zijn. Om de gevoeligheid van de toerekeningsmethode voor het administratieve netverlies te beoordelen, is socialisering over alle eindgebruikers op alle netvlakken doorgerekend. Uit de verdeling en variaties kan worden geconcludeerd dat de onderzochte verdeelsleutels een beperkte invloed hebben op de bijdrage van eindgebruikers op het laagspanningsnetvlak (o.a. huishoudens).

Betreffende huishoudens gaat het daarbij concreet om een bedrag van enkele euro's per jaar, waarmee tevens de zeer beperkte impact van de kosten van netverliezen op de totale energierekening is geïllustreerd. Hierbij is aangetekend dat alternatieve verdelingen, ten gevolge van het hefboomeffect, voor eindgebruikers op bovenliggende netvlakken leiden tot een aanzienlijke stijging in de bijdrage van netverliezen. Overigens is niet te zeggen of het hanteren van een dergelijk alternatief een meer redelijke invulling is van de toerekening zoals op dit moment wordt gehanteerd.

Het is gebleken dat het cascademodel niet geschikt is voor de verdeling van de kosten van netverliezen in situaties waarbij sprake is van een aanzienlijke concentratie van decentrale productie. In de actuele toepassing kan deze beperking leiden tot onjuiste conclusies onder specifieke lokale omstandigheden, naarmate de concentratie decentrale opwekking toeneemt, neemt de koppeling tussen oorzaak en kostentoe rekening af. Een significante toename van decentrale productie in Nederland, zal de toepassing van het cascade-model in generieke toepassing hinderen, wat een breder inzetbare verdeelmethode zal motiveren.

Naast de verdeling van de kosten van het netverlies heeft ook de omvang van deze kostenpost een effect op de energierekening van eindgebruikers. Om het netverlies te compenseren kopen netbeheerders elektrische energie in bij leveranciers waarbij gebruik wordt gemaakt van de energiemarkt. Om de efficiëntie van het inkoopproces en de validiteit van de contractvorming te kunnen beoordelen is additioneel onderzoek nodig.

Tijdens het onderzoek naar de verdeling van de kosten van netverliezen is vastgesteld dat het model, dat voor dit doel wordt gebruikt, deel uitmaakt van een proces dat niet volledig wordt geborgd. In de procesgang worden invoerparameters voor de distributie van energetische verliezen gebruikt, die door de individuele netbeheerders worden bepaald. De wijze waarop de verdeling plaatsvindt is niet gedocumenteerd en er is geen toezicht ingericht op de consistentie ervan. Vergelijking met een theoretisch model toont, in de praktijk en in de onderzochte periode, geen significante verschillen. Met andere woorden, de individuele netbeheerders gaan verantwoord om met de geboden vrijheid.

Ten slotte kan worden geconstateerd dat, afhankelijk van de ontwikkeling van decentrale opwekking, de huidige methode om de kosten van netverliezen te verdelen als "bruikbaar en redelijk" kan worden ingeschat. Bij die inschatting moet worden aangetekend dat er geen definitieve "juiste" methode bestaat; er kan niet exact worden aangegeven op welke plaatsen in het elektriciteitsnet verliezen ontstaan ten gevolge van de afname van elektrische energie, evenmin wie daarvoor verantwoordelijk zou zijn.