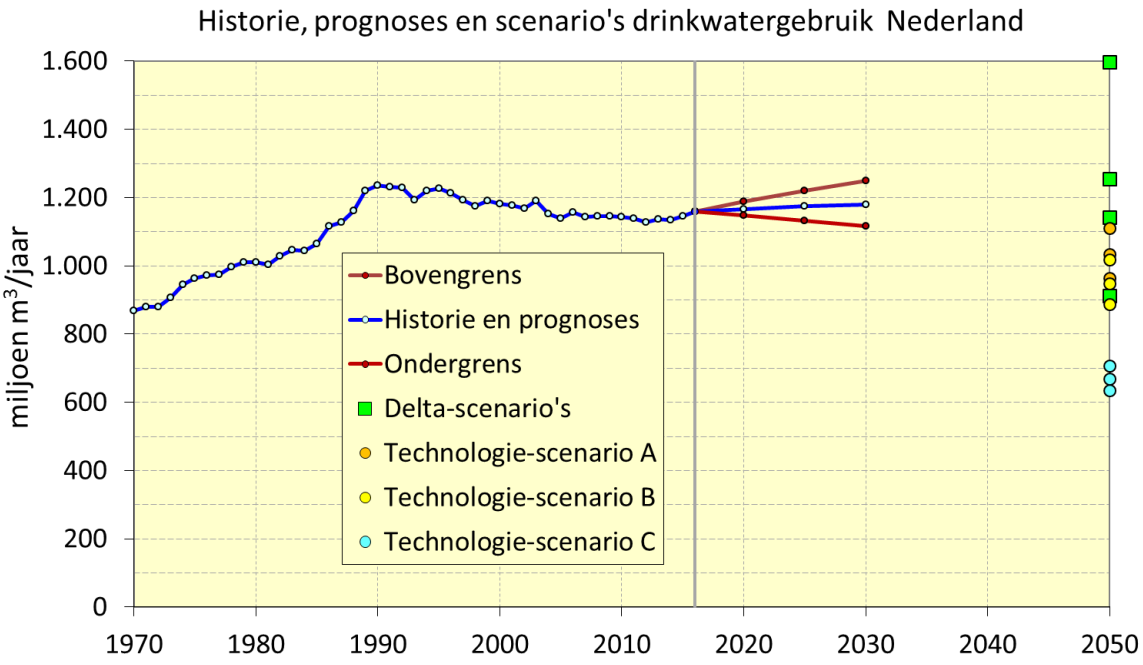
Prognoses en scenario's drinkwatergebruik in Nederland



Vewin
Vereniging van waterbedrijven in Nederland

Icastat

Prognoses en scenario's drinkwatergebruik in Nederland

Opdrachtgever:
Vewin

Auteurs:
drs. Paul K. Baggelaar (*Icastat*) en
ing. Peter J.J.G. Geudens (*Vewin*)

17 augustus 2017

Vewin
Vereniging van waterbedrijven in Nederland

Icastat

INHOUD

SAMENVATTING **2**

1 INLEIDING **7**

1.1 ACHTERGRONDEN 7
1.2 VRAAGSTELLING 7
1.3 BEGELEIDINGSGROEP 7
1.4 OVER DIT RAPPORT 8

2 GEVOLGDE AANPAK **9**

2.1 MAATWERK PER DEELGEBRUIK 9
2.2 PROGNOSES EN SCENARIO'S 9
2.2.1 Prognoses *9*
2.2.2 Scenario's *11*
2.3 HET MOGELIJKE EFFECT VAN KLIMAATVERANDERING OP HET DRINKWATERGEBRUIK 12

3 ONTWIKKELING DRINKWATERGEBRUIK **13**

3.1 DRINKWATERGEBRUIK EN AANTAL INWONERS 13
3.2 VERLOOP DEELGEBRUIKEN 13

4 PROGNOSES HUISHOUDELIJK DRINKWATERGEBRUIK **16**

4.1 ONTWIKKELING (HOOFDELIJK) HUISHOUDELIJK DRINKWATERGEBRUIK 16
4.1.1 Ontwikkeling huishoudelijk gebruik *16*
4.1.2 Ontwikkeling hoofdelijk huishoudelijk gebruik *17*
4.2 PROGNOSES VAN HET AANTAL INWONERS 18
4.3 PROGNOSES VAN HET HOOFDELIJK HUISHOUDELIJK GEBRUIK 20
4.3.1 Causaal model van het hoofdelijk huishoudelijk gebruik *20*
4.3.2 Eerst: aanpassing enquêteresultaten 2016 ..... *21*
4.3.3 Instellingen causale model voor basisprognose en zijn onzekerheidsgrenzen *22*
4.4 RESULTERENDE PROGNOSES HUISHOUDELIJK GEBRUIK 27

5 PROGNOSES NIET-HUISHOUDELIJK DRINKWATERGEBRUIK **30**

5.1 ONTWIKKELING EN SAMENSTELLING NIET-HUISHOUDELIJK DRINKWATERGEBRUIK 30
5.2 PROGNOSES DRINKWATERGEBRUIK NIJVERHEID 31
5.3 PROGNOSES AGRARISCH DRINKWATERGEBRUIK 36
5.4 PROGNOSES OVERIG NIET-HUISHOUDELIJK DRINKWATERGEBRUIK 39
5.5 RESULTERENDE PROGNOSES NIET-HUISHOUDELIJK DRINKWATERGEBRUIK 41

6 PROGNOSES NIET-IN-REKENING-GEBRACHT GEBRUIK (NIRG) **42**

6.1 ONTWIKKELING NIRG 42
6.2 PROGNOSEMETHODE NIRG 43

7 RESULTERENDE PROGNOSES LANDELIJK DRINKWATERGEBRUIK **44**

8 ENKELE SCENARIO'S DRINKWATERGEBRUIK 2050 ..... **46**

8.1 DRINKWATERGEBRUIK VOLGENS DE DELTASCENARIO'S 46
8.2 DE WLO2015-SCENARIO'S 48
8.3 SCENARIO'S IMPLEMENTATIE TECHNOLOGISCHE HUISHOUDELIJKE WATERBESPARING 48

AANGEHAALDE LITERATUUR **52**

BIJLAGE 1: CAUSAAL MODEL HOOFDELIJK HUISHOUDELIJK WATERGEBRUIK **54**

Samenvatting

Op verzoek van en in samenwerking met Vewin zijn prognoses opgesteld van het drinkwatergebruik in Nederland t/m 2030, waarbij tevens de onzekerheidsgrenzen van de prognoses in beeld zijn gebracht. Daarnaast zijn ook enkele scenario's voor het drinkwatergebruik in 2050 beschreven.

Opsplitsing in deelgebruiken

De kern van onze werkwijze is dat bij het opstellen van de prognoses onderscheid is gemaakt naar zo homogeen mogelijke deelgebruiken. Daardoor kon namelijk zoveel mogelijk gebruik worden gemaakt van inzichten in hun ontwikkelingspatronen en van (externe) prognoses van hun invloedsfactoren. Het gebruik is hiertoe opgesplitst in vijf deelgebruiken, namelijk: 1) huishoudelijk gebruik, 2) gebruik door de Nijverheid, 3) agrarisch gebruik, 4) overig niet-huishoudelijk gebruik en 5) niet-in-rekening-gebracht gebruik (NIRG). Per deelgebruik zijn de prognoses opgesteld met de aanpak die het best aansluit op de beschikbare informatie over dat deelgebruik en zijn ontwikkelingen. Ten slotte is per prognosejaar (2020, 2025 en 2030) de prognose van het totale drinkwatergebruik afgeleid door de prognoses van de deelgebruiken stochastisch te combineren.

Drie prognose-uitwerkingen

Bij het opstellen van de prognoses zijn drie mogelijke ontwikkelingen van het drinkwatergebruik uitgewerkt, namelijk een basisprognose en een onder- en bovengrens van die basisprognose. De basisprognose beschrijft de situatie die, gegeven alle momenteel beschikbare informatie en inzichten, de grootste kans lijkt te hebben zich te gaan realiseren. Deze is gebaseerd op de veronderstelling dat zich per deelgebruik een continuering van de huidige ontwikkeling voordoet, dan wel dat deze daarvan op een voorspelbare manier afwijkt, in het licht van bijvoorbeeld technische of gedragsmatige ontwikkelingen die zich thans al aftekenen. Ook de twee grensprognoses zijn nog denkbaar, zij het dat ze veel minder waarschijnlijk zijn. Ze zijn bedoeld om een indruk te verschaffen van de bandbreedte waarbinnen het drinkwatergebruik zich kan gaan ontwikkelen (het onzekerheids- of prognose-interval).

Om te vermijden dat de onzekerheidsintervallen van de prognoses onrealistisch breed worden, zijn prognoses van het aantal inwoners, het hoofdelijk huishoudelijk gebruik en deelgebruiken stochastisch gecombineerd, door middel van trekkingen uit hun kansverdelingen.

Ontwikkeling drinkwatergebruik vanaf 1970

Het drinkwatergebruik in Nederland is in de tweede helft van de vorige eeuw eerst sterk toegenomen, namelijk van 870 miljoen m^3 in 1970 tot 1.236 miljoen m^3 in 1990, waarna het min of meer constant is gebleven tot 1995 en vervolgens met kleine schommelingen licht is teruggelopen tot 1.159 miljoen m^3 in 2016. Deze ontwikkeling is niet te verklaren uit de ontwikkeling van het aantal inwoners, aangezien dat aantal over de beschouwde periode elk jaar is toegenomen, namelijk van 13,0 miljoen in 1970 tot 17,0 miljoen in 2016.

Prognoses huishoudelijk gebruik

Het huishoudelijk gebruik bedroeg in 2016 805 miljoen m^3, wat neerkomt op 69,5% van het totale gebruik. Het vormt daarmee veruit het grootste deelgebruik. De prognoses van het huishoudelijk gebruik zijn opgesteld als product van prognoses van het aantal inwoners en prognoses van het hoofdelijk huishoudelijk gebruik.

Volgens de CBS-prognoses zal het aantal inwoners van Nederland toenemen van 17,0 miljoen in 2016 tot 17,9 miljoen in 2030. Volgens de bovengrens zal het toenemen tot 18,8 miljoen in 2030 en volgens de ondergrens zal nog maar nauwelijks toenemen, namelijk tot 17,1 miljoen in 2030. De grote onzekerheid van deze prognoses blijkt uit het feit dat het verschil tussen boven- en ondergrens voor 2030 1,8 miljoen inwoners bedraagt, wat neerkomt op 10% van de basisprognose voor 2030.
De prognoses en bijbehorende onzekerheidsmarges van het hoofdelijk huishoudelijk gebruik zijn opgesteld met een speciaal daarvoor ontwikkeld model, dat is gebaseerd op de inzichten die zijn verkregen door de driejaarlijkse enquête *Watergebruik Thuis*. Het onderscheidt tien componenten van het huishoudelijk drinkwatergebruik. Bij het instellen van het causale model voor de basisprognose is indien beschikbaar gebruik gemaakt van gedetailleerde inzichten in de verwachte ontwikkelingen van presentiegraad, gedrag en capaciteit van elke gebruikscomponent, anders is voortgeborduurd op de ontwikkelingen van deze factoren en hun resultante (het gebruik), zoals die herleid konden worden uit detailresultaten van de enquêtes *Watergebruik Thuis*. De onder- en bovengrens van de prognose van het hoofdelijk huishoudelijk gebruik omvatten denkbare variaties op de basisprognose, waarbij aanpassingen in het causale model zijn aangebracht voor wat betreft de technische waterbesparing. Volgens de basisprognose zal het hoofdelijk huishoudelijk gebruik enigszins afnemen, namelijk van 119 lpppd in 2016, tot 115 lpppd in 2030. Volgens de ondergrens kan het afnemen tot 109 lpppd in 2030 en volgens de bovengrens kan het licht toenemen tot 121 lpppd in 2030.
Als we de prognoses van het aantal inwoners en het hoofdelijk huishoudelijk gebruik stochastisch combineren, zal het huishoudelijk gebruik volgens de basisprognose toenemen van 805 miljoen m^3 in 2016 tot 814 miljoen m^3 in 2030. Volgens de ondergrens kan het afnemen tot 766 miljoen m^3 in 2030 en volgens de bovengrens kan het toenemen tot 865 miljoen m^3 in 2030.

Prognoses gebruik door de Nijverheid

Het drinkwatergebruik door de Nijverheid omvat het gebruik door de bedrijfstakken B: Delfstoffenwinning, C: Industrie, D: Energievoorziening, E: Waterbedrijven en afvalbeheer en F: Bouwnijverheid. In 2014 bedroeg dit gebruik 141,3 miljoen m^3, wat neerkomt op 12,5% van het totale drinkwatergebruik in dat jaar.
De prognoses van dit gebruik zijn opgesteld door rekening te houden met economische ontwikkelingen, grootschalige waterbesparing (zoals door hergebruik dankzij membraantechnologie) en substitutie (vervanging van drinkwater door een andere watersoort of andersom). Daarbij is onderscheid gemaakt naar economische activiteit.
Volgens de basisprognose zal het jaargebruik door de Nijverheid tot 2030 nauwelijks wijzigen ten opzichte van 2014 en circa 141 miljoen m^3 blijven bedragen. Volgens de ondergrens kan het afnemen tot 124 miljoen m^3 in 2030, terwijl het volgens de bovengrens kan toenemen tot 176 miljoen m^3. Het onzekerheidsinterval voor 2030 is daarmee groot, namelijk 52 miljoen m^3.

Prognoses agrarisch gebruik

In 2014 bedroeg het agrarisch gebruik 41,9 miljoen m^3, wat neerkomt op 3,7% van het totale drinkwatergebruik in dat jaar. De ontwikkelingsrichtingen van de twee bepalende factoren van het agrarisch gebruik – omvang veestapel en eigen waterwinning – blijken nauwelijks te voorspellen. Daarmee is evenmin hun resultante (de ontwikkelingsrichting van het agrarisch gebruik) te voorspellen. Voor de basisprognose gaan we er daarom van uit dat het agrarisch gebruik t/m 2030 op het huidige niveau blijft. Voor de ondergrens gaan we er van uit dat het gebruik in 2030 20% lager

is en voor de bovengrens dat het 20% hoger is. Dit sluit ook aan op de veranderingssnelheid van de afgelopen 15 jaar.

Prognoses overig niet-huishoudelijk gebruik

Het overig niet-huishoudelijk gebruik omvat het drinkwatergebruik door de resterende bedrijfstakken, zijnde G-I: Handel, vervoer en horeca, J: Informatie en communicatie, K: Financiële dienstverlening, L: Verhuur en handel van onroerend goed, M-N: Zakelijke dienstverlening, O-Q: Overheid en zorg en R-U: Cultuur, recreatie, overige diensten. In 2014 bedroeg dit gebruik 101,4 miljoen m^3, wat neerkomt op 9,0% van het totale drinkwatergebruik in dat jaar.
Er blijkt sprake van een sterke statistische relatie van dit gebruik met het aantal inwoners. Omdat dit vermoedelijk een causale achtergrond heeft, is de relatie gebruikt om prognoses op te stellen van het overig niet-huishoudelijk gebruik. Volgens de basisprognose zal dit gebruik toenemen van 101 miljoen m^3 in 2014 tot 112 miljoen m^3 in 2030. Volgens de ondergrens kan het toenemen tot 105 miljoen m^3 in 2030 en volgens de bovengrens kan het toenemen tot 122 miljoen m^3 in 2030.

Prognoses niet-in-rekening-gebracht gebruik (NIRG)

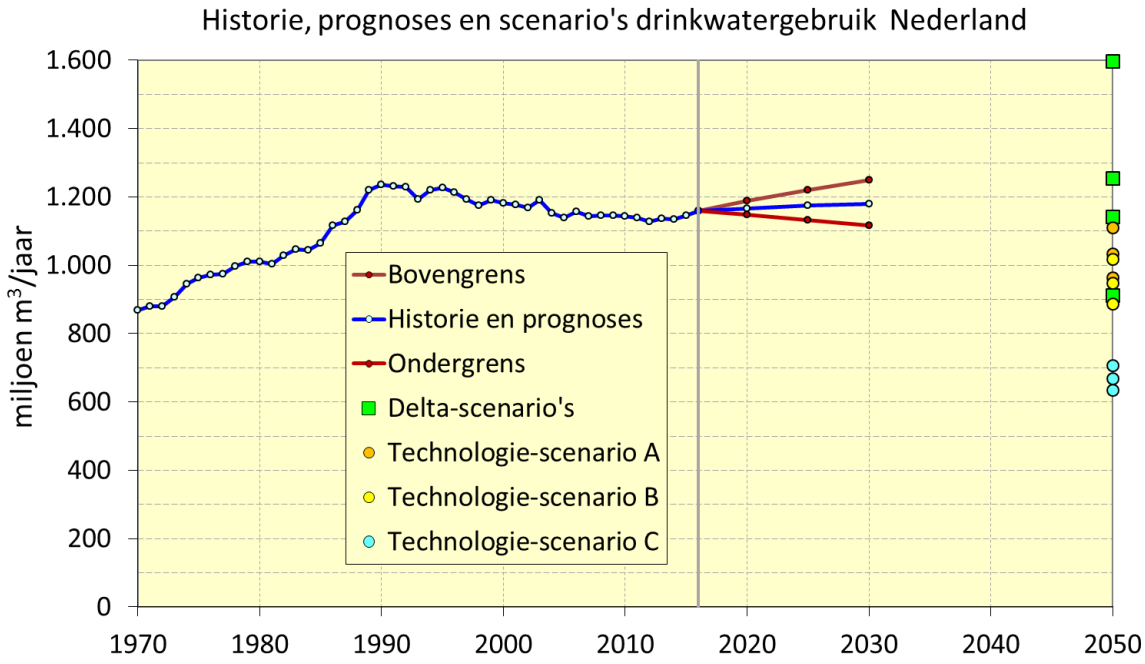
Het percentage NIRG is vanaf 1970 eerst geleidelijk teruggelopen, van 8,2% in 1970 tot het minimum van 4,3% in 1996. Daarna bewoog het t/m 2010 rond de 4,7 à 4,8%, maar daarna is er sprake van een geleidelijke toename, met recente niveaus van 5,8% (2014), 5,6% (2015) en 5,5% (2016). Door deze stijging zijn we weer terug op het niveau van het eind van de jaren tachtig.
De ontwikkeling van het NIRG zal behalve door maatregelen van het drinkwaterbedrijf ook worden bepaald door veranderingen in: i) de samenstelling en leeftijdsverdeling van zowel het leidingnet als het watermeterpark, ii) de omvang van niet-geregistreerde leveringen en illegale aftappingen en iii) de zuiverheid en precisie van het algoritme om het NIRG te bepalen. Om tot onderbouwde prognoses van de toekomstige ontwikkeling van het NIRG te kunnen komen, is niet alleen kennis nodig van de huidige situatie van die factoren, maar ook van hun toekomstige situatie. Die kennis is echter vooralsnog niet beschikbaar, zodat we moeten volstaan met beredeneerde ramingen van de toekomstige ontwikkelingen. Volgens de basisprognose zal het NIRG t/m 2030 op het niveau van 2016 blijven (5,5%). Volgens de ondergrens kan het afnemen tot 4,4% in 2030 en volgens de bovengrens kan het toenemen tot 6,6% in 2030.

Prognoses totale drinkwatergebruik

De prognoses van het totale landelijke drinkwatergebruik resulteren door de prognoses van de deelgebruiken stochastisch te sommeren. De resultaten zijn weergegeven in onderstaande figuur.

Volgens de basisprognose zal het drinkwatergebruik in Nederland enigszins toenemen van 1.159 miljoen m^3 in 2016 tot 1.180 miljoen m^3 in 2030. Volgens de ondergrens kan het afnemen tot 1.116 miljoen m^3 in 2030 en volgens de bovengrens kan het toenemen tot 1.250 miljoen m^3 in 2030.

Ontwikkelingen drinkwatergebruik in Nederland van 1970 t/m 2016, prognoses t/m 2030 en scenario's 2050. N.B.: De prognoses, ondergrenzen en bovengrenzen zijn alleen uitgewerkt voor de prognosejaren 2020, 2025 en 2030.



Scenario's totale drinkwatergebruik 2050

De bovenstaande figuur toont voor 2050 ook het drinkwatergebruik volgens de vier Delta-scenario's en volgens negen scenario's voor implementatie van technologische waterbesparing op het huishoudelijk gebruik.

De vier Delta-scenario's zijn in 2013 door een samenwerkingsverband van Deltares, CPB, PBL, KNMI en LEI Wageningen UR uitgewerkt voor 2050 en 2100. Ze zijn bedoeld om Nederland voor te bereiden op de gevolgen van klimaatverandering. De scenario's verschillen in de twee drijvende krachten die hun realisatie bepalen, namelijk de sociaaleconomische ontwikkeling en de mate van klimaatverandering. Het Delta-scenario Stoom (snelle klimaatverandering en sterke groei van economie en bevolking) levert het hoogste drinkwatergebruik in 2050, namelijk circa 1.600 miljoen m^3/jaar, een toename van 38% ten opzichte van 2016. En het Delta-scenario Rust (matige klimaat-verandering en lage groei van economie en bevolking) levert het laagste drinkwatergebruik in 2050, namelijk circa 912 miljoen m^3/jaar, een afname van 21% ten opzichte van 2016.

Daarnaast hebben we negen scenario's opgesteld voor het drinkwatergebruik in het jaar 2050, die bestaan uit combinaties van mogelijke ontwikkelingen van elk van de twee meest bepalend te achten invloedsfactoren van dat gebruik, namelijk: het aantal inwoners en de mate van implementatie van technologische waterbesparing op het huishoudelijk gebruik. Voor wat betreft het aantal inwoners in 2050 is uitgegaan van de prognoses en bijbehorende grenzen van het prognose-interval, zoals opgesteld door het CBS in december 2016. Volgens deze prognose zijn er in 2050 18,1 miljoen inwoners in Nederland, maar vanwege de verre prognosehorizon is het prognose-interval aanzienlijk en loopt van 16,4 tot 20,1 miljoen inwoners. En voor wat betreft de mate van implementatie van technologische waterbesparing beschouwen onze scenario's alleen de waterbesparing op het huishoudelijk gebruik (dit omvat de bulk van het gebruik, momenteel circa 70%). Het

niet-huishoudelijk gebruik en het percentage NIRG zijn op hetzelfde niveau gesteld als in 2016 (respectievelijk 290 miljoen m^3/j en 5,5%), zodat direct de impact van de combinatie van het aantal inwoners en de technologische waterbesparing kan worden beoordeeld. Er zijn drie mogelijke niveaus van technologische waterbesparing op het huishoudelijk gebruik onderscheiden. Ze zijn afkomstig van KWR en betreffen waterbesparingsmogelijkheden op de drie momenteel grootste componenten van het huishoudelijk gebruik, namelijk de douche, de toiletspoeling en de wasmachine. De besparingsmogelijkheden zijn ondermeer het gebruik van regenwater, circulatiedouches, extreem zuinige toiletten en waterloze wasmachines (op ozon). Afhankelijk van de combinatie van mogelijkheden kan dit het hoofdelijk huishoudelijk gebruik verminderen met 24 lpppd (scenario A), 36 lpppd (scenario B), of 76 lpppd (scenario C). Het scenario C levert in 2050 veruit de laagste drinkwatergebruiken, namelijk tussen 633 en 706 miljoen m^3/jaar, afhankelijk van de realisatie van het aantal inwoners.

1 Inleiding

Dit rapport beschrijft aanpak en resultaten van het opstellen van prognoses en scenario's van het drinkwatergebruik in Nederland. De prognoses betreffen de periode t/m 2030 en de scenario's betreffen het jaar 2050.

1.1 Achtergronden

In een samenwerkingsverband met Vewin zijn in de jaren 2002, 2005 en 2008 middellangetermijn-prognoses opgesteld van het drinkwatergebruik in Nederland [Baggelaar en Geudens, 2002, 2005 en 2008]. De nationale prognose wordt door de drinkwaterbedrijven gebruikt als referentie bij het opstellen van de vraagprognose voor het eigen distributiegebied in het kader van het leveringsplan. Op verzoek van en in samenwerking met Vewin[1] is de nationale prognose geactualiseerd en tevens aangevuld met enkele scenario's. Dit rapport beschrijft aanpak en bevindingen van de daartoe strekkende studie.

1.2 Vraagstelling

Stel in samenwerking met Vewin en een begeleidingsgroep, bestaande uit vertegenwoordigers van de drinkwaterbedrijven, middellangetermijnprognoses op van de landelijke drinkwatervraag, voor de jaren 2020, 2025 en 2030. En beschrijf enkele scenario's voor het drinkwatergebruik in 2050.

Afbakening

Onder drinkwater wordt hier verstaan het water van drinkwaterkwaliteit dat door de drinkwater-bedrijven wordt geleverd via hun leidingnetten. De prognoses hebben dus geen betrekking op het gebruik van ander water, waaronder we hier verstaan water dat niet van drinkwaterkwaliteit is. Ander water kan afkomstig zijn van een drinkwaterbedrijf (zoals bepaalde soorten proceswater), van derden, of van een eigen particuliere grondwater- of oppervlaktewaterwinning.

1.3 Begeleidingsgroep

Deze studie is begeleid door vertegenwoordigers van de drinkwaterbedrijven en Vewin. De bege-leidingsgroep bestond uit:

- Brabant Water: Egbert Zaadstra
- Dunea: Maurice van de Roer
- Evides: Joost Eijkman en Erwin Nijsingh
- Oasen: Jurjen den Besten en Harrie Timmer
- PWN: Henk van Duist
- Vitens: Ger Giesbers
- Waterbedrijf Groningen: Theo Vlaar
- Waternet: Job Rook
- WML: Henk Vogelaar

[1] In deze vertegenwoordigd door ing. Peter Geudens, Senior beleidsmedewerker/projectleider Benchmark & Statistiek.

- Vewin: Peter Geudens en Jessica van Grootveld

1.4 Over dit rapport

Na deze inleiding beschrijft hoofdstuk 2 de hoofdlijnen van de aanpak van deze prognosestudie. Hoofdstuk 3 beschouwt de historische ontwikkeling van het totale drinkwatergebruik en de onderdelen daarvan, ondermeer in relatie tot de ontwikkeling van het aantal inwoners. In de hoofdstukken 4, 5 en 6 worden de prognoses afgeleid van respectievelijk het huishoudelijk gebruik, het niet-huishoudelijk gebruik en het niet-in-rekening gebracht gebruik (NIRG). Hoofdstuk 7 presenteert dan de prognose van het totale landelijke drinkwatergebruik, die resulteert door de prognoses van de deelgebruiken te sommeren. In hoofdstuk 8 komen enkele scenario's voor het drinkwatergebruik in 2050 aan de orde. Het hoofddeel van het rapport sluit af met de alfabetisch gerangschikte lijst van de literatuurverwijzingen.

De bijlage geeft een toelichting op het gehanteerde causale model voor het hoofdelijk huishoudelijk watergebruik, met een verantwoording van de wijze waarop hiermee de basisprognose voor de ontwikkeling van dat gebruik t/m 2030 is uitgewerkt.

2 Gevolgde aanpak

Dit hoofdstuk beschrijft de hoofdlijnen van de aanpak van deze prognosestudie.

2.1 Maatwerk per deelgebruik

Net als bij de voorgaande drie prognosestudies (2002, 2005 en 2008) wordt bij het opstellen van de prognoses onderscheid gemaakt naar zo homogeen mogelijke deelverbruiken, zodat gebruik kan worden gemaakt van inzichten in hun ontwikkelingspatronen en van (externe) prognoses van hun invloedsfactoren. Bij deze studie worden daartoe vijf deelgebruiken onderscheiden, namelijk: 1) het huishoudelijk gebruik, 2) het gebruik door de Nijverheid, 3) het agrarisch gebruik, 4) het overig niet-huishoudelijk gebruik en 5) het niet-in-rekening gebracht gebruik (NIRG). Per deelgebruik worden de prognoses opgesteld met de aanpak die het best aansluit op de beschikbare informatie over dat deelgebruik en zijn ontwikkelingen. Ten slotte wordt de prognose van het totale drinkwatergebruik afgeleid door de prognoses van de deelgebruiken stochastisch te combineren (zie § 2.2.1).

2.2 Prognoses en scenario's

2.2.1 Prognoses

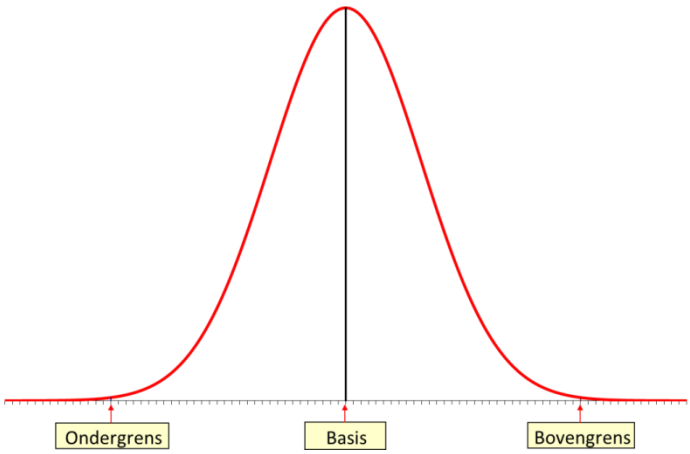
Een prognose (voorspelling) van het watergebruik is een uitspraak over een toekomstige ontwikkeling van het watergebruik. Net als bij de drie voorgaande landelijke prognosestudies (2002, 2005 en 2008) worden hier verschillende ontwikkelingen van het drinkwatergebruik uitgewerkt. Op dit moment lijken er namelijk verschillende toekomstige watergebruiken mogelijk, doordat er allerlei soorten ontwikkelingen denkbaar zijn van de factoren die het watergebruik beïnvloeden. De drie uitgewerkte ontwikkelingen van het watergebruik zijn een basisprognose en de twee grenzen van zijn onzekerheidsinterval (ondergrens en bovengrens).
De basisprognose beschrijft de situatie die, gegeven alle momenteel beschikbare informatie en inzichten, de grootste kans lijkt te hebben zich te gaan realiseren. Deze is gebaseerd op de veronderstelling dat zich per deelgebruik een continuering van de huidige ontwikkeling voordoet, dan wel dat deze daarvan op een voorspelbare manier afwijkt, in het licht van bijvoorbeeld technische of gedragsmatige ontwikkelingen die zich thans reeds aftekenen. De basisprognose kan daarom ook wel worden aangeduid als de prognose volgens het continuïteitsscenario. De twee grensprognoses zijn nog net denkbaar, maar wel veel minder waarschijnlijk. Ze verschaffen een indruk van de bandbreedte waarbinnen het watergebruik zich kan gaan ontwikkelen (zie figuur 2.1).

Causaal, statistisch of beredeneerd voorspellen

Welke aanpak het meest geschikt is om het watergebruik te voorspellen hangt vooral af van het inzicht in het gebruiksproces en van de beschikbaarheid van historische gebruikscijfers. We onderscheiden drie soorten aanpak om tot voorspellingen te komen: (1) causaal, (2) statistisch en (3) beredeneerd.

Als het inzicht in het gebruiksproces voldoende gedetailleerd is kan een causale aanpak worden gehanteerd, waarbij zoveel mogelijk kwantificeerbare kennis wordt benut over de oorzakelijke verbanden tussen het gebruik en zijn verklarende factoren.

Figuur 2.1: De drie gebruiksontwikkelingen die in deze studie worden uitgewerkt hebben betrekking op de kansverdeling van het toekomstige drinkwatergebruik, zoals dat momenteel aannemelijk kan worden geacht, gegeven alle op dit moment beschikbare informatie en inzichten.



Toelichting
De basisprognose beschrijft de situatie die, gegeven alle momenteel beschikbare informatie en inzichten, de grootste kans lijkt te hebben zich te gaan realiseren. De onder- en bovengrens zijn bedoeld om een indruk te verschaffen van de bandbreedte waarbinnen het gebruik zich met grote waarschijnlijkheid kan gaan ontwikkelen.

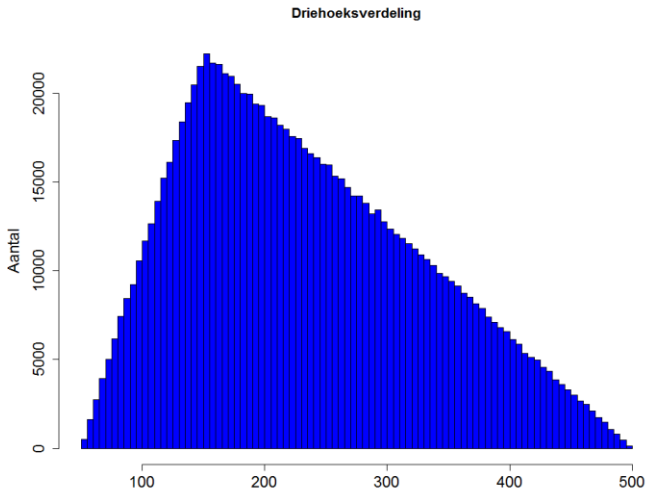
Als er geen tot zeer weinig inzicht in het gebruiksproces is, maar er wél historische gebruikscijfers beschikbaar zijn, kan een statistische aanpak uitkomst bieden. De prognoses volgen dan uit de extrapolatie van een statistisch model dat de ontwikkeling van het watergebruik koppelt aan mogelijke verklarende factoren en/of de tijd. Deze black-box-benadering gaat uit van de filosofie dat de sleutel tot de toekomst reeds besloten ligt in het verleden.
Ten slotte is er nog het beredeneerd voorspellen, dat uitkomst biedt als er alleen een kwalitatief inzicht is in het gebruiksproces en de relaties met verklarende factoren. Het kan elementen vertonen van de statistische aanpak en/of de causale aanpak, maar de wiskundige, kwantitatieve benadering is ondergeschikt aan het kwalitatieve inzicht.

In het algemeen komt het voorspellen neer op een combinatie van de bovenvermelde soorten aanpak, waarbij meestal één van de drie de overhand heeft. Bij deze studie is de causale aanpak ingezet om prognoses op te stellen van het huishoudelijk gebruik en het gebruik door de Nijverheid. De statistische aanpak is gehanteerd om prognoses op te stellen van het overig niet-huishoudelijk gebruik. En de beredeneerde aanpak is gehanteerd om prognoses op te stellen van het agrarisch gebruik en het niet-in-rekening-gebracht gebruik.

Stochastisch combineren van prognoses

Bij het uitwerken van de basisprognose en zijn onzekerheidsgrenzen zullen té brede onzekerheidsintervallen resulteren als niet wordt verdisconteerd dat realisaties van het aantal inwoners, het hoofdelijk huishoudelijk gebruik en bepaalde deelgebruiken onafhankelijk van elkaar zijn. Het is dan niet denkbaar dat ze gelijktijdig een grenswaarde aannemen. Om in deze studie tot realistische onzekerheidsintervallen te komen, worden prognoses van het aantal inwoners, het hoofdelijk huishoudelijk gebruik en deelgebruiken stochastisch gecombineerd. Daarbij worden per variabele één miljoen aselecte trekkingen gedaan uit een driehoeksverdeling waarvan de modus gelijk is aan de meest waarschijnlijke prognose van die variabele, het maximum gelijk is aan de bovengrens en het minimum gelijk is aan de ondergrens (zie het voorbeeld in figuur 2.2). Vervolgens worden uit het combineren van trekkingen van prognoses van verschillende variabelen de modus, het 1-percentiel en het 99-percentiel van de samengestelde prognose afgeleid. Toepassingen daarvan zijn gedetailleerder beschreven in § 4.4 en hoofdstuk 7.

Figuur 2.2: Histogram van één miljoen aselecte trekkingen uit een driehoeksverdeling met modus (meest waarschijnlijke waarde) 150, minimum 50 en maximum 500.[2]



2.2.2 Scenario's

In hoofdstuk 8 worden enkele scenario's voor het drinkwatergebruik in 2050 beschreven. Daarbij is niet zozeer sprake van het voortborduren op historische ontwikkelingen en inzicht in komende ontwikkelingen (zoals bij het opstellen van prognoses), maar van het schetsen van het gebruik bij geheel nieuwe condities. Het komt daarmee neer op een 'wat-als'-analyse.

[2] Gezien de complexiteit en omvang van de simulatieberekeningen zijn deze uitgevoerd met een door ons ontwikkeld script in de programmeertaal R.

2.3 Het mogelijke effect van klimaatverandering op het drinkwatergebruik

Afhankelijk van de ontwikkeling van het CO2-gehalte van de atmosfeer (en de klimaatgevoeligheid voor CO2) kan ons klimaat in de 21e eeuw geleidelijk warmer worden, met meer neerslag in de winter en meer verdamping in de zomer. Afhankelijk van de mate waarin dat gebeurt, kan het ook invloed hebben op het drinkwatergebruik.

Er zijn voor verschillende klimaatscenario's van het KNMI [KNMI, 2006] ramingen afgeleid van het effect van klimaatverandering op het drinkwatergebruik, middels statistische tijdreeksmodellering van dagelijkse gebruiksgegevens van het voorzieningsgebied Budel, in het zuidoosten van Noord-Brabant [Cirkel et al., 2005 en 2006]. Deze studie gaf voor de vier klimaatscenario's verschillende toenames aan van het (totale) drinkwatergebruik in de zomermaanden. Voor het extreemste scenario werd geraamd dat het drinkwatergebruik in de maanden juli, augustus en september van het jaar 2050 circa 6% hoger kan zijn dan in het klimaat rond het jaar 1990. Daarmee kan dit over deze 60-jaarsperiode leiden tot een toename van het jaarlijks drinkwatergebruik van 2,2%. Verder gaf deze studie aan dat de klimaatverandering het grootste effect kan hebben op de maximale dagafzet en daarmee ook op de piekfactor. Ook kunnen extreem hoge gebruiken vaker voorkomen. Mocht het klimaat verder opwarmen, dan zal de infrastructuur te maken krijgen met hogere en vaker optredende gebruikspieken.
Het in de boven aangehaalde studie beschouwde voorzieningsgebied Budel is echter vrij landelijk. Een andere studie vond dat het watergebruik in de stad Tilburg minder klimaatgevoelig is dan het watergebruik in een landelijke omgeving [Zwolsman et al., 2007], maar een statistisch verschil is daarbij niet aangetoond.

Als we de bovenstaande ramingen toepassen voor geheel Nederland, dan resulteert dat er door klimaatverandering vanaf 2016 - ons basisjaar van de prognoses – tot het jaar 2030 voor het extreemste klimaatscenario een toename van het jaarlijks drinkwatergebruik van hooguit 0,5% is te verwachten. Voor de drie andere klimaatscenario's ligt de verwachte toename nóg lager, namelijk tussen 0,1% en 0,3%. Gezien deze geringe te verwachten effecten zullen we het klimaateffect niet meenemen bij het opstellen van de prognoses t/m 2030.

Waar het de schetsen van het drinkwatergebruik in 2050 voor enkele scenario's betreft (behandeld in hoofdstuk 8) is voor het extreemste klimaatscenario in 2050 een toename van het jaarlijks drinkwatergebruik van hooguit 1,2% te verwachten ten opzichte van de situatie in 2016. Voor de drie andere klimaatscenario's ligt de verwachte toename lager, namelijk tussen 0,2% en 0,9%. Ook dit zijn nog slechts geringe effecten, zeker als we ze afzetten tegen de forse onzekerheden bij het schetsen van het drinkwatergebruik voor een bepaald toekomstscenario. Het is daarmee niet direct nodig het klimaateffect mee te nemen bij het uitwerken van scenario's voor het jaarlijks drinkwatergebruik in 2050.

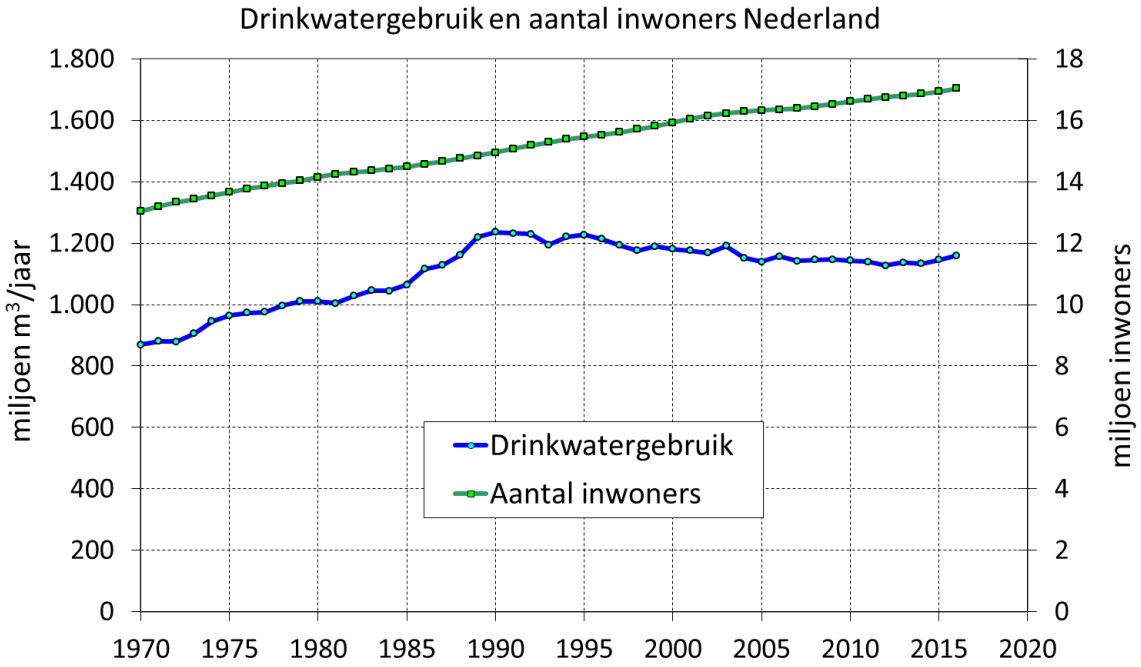
3 Ontwikkeling drinkwatergebruik

In dit hoofdstuk beschouwen we de historische ontwikkeling van het totale drinkwatergebruik en de onderdelen daarvan, ondermeer in relatie tot de ontwikkeling van het aantal inwoners.

3.1 Drinkwatergebruik en aantal inwoners

Figuur 3.1 toont de ontwikkeling van het jaarlijks drinkwatergebruik (per definitie gelijk aan de jaarlijks afgeleverde hoeveelheid drinkwater) en van het jaargemiddelde aantal inwoners, beide over de periode 1970 t/m 2016.

Figuur 3.1: Ontwikkeling van het jaarlijks drinkwatergebruik en van het jaarlijks gemiddeld aantal inwoners, van 1970 t/m 2016.



Databronnen
Vewin-Waterleiding- en Drinkwaterstatistieken
CBS-Statline, thema Bevolking

Uit figuur 3.1 blijkt dat het drinkwatergebruik in Nederland in de tweede helft van de vorige eeuw eerst sterk is toegenomen, namelijk van 870 miljoen m^3 in 1970 tot 1.236 miljoen m^3 in 1990, waarna het min of meer constant is gebleven tot 1995 en vervolgens met kleine schommelingen licht is teruggelopen tot 1.159 miljoen m^3 in 2016. Deze ontwikkeling is niet te verklaren uit de ontwikkeling van het aantal inwoners, aangezien dat aantal over de beschouwde periode elk jaar is toegenomen, namelijk van 13,0 miljoen in 1970 tot 17,0 miljoen in 2016.

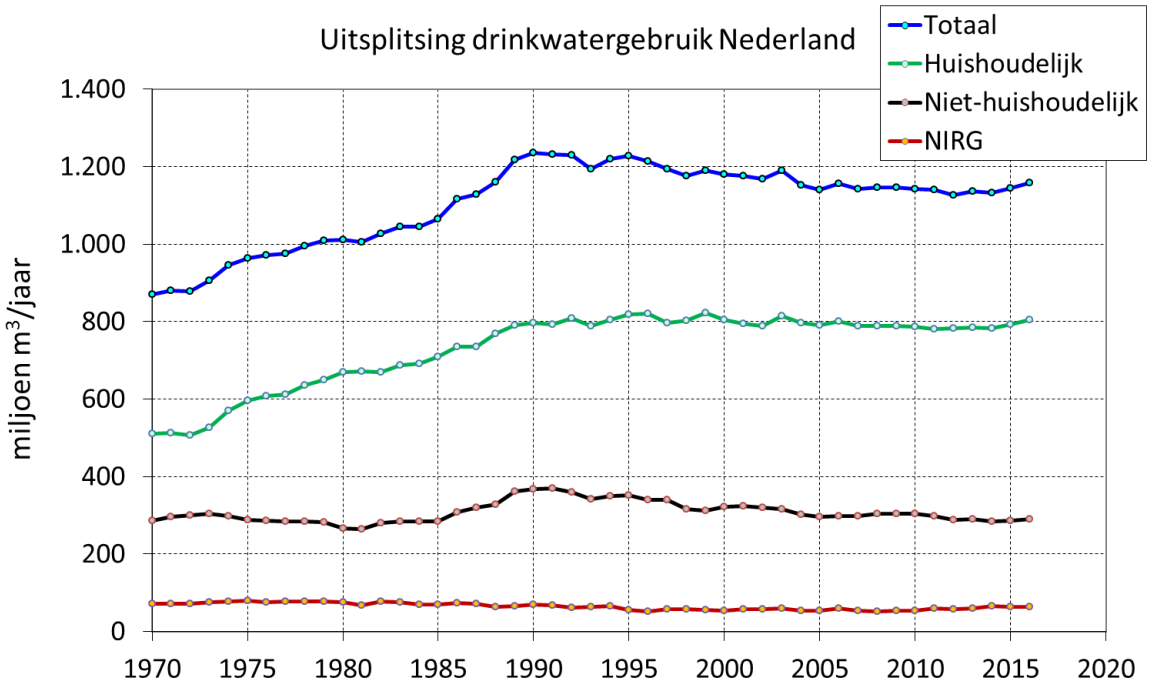
3.2 Verloop deelgebruiken

Aan de hand van de Vewin-Waterleiding- en Drinkwaterstatistieken kunnen we het drinkwatergebruik uitsplitsen naar de volgende drie deelgebruiken:

1. Het *huishoudelijk gebruik*, het totale gebruik voor huishoudelijk gebruik. Afhankelijk van het drinkwaterbedrijf is dit:
   - het totale gebruik van alle aansluitingen die zijn geregistreerd als *huishoudelijke* aansluiting;
   - het totale gebruik van alle aansluitingen die minder dan 300 m^3/jaar gebruiken (dit wordt ook wel aangeduid als het *kleingebruik*);
   - het totale gebruik van het type aansluiting voor huishoudens (bepaald door het kaliber van de watermeter).
2. Het *niet-huishoudelijk gebruik*, het totale gebruik van alle niet-huishoudelijke aansluitingen. Dit zal zowel gerelateerd zijn aan kleinzakelijke, agrarische en recreatieve activiteiten (die doorgaans minder dan 10.000 m^3/jaar gebruiken), als aan grootzakelijke, veelal industriële activiteiten activiteiten (die doorgaans meer dan 10.000 m^3/jaar gebruiken).
3. Het *niet-in-rekening-gebracht gebruik* (kortweg aangeduid als *NIRG*), het verschil tussen de hoeveelheid in het leidingnet afgeleverde drinkwater en het met de klanten verrekende drinkwater (dit laatste is de som van de andere twee deelgebruiken). Het verschil ontstaat vooral door distributie- en spuiverliezen, bluswater en meetfouten.

Het verloop van zowel het totale gebruik als dat van de drie bovengenoemde deelgebruiken over de periode 1970 t/m 2016 is weergegeven in figuur 3.2.

Figuur 3.2: Verloop van het jaarlijks drinkwatergebruik, uitgesplitst naar drie deelgebruiken, van 1970 t/m 2016.



Databronnen

Vewin-publicaties Waterleiding- en Drinkwaterstatistieken

Interne CBS-nota over reparatie trendbreuk 2007 [CBS, 2012]

Toelichting op benodigde reparatie trendbreuk

Doordat in 2007 bij Vitens een definitiewijziging is doorgevoerd, werd zowel het huishoudelijk gebruik als het niet-huishoudelijk gebruik vanaf 2007 niet meer vergelijkbaar met het gebruik in de voorgaande jaren. De wijziging werd door Vitens doorgevoerd om in haar gehele voorzieningsgebied dezelfde definitie van huishoudelijk gebruik te krijgen. Tot 2007 was het huishoudelijk gebruik in twee Vitens-regio's namelijk gedefinieerd als het totale gebruik van alle aansluitingscapaciteiten van 1,5 m^3/uur, terwijl het in de overige regio's

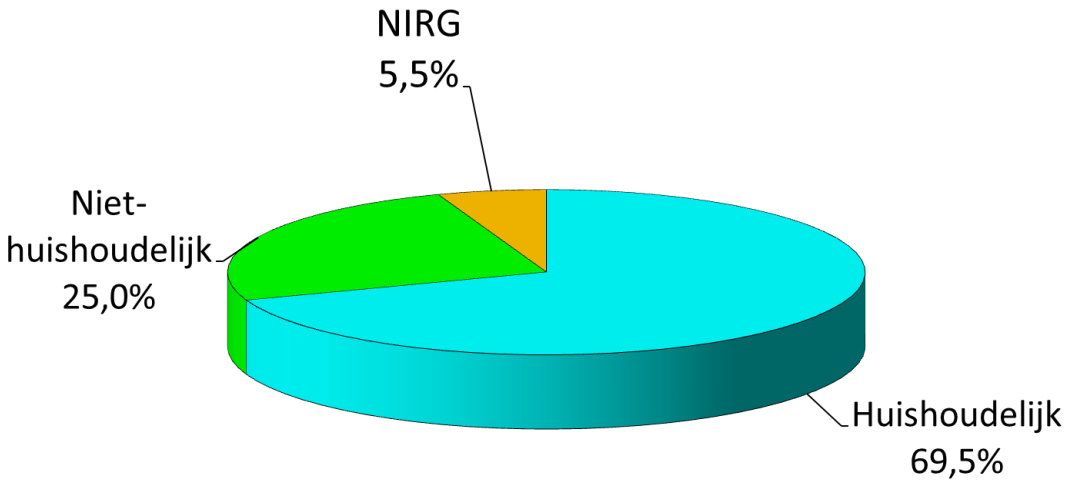
was gedefinieerd als het totale gebruik van alle aansluitingscapaciteiten van 1,5 én 2,5 m^3/uur. Vitens heeft er voor gekozen om met ingang van 2007 voor het gehele voorzieningsgebied alleen nog de laatstgenoemde definitie te hanteren. Daardoor was het huishoudelijk gebruik in 2007 met een stap toegenomen en het niet-huishoudelijk gebruik met een stap afgenomen. Om de vergelijkbaarheid met eerdere jaren te herstellen is in een samenwerkingsproject tussen Vewin en het CBS de tijdreeks gecorrigeerd. De werkwijze is vastgelegd in de interne CBS-nota.

Uit figuur 3.2 blijkt dat de drie deelgebruiken nogal verschillen in ontwikkeling:

- het huishoudelijk gebruik is tot begin jaren negentig toegenomen, maar daarna min of meer gestabiliseerd;
- het niet-huishoudelijk gebruik heeft enkele trendomkeringen gekend, met eerst een lichte afname van 1970 tot 1980, gevolgd door een toename tot 1990 en daarna weer een afname tot 2016, naar hetzelfde niveau als in 1970;
- het NIRG is geleidelijk teruggelopen tot 1995, waarna het is gestabiliseerd, maar de laatste vijf jaar is het weer toegenomen.

Het huishoudelijk gebruik vormt veruit het grootste deelgebruik. In 2016 omvatte dit 69,5% van het totale drinkwatergebruik (zie figuur 3.3). Het niet-huishoudelijk gebruik is duidelijk kleiner en omvatte in 2016 25,0% van het totale drinkwatergebruik. De kleinste bijdrage komt van het NIRG, deze bedroeg in 2015 5,5% van het totale drinkwatergebruik.

Figuur 3.3: Verdeling van het totale Nederlandse drinkwatergebruik in 2016 over de drie deelgebruiken. Bron: Vewin.



4 Prognoses huishoudelijk drinkwatergebruik

In dit hoofdstuk stellen we de prognoses op van het huishoudelijk gebruik, als product van prognoses van het aantal inwoners (§ 4.2) en prognoses van het hoofdelijk huishoudelijk gebruik (§ 4.3). De resulterende prognoses van het huishoudelijk gebruik zijn vermeld in § 4.4. Maar eerst beschouwen we in § 4.1 de ontwikkeling van het (hoofdelijk) huishoudelijk gebruik, mede in relatie tot de ontwikkeling van het aantal inwoners.

4.1 Ontwikkeling (hoofdelijk) huishoudelijk drinkwatergebruik

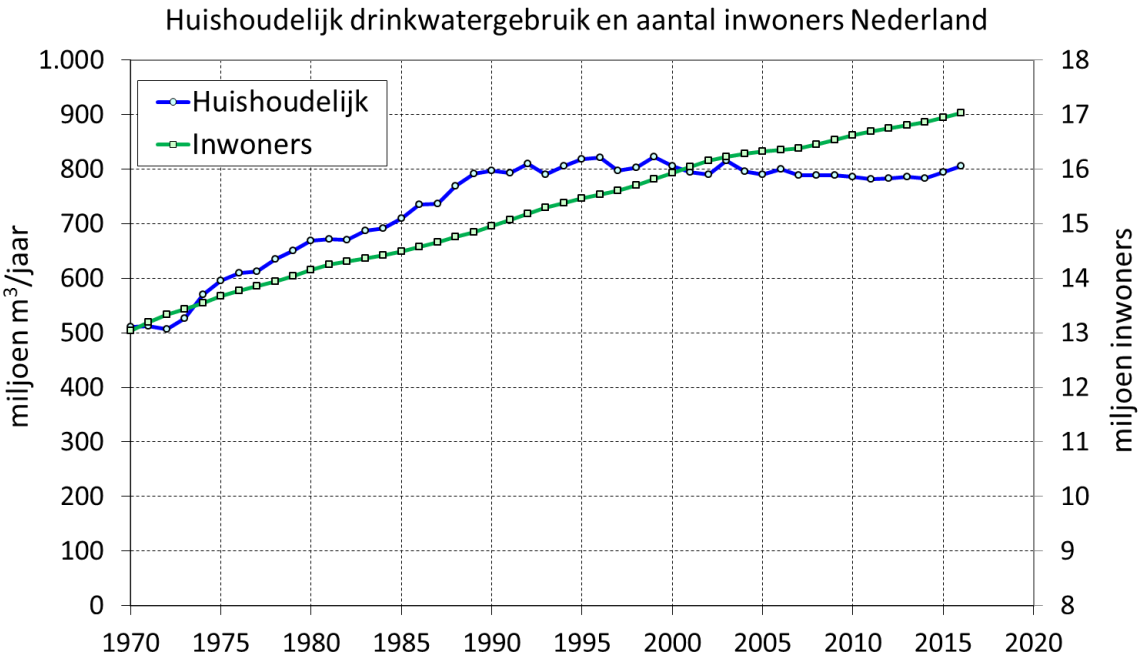
4.1.1 Ontwikkeling huishoudelijk gebruik

Het huishoudelijk gebruik vormt veruit het grootste deelgebruik, met in 2016 69,5 % van het totaal. Afhankelijk van het drinkwaterbedrijf is dit:

- het totale gebruik van alle aansluitingen die zijn geregistreerd als *huishoudelijke* aansluiting;
- het totale gebruik van alle aansluitingen die minder dan 300 m^3/jaar gebruiken (dit wordt ook wel aangeduid als het *kleingebruik*);
- het totale gebruik van het type aansluiting voor huishoudens ((bepaald door het kaliber van de watermeter).

Figuur 4.1 toont het verloop van het jaarlijks huishoudelijk gebruik van 1970 t/m 2016.

Figuur 4.1: Verloop van het jaarlijks huishoudelijk drinkwatergebruik en het aantal inwoners, van 1970 t/m 2016.



Uit figuur 4.1 blijkt dat het huishoudelijk gebruik tot circa 1990 duidelijke groei vertoonde, van 511 miljoen m^3 in 1970 tot 798 miljoen m^3 in 1990. Maar daarna stabiliseerde het niveau rond de 800 miljoen m^3/jaar. In 2016 bedroeg het huishoudelijk gebruik 805 miljoen m^3, wat gelijk is aan het gebruik in 1994. Het huishoudelijk drinkwatergebruik vertoonde vanaf 1990 nog maar nauwelijks

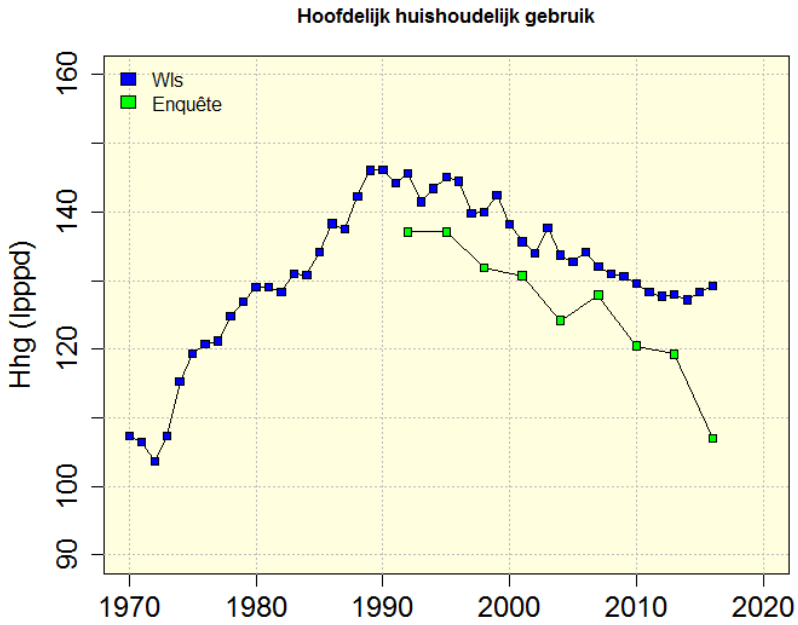
ontwikkeling, ondanks de voortgaande groei van het aantal inwoners over die periode, van 15,0 miljoen in 1990 tot 17,0 miljoen in 2016 (een toename van 14%).

Het stoppen van de groei van het huishoudelijk gebruik vanaf begin jaren negentig – ondanks de voortgaande groei van het aantal inwoners - zal als belangrijkste oorzaken hebben: i) het verzadigd raken van de huishoudens met watergebruikende voorzieningen (vooral douches en wasmachines) en ii) de voortschrijdende technische waterbesparing, zoals door zuinigere toiletten (kleinere stortbakken, spoelonderbrekers) en zuinigere wasmachines.

4.1.2 Ontwikkeling hoofdelijk huishoudelijk gebruik

Het feit dat het huishoudelijk gebruik is gestabiliseerd vanaf 1990 terwijl het aantal inwoners sindsdien is toegenomen met 14%, duidt op een evenredige afname van het hoofdelijk huishoudelijk drinkwatergebruik (de ratio van het huishoudelijk jaargebruik en het gemiddeld aantal inwoners in dat jaar). Dit wordt bevestigd als we het verloop van het hoofdelijk huishoudelijk gebruik reconstrueren uit het huishoudelijk jaargebruik uit de Vewin-Drinkwaterstatistieken en het inwonersaantal. Het blijkt dan dat het hoofdelijk huishoudelijk gebruik vanaf 1990 voornamelijk is teruggelopen (blauwe lijn in figuur 4.2). Verder blijkt het ook uit de resultaten van de sinds 1992 in opdracht van Vewin uitgevoerde driejaarlijkse enquêtes *Watergebruik Thuis* (groene lijn in figuur 4.2, zie ook tekstkader na de figuur).

Figuur 4.2: Blauw: verloop van het hoofdelijk huishoudelijk gebruik dat volgt uit combineren van het huishoudelijk jaargebruik (Vewin-Drinkwaterstatistieken en [CBS,2012]) en inwonersaantal (CBS). Groen: verloop van het hoofdelijk huishoudelijk gebruik dat volgt uit de enquêtes Watergebruik Thuis.[3]



[3] Deze cijfers zijn 26 april 2017 verstrekt door Kantar Public, de uitvoerder van de enquêtes *Watergebruik Thuis* (vertegenwoordigd door Lisanne van Thiel). Ze wijken soms af van de cijfers vermeld in de enquêterapportages, omdat de inzichten over de verwerkingswijze van de basisdata gaandeweg zijn veranderd.

Over de enquête *Watergebruik Thuis*

Bij de enquête *Watergebruik Thuis* wordt driejaarlijks met een panel van tussen de 1.000 en 3.000 respondenten informatie verzameld over het huishoudelijk watergebruik. Dit levert ramingen op van:

- het hoofdelijk huishoudelijk watergebruik, uitgesplitst naar tien gebruikscomponenten (baden, douchen, toiletspoelen, wassen, afwassen, voedselbereiding, etc.) en diverse gebruikersgroepen (ingedeeld naar leeftijd, gezinsgrootte, geslacht, welstandsklasse, regio en herkomst) en
- kengetallen van presentiegraad, gebruiksfrequentie en capaciteit van elk van de tien gebruikscomponenten.

Uit figuur 4.2 blijkt dat het hoofdelijk huishoudelijk gebruik dat is afgeleid uit combineren van het huishoudelijk jaargebruik en inwonersaantal systematisch hoger is dan het hoofdelijk huishoudelijk gebruik dat volgt uit de enquête *Watergebruik Thuis*. Het verschil bedraagt gemiddeld 9,3 lpppd (met een uitschieter van 22,2 lpppd voor 2016). Een deel daarvan zal komen doordat de enquête kleine gebruikscomponenten niet meeneemt, zoals dat van de buitenkraan. Maar het verschil wordt vermoedelijk vooral veroorzaakt door misclassificatie, omdat het voor bepaalde aansluitingen niet mogelijk is het puur huishoudelijke drinkwatergebruik te onderscheiden van het niet-huishoudelijk drinkwatergebruik. Het als huishoudelijk geklasseerde gebruik zal daardoor ook niet-huishoudelijk gebruik omvatten en vice-versa. Deze onzuiverheid bij het klasseren van aansluitingen zal in principe afwijkingen naar twee kanten geven (afhankelijk van de gebruikssoort waar de aansluiting bij is ingedeeld), maar blijkbaar is de som van de positieve afwijkingen voor het huishoudelijk gebruik groter dan die van de negatieve.

4.2 Prognoses van het aantal inwoners

De prognoses van het aantal inwoners zijn betrokken bij het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS).[4] Ze zijn opgesteld in december 2016[5], waarbij ook onzekerheidsmarges zijn berekend van de toekomstige omvang en leeftijdsopbouw van de bevolking. De basisprognose en bijbehorende onzekerheidsmarges zijn gebaseerd op veronderstellingen over de (onzekerheid van de) toekomstige geboorte, sterfte, immigratie en emigratie. De marges vertegenwoordigen de onder- en bovengrens van het prognose-interval, waarvan wordt aangenomen dat de toekomstige bevolkingsomvang hier vrijwel zeker tussen zal liggen, rekening houdende met de huidige onzekerheden over de toekomstige geboorte, sterfte, emigratie en immigratie.

Om de mogelijkheden van het causale model voor het hoofdelijk huishoudelijk gebruik optimaal te kunnen benutten (zie daarvoor § 4.3), zijn de prognoses van het aantal inwoners opgevraagd met onderscheid naar leeftijdsklasse. De basisprognoses waren beschikbaar voor twintig leeftijdsklassen, namelijk 19 leeftijdsklassen van vijf jaar (0-5, 6-10, ..., 90-95) en een eenzijdig onbegrensde leeftijdsklasse (95 jaar of ouder).

De onzekerheidsgrenzen waren zowel beschikbaar voor het totaal als voor drie leeftijdsklassen, namelijk 0-20 jaar, 20-65 jaar en 65 jaar en ouder. Het onzekerheidsinterval voor het totaal is echter smaller dan het interval dat volgt uit het sommeren van de afzonderlijke onzekerheidsmar-

[4] De gegevens zijn beschikbaar via de website StatLine van het CBS, die menugestuurde toegang biedt tot verschillende databases van het CBS.

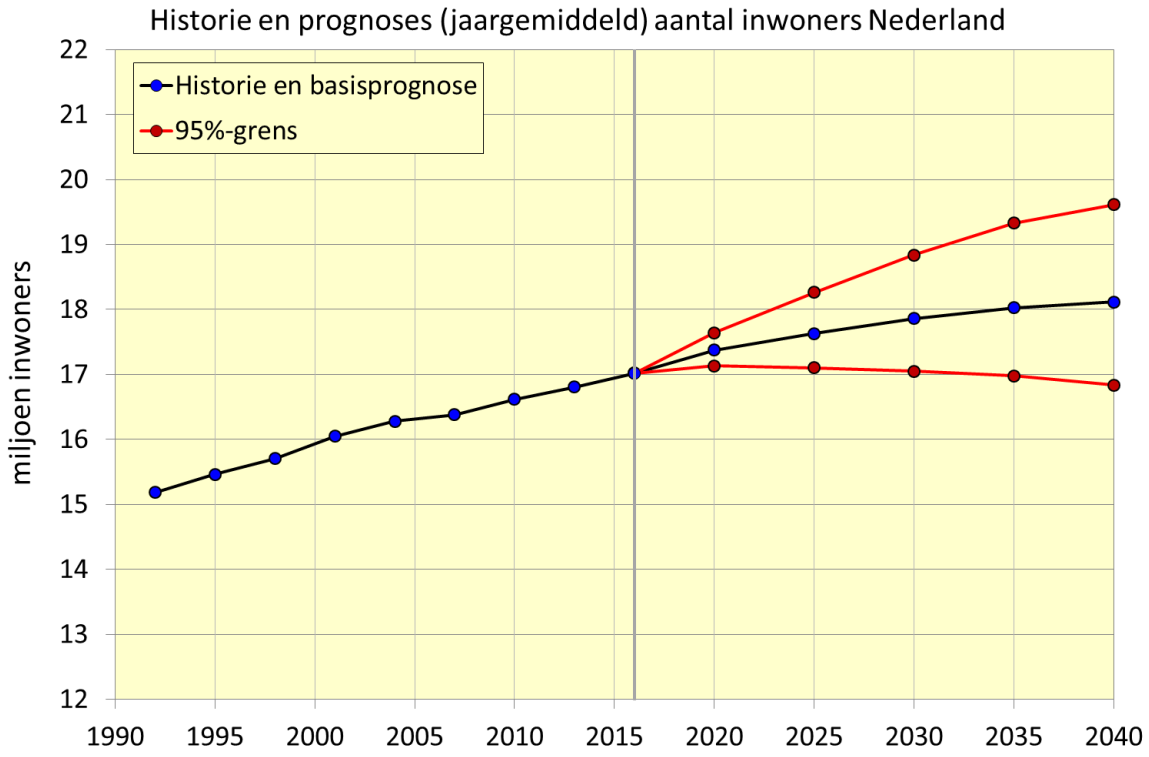
[5] Door het CBS worden tweejaarlijks (in de even jaren) langetermijnprognoses (voor de volgende 40 à 50 jaar) opgesteld van de bevolkingsomvang.

ges van de drie leeftijdsklassen, omdat de extremen van leeftijdsklassen niet gelijktijdig zullen optreden. We hebben de onzekerheidsmarges van de leeftijdsklassen daarom zodanig geschaald dat hun som overeenstemt met de betreffende onzekerheidsmarge van het totaal.

De CBS-prognoses gelden voor 1 januari van het betreffende kalenderjaar. Deze hebben we voor elk van de in deze studie beschouwde prognosejaren omgerekend naar het jaargemiddeld aantal inwoners, als het gemiddelde van het aantal inwoners op 1 januari van het betreffende jaar en het aantal inwoners op 1 januari van het volgende jaar.

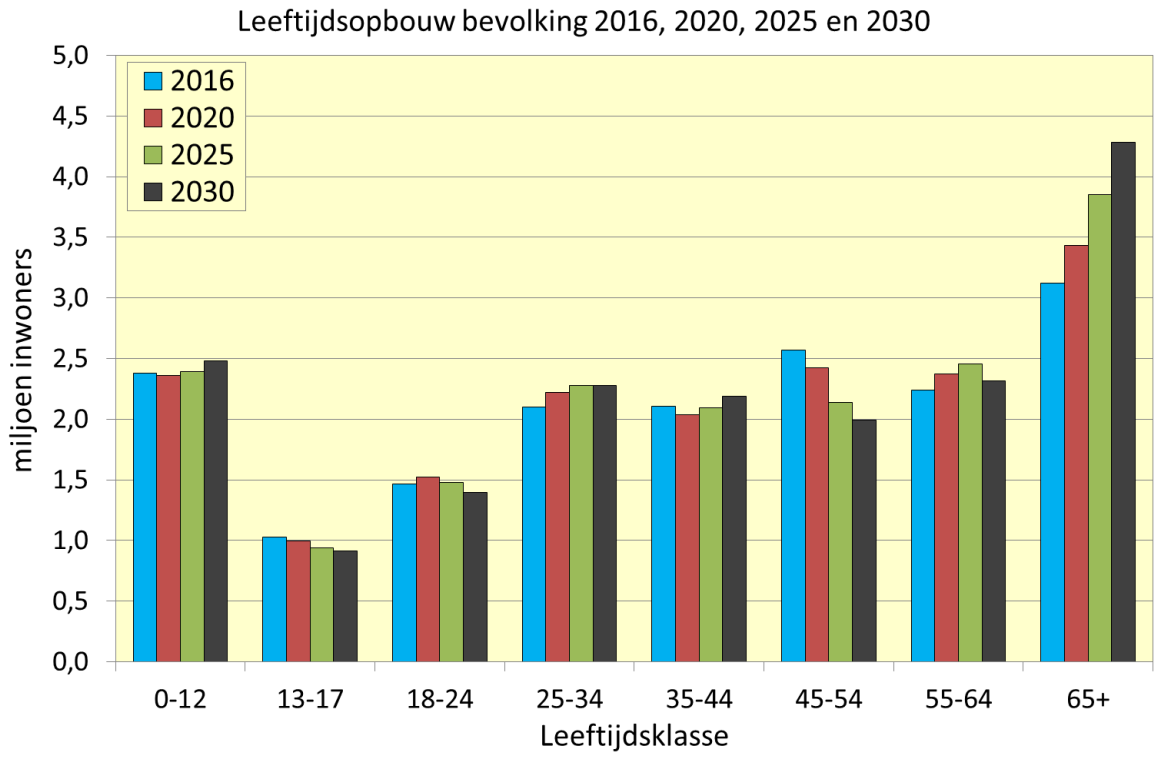
Volgens deze CBS-prognoses zal het aantal inwoners van Nederland toenemen van 17,0 miljoen in 2016 tot 17,9 miljoen in 2030 (zie figuur 4.3). Volgens de bovengrens zal het toenemen tot 18,8 miljoen in 2030 en volgens de ondergrens zal nog maar nauwelijks toenemen, namelijk tot 17,1 miljoen in 2030. De grote onzekerheid van deze prognoses blijkt uit het feit dat het verschil tussen boven- en ondergrens voor 2030 1,8 miljoen inwoners bedraagt, wat neerkomt op 10% van de basisprognose voor 2030.

Figuur 4.3: Ontwikkeling en prognoses van het (jaargemiddeld) aantal inwoners in Nederland. Behalve de basisprognose zijn ook de grenzen van het prognose-interval weergegeven. Bron: CBS.



Als we de basisprognose uitsplitsen naar leeftijdsklasse, blijkt een flinke toename van het aantal 65+'ers te worden voorzien (1,2 miljoen meer in 2030, zie figuur 4.4). Verder wordt een relevante afname van het aantal personen tussen 45 en 54 jaar voorzien (0,6 miljoen minder in 2030).

Figuur 4.4: Uitsplitsing van de basisprognose naar leeftijdsklasse.



4.3 Prognoses van het hoofdelijk huishoudelijk gebruik

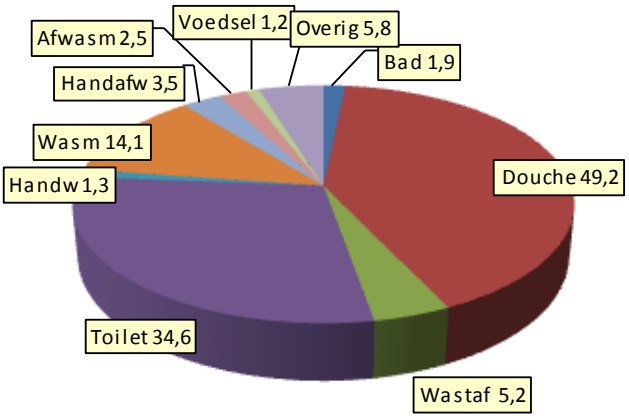
4.3.1 Causaal model van het hoofdelijk huishoudelijk gebruik

De prognoses en bijbehorende onzekerheidsmarges van het hoofdelijk huishoudelijk model hebben we opgesteld met een speciaal daarvoor ontwikkeld model. Op basis van de inzichten die zijn verkregen door de driejaarlijkse enquête *Watergebruik Thuis* is namelijk een causaal model ontwikkeld voor het hoofdelijk huishoudelijk watergebruik [Baggelaar en Driehuis, 2000].[6] Daarin worden – net als in de enquête - tien componenten onderscheiden van het huishoudelijk drinkwatergebruik (zie figuur 4.5). De veruit belangrijkste daarvan zijn de douche, het toilet en de wasmachine. Deze drie componenten vertegenwoordigen samen namelijk al 83% van het totale hoofdelijke huishoudelijke gebruik.

[6] Dit model bouwt voort op het door Guus Achttienribbe (Vewin) ontwikkelde concept van uitsplitsing van het hoofdelijk huishoudelijk gebruik naar tien componenten, waarbij het theoretisch afgeleide gebruik van elke component het product is van presentiegraad, gebruiksfrequentie en capaciteit. Het model heeft een voorloper gehad in het prognosemodel WADEN, dat in 1994 is ontwikkeld door de Rijksuniversiteit Groningen, in samenwerking met Vewin (zie [Daniëls, Achttienribbe en Schoot Uiterkamp, 1994]). WADEN is echter niet meer operationeel.

Figuur 4.5: De bijdragen van de tien gebruikscomponenten aan het hoofdelijk huishoudelijk watergebruik in Nederland in het jaar 2016. Het betreft een aanpassing van de resultaten van de enquête Watergebruik Thuis 2016 (zie § 4.3.2).

Component	lpppd
Bad	1,9
Douche	49,2
Wastafel	5,2
Toilet	34,6
Handwas	1,3
Wasmachine	14,1
Handafwas	3,5
Afwasmachine	2,5
Voedsel	1,2
Overig	5,8
Totaal	**119,2**



Het gebruik (uitgedrukt in liter per persoon per dag (lpppd)) van acht van deze componenten wordt in het model berekend als product van drie verklarende factoren: *Presentiegraad* x *Gedrag* x *Capaciteit*. Het model dient voor deze acht componenten te worden voorzien van ramingen van de toekomstige waarden van deze factoren en voor de overige twee componenten (Voedsel en Overig) alleen van ramingen van het toekomstige gebruik. Daarbij wordt rekening gehouden met verschillen tussen leeftijdsklassen (zie ook bijlage 1).

4.3.2 Eerst: aanpassing enquêteresultaten 2016

Zoals eerder te zien (figuur 4.2) ligt de ontwikkeling van het uit de enquête *Watergebruik Thuis* geraamde hoofdelijk huishoudelijk gebruik doorgaans redelijk in lijn met de ontwikkeling van de raming die volgt uit combineren van het huishoudelijk jaargebruik uit de Vewin-Drinkwaterstatistieken en het inwonersaantal. Maar de raming die volgt uit de enquête van 2016 is veel lager dan verwacht. Deze bedraagt namelijk 107,0 lpppd, wat 12,3 lpppd lager is dan de voorgaande enquêteraming (2013), die 119,3 lpppd bedroeg. Dit is een substantiële daling, die ook nog niet eerder is opgetreden in een driejaarsperiode. Bovendien vertoont het hoofdelijk huishoudelijk gebruik dat volgt uit combineren van het huishoudelijk jaargebruik uit de Vewin-Drinkwaterstatistieken en het inwonersaantal over die periode geen daling, maar zelfs een lichte stijging (zie figuur 4.2). Omdat die laatste raming een geringere toevallige steekproeffout zal vertonen (zie onderstaand tekstkader), stellen we vast dat de enquêteraming van het hoofdelijk huishoudelijk gebruik in 2016 een extreem grote toevallige steekproeffout heeft. Gezien het grote effect dat de recentste enquêteresultaten kunnen hebben op met het causale model opgestelde prognoses van het hoofdelijk huishoudelijk gebruik, hebben we de enquêteresultaten *Watergebruik Thuis* 2016 aangepast [Baggelaar, 2017].

Welke raming van het hoofdelijk huishoudelijk gebruik is betrouwbaarder?

We mogen veronderstellen dat een raming van het hoofdelijk huishoudelijk jaargebruik afgeleid uit combineren van het huishoudelijk jaargebruik uit de Vewin-Drinkwaterstatistieken en het inwonersaantal een geringere toevallige steekproeffout heeft dan een raming die volgt uit de enquête *Watergebruik Thuis* (afgezien van de blijkbaar aanwezige systematische steekproeffout). Hiervoor zijn de volgende argumenten aan te voeren:

1. een raming afgeleid uit het huishoudelijk jaargebruik is gebaseerd op het watergebruik van (bij benadering) alle inwoners van Nederland, terwijl een enquêteraming is gebaseerd op het watergebruik van tussen de 1.000 en 3.000 respondenten;
2. een raming afgeleid uit het huishoudelijk jaargebruik is gebaseerd op het watergebruik van een heel kalenderjaar, terwijl een enquêteraming is gebaseerd op het watergebruik van slechts enkele weken;
3. een raming afgeleid uit het huishoudelijk jaargebruik is gebaseerd op harde informatie, namelijk gemeten volumestromen (m^3/jaar) van het watergebruik, terwijl een enquêteraming is gebaseerd op zachtere informatie. Deze laatste raming wordt namelijk met een complex theoretisch algoritme afgeleid uit door de respondenten verstrekte informatie over aanwezigheid, gebruiksfrequentie, gebruiksduur en capaciteit van tien componenten van het huishoudelijk watergebruik. Niet alleen zitten daar diverse zachte informatie-elementen bij (zoals ingeschatte gebruiksduren), maar bovendien ontbreekt enige ijking aan gemeten volumestromen.

Bij het aanpassen van de enquêteresultaten *Watergebruik Thuis* 2016 is gebruik gemaakt van de sterke relatie tussen de enquêteresultaten en het hoofdelijk huishoudelijk jaargebruik afgeleid uit combineren van het huishoudelijk jaargebruik uit de Vewin-Drinkwaterstatistieken en het inwonersaantal. Na de modelmatig bewerkstelligde aanpassing wordt het hoofdelijk huishoudelijk gebruik van 2016 geraamd op 119,2 lpppd, wat weinig afwijkt van het resultaat van 2013 (119,3 lpppd). Ook de bij de enquête 2016 geraamde hoofdelijke gebruiken van de tien componenten zijn modelmatig aangepast op basis van de sterke relatie met het hoofdelijk huishoudelijk jaargebruik dat is afgeleid uit combineren van het huishoudelijk jaargebruik en het inwonersaantal. Deze zijn vermeld in figuur 4.5.

4.3.3 Instellingen causale model voor basisprognose en zijn onzekerheidsgrenzen

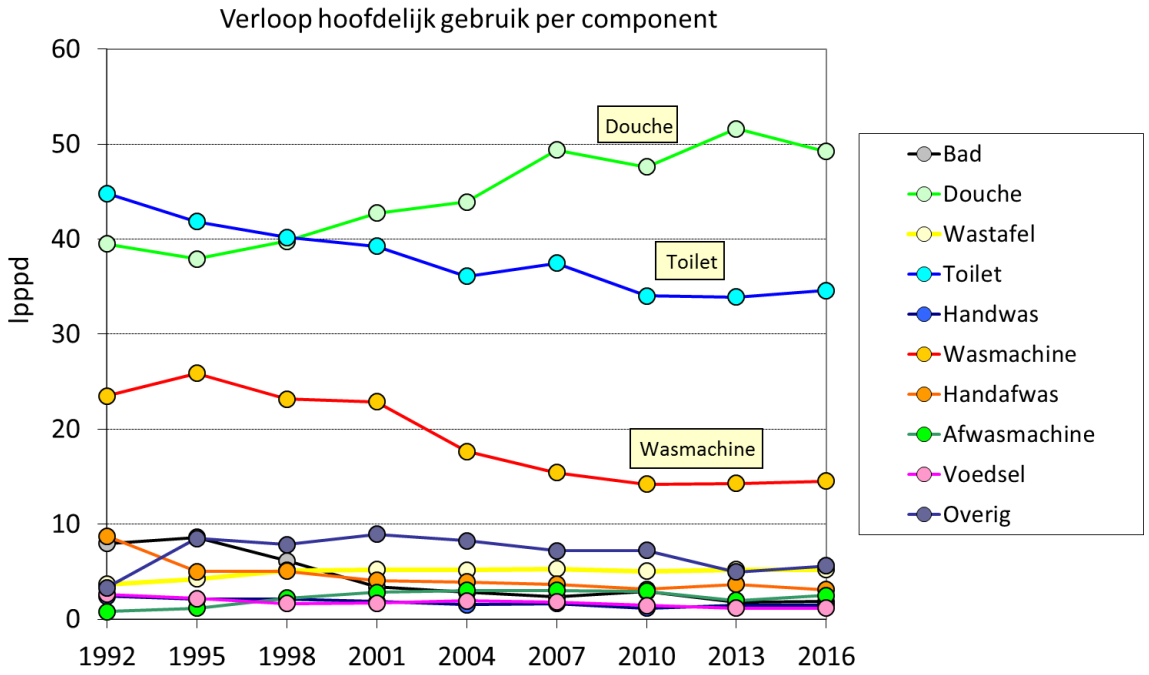
Om tot onderbouwde instellingen te kunnen komen van het causale model voor het opstellen van de prognoses, zijn de ontwikkelingen beoordeeld van de huishoudelijke gebruikscomponenten. De op basis van de resultaten van de enquêtes *Watergebruik Thuis* met het causale model berekende hoofdelijke gebruiken van de tien huishoudelijke componenten zijn per enquêtejaar vermeld in tabel 4.1 en tevens weergegeven in figuur 4.6.[7]

Tabel 4.1: Verloop van de tien huishoudelijke gebruikscomponenten, zoals met het causale model berekend uit resultaten van de driejaarlijkse enquêtes Watergebruik Thuis. Voor 2016 zijn de aangepaste enquêteresultaten (zie § 4.3.2) ingevoerd in het model.

Component	1992	1995	1998	2001	2004	2007	2010	2013	2016
Bad	8,0	8,6	6,1	3,4	2,8	2,3	2,9	1,8	1,8
Douche	39,5	37,9	39,8	42,8	43,9	49,4	47,6	51,6	49,2
Wastafel	3,7	4,2	5,1	5,2	5,2	5,3	5,1	5,2	5,2
Toilet	44,8	41,8	40,2	39,3	36,1	37,5	34,0	33,9	34,6
Handwas	2,4	2,1	2,1	1,9	1,5	1,7	1,1	1,5	1,5
Wasmachine	23,5	25,9	23,2	22,9	17,7	15,4	14,2	14,3	14,5
Handafwas	8,8	5,0	5,0	4,1	3,9	3,7	3,1	3,7	3,1
Afwasmachine	0,8	1,2	2,2	2,8	3,0	3,0	3,0	2,0	2,5
Voedsel	2,6	2,2	1,6	1,7	1,9	1,8	1,4	1,2	1,2
Overig	3,3	8,5	7,8	9,0	8,3	7,2	7,3	5,0	5,6
Totaal	**137,3**	**137,4**	**133,3**	**132,9**	**124,4**	**127,3**	**119,8**	**120,1**	**119,3**

[7] Deze gebruiken kunnen enigszins afwijken van die gerapporteerd bij de enquêtes, ondermeer doordat het causale model uitgaat van het jaargemiddelde aantal inwoners per leeftijdsklasse, terwijl de enquêteberekening uitgaat van het aantal op 1 januari.

Figuur 4.6: Verloop van de tien huishoudelijke gebruikscomponenten, zoals met het causale model berekend uit resultaten van de driejaarlijkse enquêtes Watergebruik Thuis. Voor 2016 zijn de aangepaste enquêteresultaten (zie § 4.3.2) ingevoerd in het model.



Uit tabel 4.1 en figuur 4.6 vallen de volgende ontwikkelingen op:

- Het watergebruik door baden is vanaf 1995 sterk afgenomen, maar inmiddels wat stabieler – Er wordt minder vaak een bad genomen, vermoedelijk doordat men het baden te lang vindt duren en dan vaker voor douchen kiest. Verder is de presentiegraad van het bad ook afgenomen.
- Het watergebruik door douchen stabiliseert, na een langdurige toename – Jongeren zijn intensiever gaan douchen en een steeds groter deel van de bevolking is opgegroeid met douches. De toename werd deels ook veroorzaakt door de substitutie van baden door douchen (zie boven) en door de toename van het aandeel niet-westerse allochtonen. Deze douchen namelijk meer en langer dan autochtonen.
- Het watergebruik door toiletspoelen is afgenomen – Dit komt door het groeiende aandeel van zuinigere toiletten en de toenemende invoering van spoelonderbrekers.
- Het watergebruik door kleding wassen met de wasmachine is afgenomen – De presentie van wasmachines kan sinds 1998 nauwelijks meer verder toenemen - vrijwel elk huishouden heeft inmiddels een wasmachine - en nieuwe wasmachines zijn steeds zuiniger.
- Het watergebruik door afwassen met de hand is afgenomen – Dit komt door de voortgaande presentie van de afwasmachine.
- Het watergebruik door afwassen met de afwasmachine is tot 2004 toegenomen, ondanks het zuiniger worden van de machines – Dit kwam vooral door de toenemende presentie van afwasmachines en aanvankelijk ook een toenemende gebruiksfrequentie. Vanaf 2004 is het gebruik min of meer stabiel, doordat het effect van de toenemende presentie wordt gecompenseerd door het zuiniger worden van de afwasmachines.

Voortbordurend op de waargenomen ontwikkelingen van de drie bepalende factoren (presentie, gedrag en capaciteit) van elke component is met het causale model eerst de basisprognose opgesteld van het hoofdelijk huishoudelijk gebruik. Dit is de prognose die momenteel het meest aan-

nemelijk is te achten (zie ook § 2.2.1). Bij het instellen van het causale model voor de basisprognose is de volgende strategie gehanteerd:

1) indien beschikbaar is gebruik gemaakt van gedetailleerde inzichten in de verwachte ontwikkelingen van presentiegraad, gedrag en capaciteit van elke gebruikscomponent;
2) anders is voortgeborduurd op de ontwikkelingen van deze factoren en hun resultante, het gebruik, zoals die herleid konden worden uit detailresultaten van de enquêtes *Watergebruik Thuis*, die vanaf 1992 driejaarlijks zijn uitgevoerd (en zoals die ook deels zijn gepresenteerd in tabel 4.1 en figuur 4.6).

In bijlage 1 zijn de specifieke veronderstellingen van de basisprognose per gebruikscomponent toegelicht.

Onder- en bovengrens van de prognose

De onder- en bovengrens van de prognose omvatten denkbare variaties op de basisprognose, waarbij aanpassingen in het causale model zijn aangebracht voor wat betreft de technische waterbesparing, zoals hieronder toegelicht.

De waterbesparing op het aan huishoudelijke activiteiten gerelateerde watergebruik doet zich in Nederland sinds 1990 duidelijk merkbaar gelden, vooral dankzij technische voorzieningen, zoals zuinigere toiletspoelingen en zuinigere wasmachines. Deze technische waterbesparing zal ook bijna autonoom blijven toenemen, niet alleen doordat de presentiegraad van deze voorzieningen zal stijgen (door vervanging, nieuwbouw en renovatie), maar ook doordat de voorzieningen nóg zuiniger zullen worden. Maar aangezien de snelheid van de ontwikkeling niet goed is te voorspellen, zullen we daarvoor drie mogelijkheden uitwerken, namelijk: 1) een beredeneerde extrapolatie van de tot nu toe geconstateerde ontwikkeling (de basisprognose, zie ook bijlage 1), 2) een versnelde ontwikkeling (de ondergrens) en 3) een langzamere ontwikkeling (de bovengrens). Dit leidt tot verschillen in de instellingen van de volgende vijf onderdelen van het causale model.

i. *Capaciteit van de douche* – Volgens de basisprognose blijft de gemiddelde capaciteit van de gewone douchekop op 8,0 l/min en die van de waterbesparende douchekop op 7,4 l/min. Aangezien nóg zuiniger douchekoppen vermoedelijk oncomfortabel worden gaat ook de ondergrens uit van deze capaciteiten. De bovengrens houdt rekening met een stijgend aandeel van de zogenaamde *comfortdouches*. Dit zijn luxe douchecabines met meerdere sproeikoppen op verschillende hoogten, leidend tot een capaciteit van 14,4 l/min. Momenteel zijn de comfortdouches nog slechts beperkt aanwezig (presentiegraad in 2016 is 5%). De basisprognose gaat uit van een toename tot 7% in 2030. De bovengrens gaat er van uit dat het aandeel comfortdouches toeneemt tot 8% in 2025 en 10% in 2030. En de ondergrens gaat uit van een stabilisatie op het niveau van 2016 (5%).

ii. *Presentiegraad van spoelonderbrekers van het toilet* – Volgens de basisprognose neemt deze presentiegraad bij de gewone gemiddelde vervangingssnelheid van toiletten toe van 81% in 2016 tot 92% in 2030. De bovengrens gaat uit van een tragere toename, tot 83% in 2030. En de ondergrens gaat uit van een snellere toename, tot 97% in 2030.

iii. *Capaciteit van de toiletspoeling* – Volgens de basisprognose neemt de gemiddelde capaciteit van de toiletspoeling af van 7,7 l/keer in 2016 tot 7,3 l/keer in 2030. De bovengrens gaat uit van een geringere daling van de gemiddelde capaciteit, namelijk tot 7,6 l/keer in 2030. De uitwer-

king van de ondergrens houdt rekening met een versnelde vervanging van oude toiletpotten en tevens een zodanige invoering van extra zuinige toiletten (zoals het Gustavsberg-toilet, of het vacuüm-toilet), dat de gemiddelde capaciteit van de toiletspoeling terugloopt tot 6 l/keer in 2030.

iv. *Capaciteit van de wasmachine* - Volgens de basisprognose neemt de gemiddelde capaciteit van de wasmachine nog maar weinig af, namelijk van 53,9 l/keer in 2016 tot 51,3 l/keer in 2030. De technische limiet van waterbesparing lijkt daar namelijk al dicht genaderd. De bovengrens van de prognose gaat uit van een stabilisatie. De uitwerking van de ondergrens gaat uit van een dusdanige technische oplossing, dat het wasmiddel met nóg minder water uit de textiel kan worden gewassen. De gemiddelde capaciteit neemt daardoor af tot 50,0 l/keer in 2025 en 48,0 l/keer in 2030.

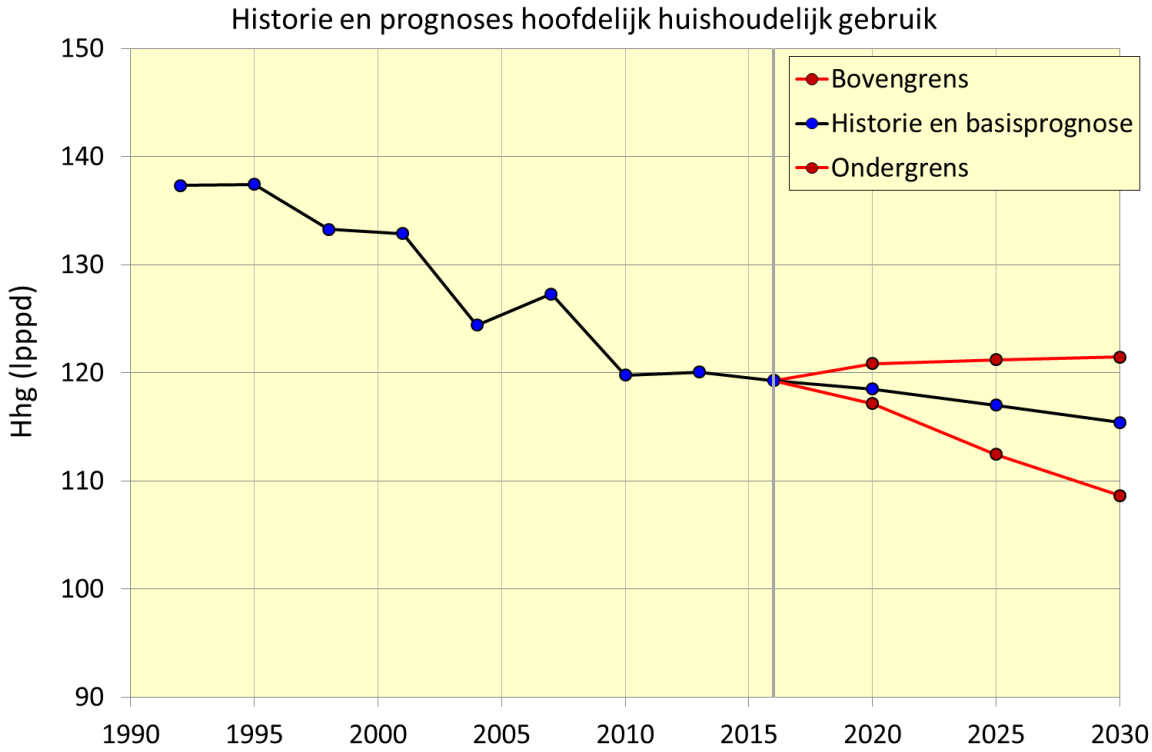
v. *Capaciteit van de afwasmachine* – Doordat het bestand aan afwasmachines in Nederland al zeer modern en zuinig is, neemt hun gemiddelde capaciteit volgens de basisprognose nog maar nauwelijks af, namelijk van 13,2 l/keer in 2016 tot 12,4 l/keer in 2030. De bovengrens van de prognose gaat uit van een stabilisatie. De ondergrens houdt rekening met een teruggang van de capaciteit tot 12 l/keer in 2025 en 11 l/keer in 2030.

De toepassing van het causale model met deze instellingen leidt tot de in tabel 4.2 weergegeven prognoses van het hoofdelijk huishoudelijk gebruik volgens de drie uitwerkingen. Bij deze modellering is ook rekening gehouden met de ontwikkeling van de leeftijdsopbouw volgens het betreffende CBS-scenario (zie daarvoor bijlage 1). De resultaten zijn ook weergegeven in figuur 4.7.

Tabel 4.2: Ontwikkeling van het hoofdelijk huishoudelijk gebruik (lpppd) en prognoses volgens drie uitwerkingen, met voor de ondergrens een versnelde en voor de bovengrens een langzamere invoering van de technische waterbesparing. Alle waarden zijn bepaald met het causale model.

Jaar	**Historie**		
1992	137,3		
1995	137,4		
1998	133,3		
2001	132,9		
2004	124,4		
2007	127,3		
2010	119,8		
2013	120,1		
2016	119,3		
	Ondergrens	**Basis**	**Bovengrens**
2020	117,1	118,5	120,8
2025	112,5	117,0	121,2
2030	108,7	115,4	121,4

Figuur 4.7: Ontwikkeling van het hoofdelijk huishoudelijk gebruik en prognoses daarvan volgens drie uitwerkingen.



Gedragsverandering

De ondergrens houdt rekening met een versnelde invoering van technische waterbesparing door verschillende mogelijke ontwikkelingen. Het is overigens de vraag in hoeverre dit naast technische waterbesparing ook besparing door gedragsverandering zal inhouden, aangezien het gebruiksgedrag vermoedelijk slechts weinig verandert bij een verandering van de drinkwaterprijs. Bij een eerdere landelijke prognosestudie is een verkenning uitgevoerd van het besparingspotentieel, voor de hypothetische situatie dat de huishoudelijke klant daadwerkelijk reageert met een gedragsverandering op een prijsprikkel [Baggelaar en Geudens, 2005]. Dat potentieel bleek ongeveer 10% te zijn van het hoofdelijk huishoudelijk gebruik. Maar het is niet aan te geven in hoeverre dat potentieel daadwerkelijk zal worden benut als er een prijsprikkel optreedt. De hier door ons berekende ondergrens – vermeld in tabel 4.2 - houdt nog geen rekening met een eventuele waterbesparing door gedragsverandering.

4.4 Resulterende prognoses huishoudelijk gebruik

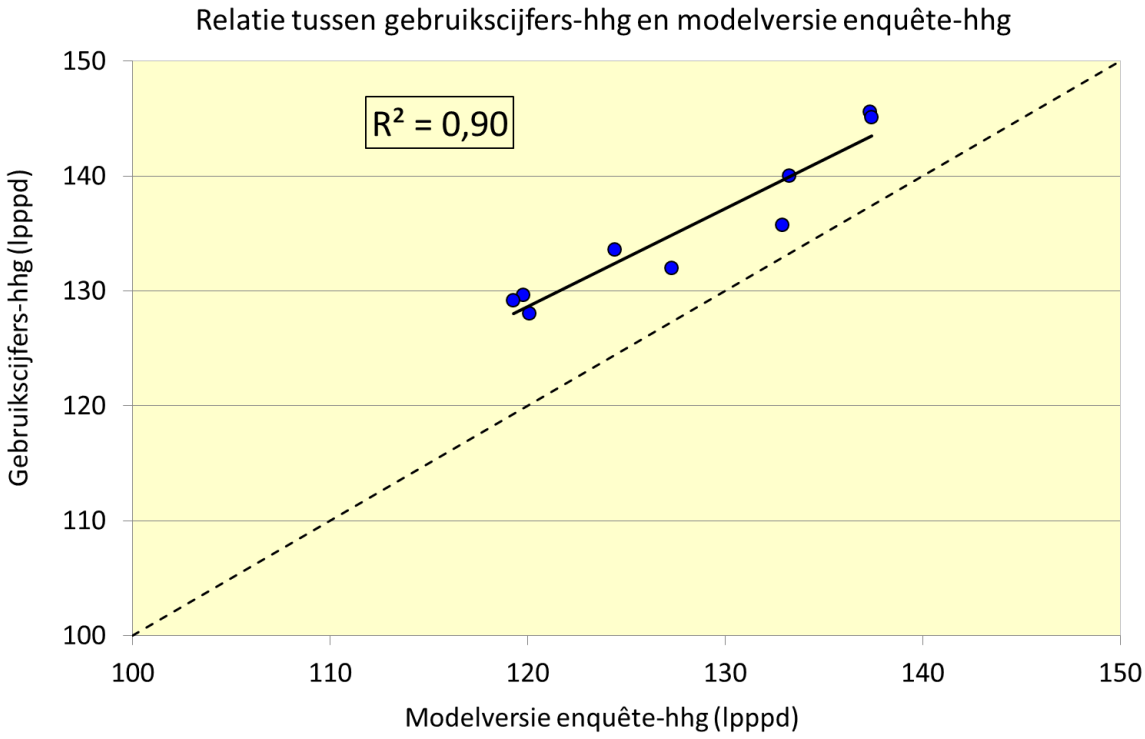
Om tot prognoses te komen van het huishoudelijk gebruik resteren de volgende stappen:

(1) Opschalen van de met het causaal model voorspelde ontwikkelingen van het hoofdelijk huishoudelijk gebruik naar het hoofdelijk huishoudelijk gebruik dat aansluit op de landelijke gebruikscijfers.

(2) Stochastisch combineren van de prognoses van het hoofdelijk huishoudelijk gebruik met de prognoses van het aantal inwoners.

ad (1) We zagen eerder (§ 4.1.2) dat het hoofdelijk huishoudelijk gebruik dat aansluit op de landelijke gebruikscijfers systematisch hoger is dan het hoofdelijk huishoudelijk gebruik dat volgt uit de enquête *Watergebruik Thuis*. De met het causaal model voorspelde ontwikkeling moet daarom eerst worden opgeschaald. Daartoe is een model afgeleid voor de relatie tussen het hoofdelijk huishoudelijk gebruik dat aansluit op de landelijke gebruikscijfers en het hoofdelijk huishoudelijk gebruik dat volgt uit het causaal model (zie figuur 4.8).

Figuur 4.8: Spreidingsdiagram van het hoofdelijk huishoudelijk gebruik dat aansluit op de landelijke gebruikscijfers en het hoofdelijk huishoudelijk gebruik dat volgt uit het causaal model (hier aangeduid als modelversie enquête-hhg), evenals het lineaire regressiemodel voor hun relatie. De gestippelde diagonaal geeft het model weer dat zou opgaan als de twee variabelen gelijk zijn.



Het model verklaart 90% van de variantie van het hoofdelijk huishoudelijk gebruik dat aansluit op de landelijke gebruikscijfers. Met dit model is de met het causale model voorspelde ontwikkeling opgeschaald naar de ontwikkeling van het hoofdelijk huishoudelijk gebruik dat aansluit op de landelijke gebruikscijfers.

ad 2) De aldus opgeschaalde prognoses van het hoofdelijk huishoudelijk gebruik zijn met de volgende stappen stochastisch gecombineerd met de prognoses van het aantal inwoners om tot prognoses te komen van het huishoudelijk gebruik:

i. genereer per prognosejaar (2020, 2025 en 2030) zowel voor het aantal inwoners als voor het hoofdelijk huishoudelijk gebruik een lijst met één miljoen aselecte trekkingen uit een driehoeksverdeling waarvan de modus gelijk is aan de meest waarschijnlijke prognose, het maximum gelijk is aan de bovengrens en het minimum gelijk is aan de ondergrens van die variabele (zie het voorbeeld in figuur 2.2);
ii. plaats de twee lijsten verticaal naast elkaar en bereken per rij een voorspelling van het huishoudelijk gebruik, als product van het voorspelde aantal inwoners en het voorspelde hoofdelijk huishoudelijk gebruik;
iii. bepaal uit de hieruit resulterende lijst met één miljoen voorspellingen van het huishoudelijk gebruik de meest waarschijnlijke prognose en bijbehorende prognosegrenzen als de modus, het 99-percentiel en het 1-percentiel van de één miljoen voorspellingen.

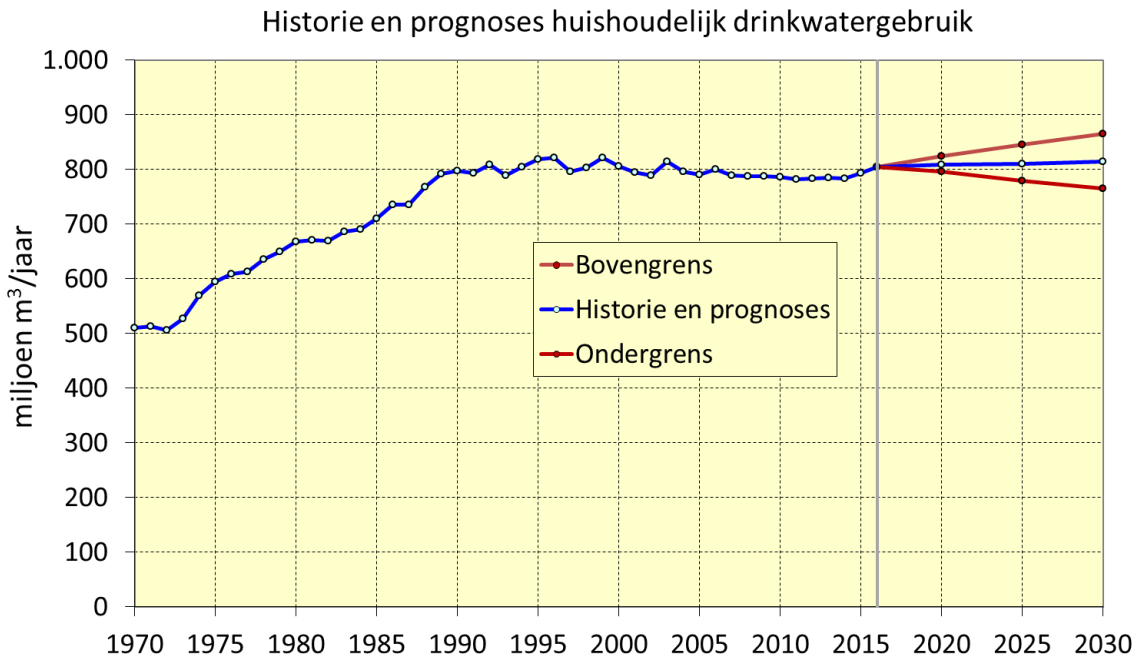
De uiteindelijke resultaten zijn vermeld in tabel 4.3, voor elk van de drie uitwerkingen. Deze prognoses zijn tevens weergegeven in figuur 4.9, evenals historische realisaties.

Tabel 4.3: Prognoses van het huishoudelijk gebruik (miljoen m^3), volgens drie uitwerkingen. Tevens zijn de realisaties van 2008 t/m 2016 vermeld (Vewin-Drinkwaterstatistieken).

Jaar	Gebruik (miljoen m^3/jaar) Historie		
2008	788		
2009	788		
2010	786		
2011	782		
2012	783		
2013	785		
2014	783		
2015	794		
2016	805		
	Ondergrens	**Basis**	**Bovengrens**
2020	796	809	825
2025	780	811	846
2030	766	814	865

Volgens de basisprognose zal het huishoudelijk gebruik toenemen van 805 miljoen m^3 in 2016 tot 814 miljoen m^3 in 2030. Volgens de ondergrens kan het afnemen tot 766 miljoen m^3 in 2030 en volgens de bovengrens kan het toenemen tot 865 miljoen m^3 in 2030.

Figuur 4.9: Voorspelde ontwikkeling van het huishoudelijk gebruik volgens drie uitwerkingen. Tevens zijn de realisaties van 1970 t/m 2016 weergegeven (Vewin-Drinkwaterstatistieken en CBS [2012]).



© Icastat

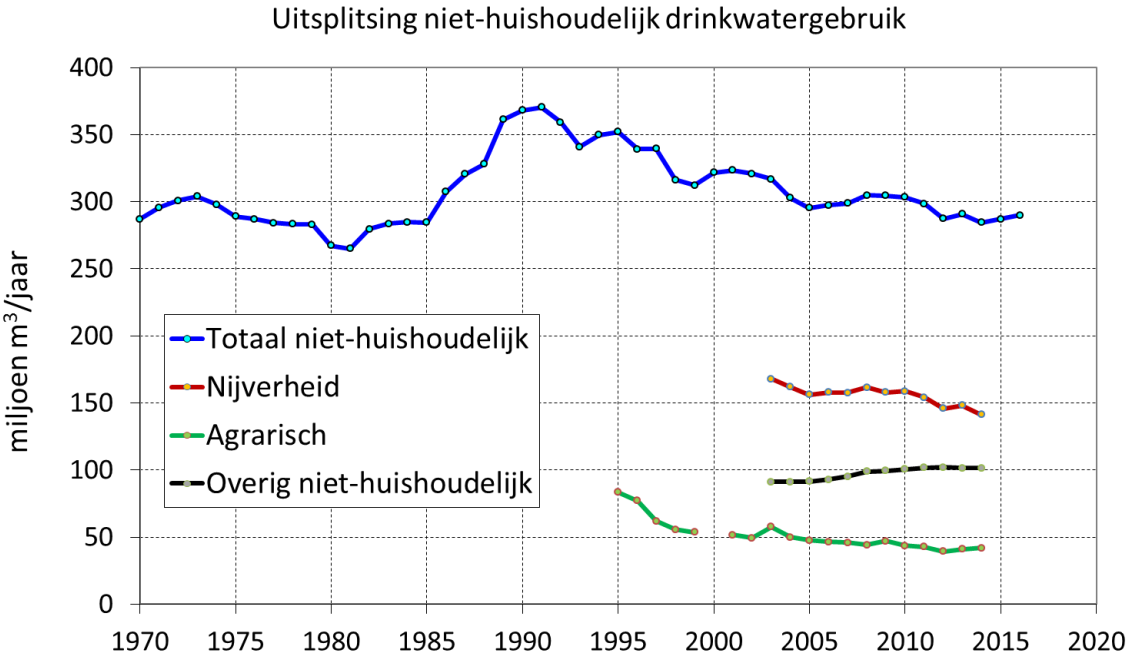
5 Prognoses niet-huishoudelijk drinkwatergebruik

In dit hoofdstuk stellen we de prognoses op van het niet-huishoudelijk gebruik, waarbij het is opgesplitst in drie gebruikssegmenten met verschillende achtergronden en invloedsfactoren, namelijk het gebruik door de Nijverheid (§ 5.2), het agrarisch gebruik (§ 5.3) en het overig niet-huishoudelijk gebruik (§ 5.4). De resulterende prognoses zijn vermeld in § 5.5. Maar eerst beschouwen we in § 5.1 de ontwikkeling en samenstelling van het niet-huishoudelijk gebruik.

5.1 Ontwikkeling en samenstelling niet-huishoudelijk drinkwatergebruik

Het niet-huishoudelijk gebruik bedroeg in 2016 290 miljoen m^3 en vormde daarmee 25,0% van het totale drinkwatergebruik. Het is zeer heterogeen van samenstelling en bestaat uit het gebruik door industrie, detailhandel, landbouw, horeca, zorg, overheid, recreatie en diensten. Om een uitsplitsing van het gebruik naar homogenere segmenten te kunnen krijgen, is gebruik gemaakt van de jaarlijkse ramingen van het watergebruik per bedrijfstak, die het CBS tot dusver heeft verzameld over de periode 2003 t/m 2014, aangevuld met gegevens over het agrarisch drinkwatergebruik vanaf 1995, afkomstig van het LEI (Landbouweconomisch Instituut). Figuur 5.1 toont het niet-huishoudelijk gebruik van 1970 t/m 2016 en zijn uitsplitsing naar: 1) het gebruik door de Nijverheid (gebruik van de bedrijfstakken B: Delfstoffenwinning, C: Industrie, D: Energievoorziening, E: Waterbedrijven en afvalbeheer en F: Bouwnijverheid), 2) het agrarisch gebruik en 3) het overig niet-huishoudelijk gebruik.

Figuur 5.1: Het niet-huishoudelijk gebruik van 1970 t/m 2016 en zijn uitsplitsing naar het gebruik door de Nijverheid (2003 t/m 2014), het agrarisch gebruik (1995 t/m 2014, exclusief 2000) en het overig niet-huishoudelijk gebruik (2003 t/m 2014).



Het niet-huishoudelijk gebruik heeft sinds 1970 een wisselend beeld laten zien, met duidelijke keerpunten rond 1980 en 1990 (zie figuur 5.1). De eerste 11 jaar is het licht gedaald, van 287

miljoen m^3 in 1970 tot 265 miljoen m^3 in 1981, terwijl het de daaropvolgende 10 jaar weer sterk is gestegen, tot 370 miljoen m^3 in 1991. Daarna is een voortgaande daling ingezet, met daarop gesuperponeerd kleine schommelingen, inmiddels tot 290 miljoen m^3 in 2016. Daarmee is het gebruiksniveau weer vrijwel terug op dat van 1970.
De eerste daling, van 1970 tot 1981, was waarschijnlijk een reactie op de invoering van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater (1969) die de industrieën aanzette tot een efficiënter watergebruik. De daling vanaf 1991 zal zijn veroorzaakt door oplopende waterkosten, leidend tot watervlucht naar eigen winningen en door de introductie van efficiëntere waterbesparende technieken, waardoor de autonome gebruiksgroei door economische groei meer dan gecompenseerd werd. Verder is ook in toenemende mate overgegaan op ander water (niet-drinkwater).

5.2 Prognoses drinkwatergebruik Nijverheid

Het drinkwatergebruik door de Nijverheid omvat het gebruik door de bedrijfstakken B: Delfstoffenwinning, C: Industrie, D: Energievoorziening, E: Waterbedrijven en afvalbeheer en F: Bouwnijverheid. In 2014 bedroeg dit gebruik 141,3 miljoen m^3, wat neerkomt op 12,5% van het totale drinkwatergebruik in dat jaar. In tabel 5.1 is aangegeven hoe dit gebruik in 2014 was verdeeld over de economische activiteiten. Tevens is per activiteit de hoeveelheid eigen grondwaterwinning in 2014 vermeld.

We mogen veronderstellen dat het gebruik door de Nijverheid wordt beïnvloed door economische ontwikkelingen. Daarnaast zal het worden beïnvloed door grootschalige waterbesparing (zoals door hergebruik dankzij membraantechnologie) en door substitutie (vervanging van drinkwater door een andere watersoort of andersom).

Omdat er enig inzicht is in de oorzakelijke verbanden tussen het gebruik door de Nijverheid en zijn verklarende factoren, wordt de prognose opgesteld met een combinatie van een causale en een beredeneerde aanpak. Daarbij wordt onderscheid gemaakt naar economische activiteit. De achtergronden van het drinkwatergebruik kunnen namelijk verschillen per economische activiteit en daarmee verschilt ook de verwachte ontwikkeling van de drinkwaterbehoefte per economische activiteit.

Tabel 5.1: Drinkwatergebruik door de Nijverheid, per economische activiteit. De vijf grootste bijdragen zijn blauw gekleurd. Tevens is per activiteit de hoeveelheid eigen grondwaterwinning in 2014 vermeld.

Nijverheid SBI-code en economische activiteit	Drinkwater 2014 (miljoen m^3/j)	 (%)	Eigen grw-winning (miljoen m^3/j)
06-09 Delfstoffenwinning (B)	2,4	1,7%	0,0
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	57,4	**40,6%**	54,4
13-15 Textiel-, kleding-, lederindustrie	1,5	1,1%	1,9
16 Houtindustrie	0,2	0,1%	0,1
17 Papierindustrie	5,8	**4,1%**	13,8
18 Grafische industrie	0,6	0,4%	0,3
19 Aardolie-industrie	10,3	**7,3%**	0,1
20 Chemische industrie	29,6	**21,0%**	14,7
21 Farmaceutische industrie	5,6	**4,0%**	5,1
22 Rubber- en kunststofproductindustrie	3,3	2,3%	14,4
23 Bouwmaterialenindustrie	2,9	2,0%	5,6
24 Basismetaalindustrie	1,3	0,9%	17,3
25 Metaalproductenindustrie	1,4	1,0%	0,4
26 Elektrotechnische industrie	4,0	2,8%	4,3
27 Elektrische apparatenindustrie	0,5	0,3%	0,0
28 Machine-industrie	3,0	2,1%	0,8
29 Auto- en aanhangwagenindustrie	1,5	1,0%	0,1
30 Overige transportmiddelenindustrie	1,2	0,9%	0,1
31-32 Overige industrie	0,6	0,4%	0,2
33 Reparatie en installatie van machines	0,1	0,0%	0,1
35 Energievoorziening	3,1	2,2%	4,0
36 Waterleidingbedrijven	0,2	0,2%	
37-39 Afvalbeheer	2,2	1,6%	1,3
41-43 Bouwnijverheid	2,5	1,8%	
Totaal	**141,3**	**100,0%**	**139,2**

Economische groei

De mutaties van de watervraag ten gevolge van de economische groei zijn berekend op basis van voorspellingen van de economische groei (groei van het volume van de toegevoegde waarde). Daarbij is afgegaan op de geschetste ontwikkelingen in de WLO2015-studie [CPB en PBL, 2015]. Die studie onderscheidt de scenario's Hoog en Laag (zie ook § 8.2) en geeft voor beide scenario's economische groeivoorspellingen per economische activiteit t/m 2030 (en 2050). We zullen de groeicijfers voor de scenario's Hoog en Laag hier gebruiken als bovengrens en ondergrens van de groei en hun gemiddelde als de basisprognose. De groeivoorspellingen zijn vermeld in tabel 5.2, met onderscheid naar de economische activiteit.

Tabel 5.2: Groeivoorspellingen volume toegevoegde waarde voor de WLO2015-scenario's Hoog en Laag [CPB en PBL, 2015]. Het gemiddelde gebruiken we voor onze basisprognose, Hoog voor de bovengrens en Laag voor de ondergrens.

Nijverheid	Jaarlijkse ec. groei 2015-2030		
SBI-code en economische activiteit	Basis	Hoog	Laag
06-09 Delfstoffenwinning (B)	-2,9%	-2,3%	-3,4%
10-12 Voedings-, genotmiddelenindustrie	1,5%	2,0%	0,9%
19 Aardolie-industrie	1,3%	1,9%	0,7%
20-22 Chemie en rubberindustrie	1,6%	2,4%	0,7%
24 Basismetaalindustrie	0,5%	1,0%	0,0%
35-39 Nutsbedrijven	1,4%	1,7%	1,0%
41-43 Bouwnijverheid	0,6%	1,2%	0,0%
13-18, 23, 25-33 Overige industrie	1,6%	1,9%	1,2%

We gaan ervan uit dat de groei van het watergebruik minder zal zijn dan de economische groei, ondermeer doordat het werk met steeds minder mensen zal worden gedaan. We nemen aan dat de procentuele groei van het drinkwatergebruik in de Nijverheid gelijk is aan 90% van de procentuele economische groei. Dit houdt nog geen rekening met het effect van technologische vooruitgang (waterbesparende apparatuur, kringloopsluiting) en het effect van mogelijke substitutie van drinkwater door ander water, of vice versa. Hiervoor wordt namelijk separaat gecorrigeerd (zie hierna).

Toekomstige ontwikkeling waterbesparing en substitutie

Belangrijke aandrijvers van waterbesparing en substitutie zijn kostenbesparing en maatschappelijk ondernemen (duurzaamheid/imago). Zowel bij de overheid als in het bedrijfsleven zien we een versterkt streven naar een circulaire economie. Door zuiniger wordende productieapparatuur zal het proceswatergebruik verder afnemen. Bepaalde processen hebben zelfs helemaal geen water meer nodig, bijvoorbeeld omdat wordt gekoeld met lucht in plaats van met water. Daarnaast nemen de technologische mogelijkheden voor recycling en kringloopsluiting toe. Zo ontwikkelt de membraantechnologie zich steeds verder en wordt deze steeds goedkoper. En er dienen zich ook nieuwe zuiveringstechnologieën aan, zoals '*eutectic freeze crystalisation*'. Ook is nog veel winst te behalen door technieken als '*water pinch analysis*' (een systematische methode voor vermindering van watergebruik) en cascadering (restwater van een bedrijf of proces wordt gebruikt voor een ander bedrijf of proces).

De Nederlandse drinkwaterbedrijven leveren goed en betrouwbaar drinkwater. Uit kwaliteitsoogpunt is er voor de klant geen reden om over te schakelen op substituten (tenzij een specifieke waterkwaliteit nodig is, zoals bijvoorbeeld demiwater). Sinds de vorige landelijke prognosestudie is het volumetrisch tarief van drinkwater verder gedaald (de kosten die per m^3 drinkwater in rekening worden gebracht, naast het vaste capaciteitstarief). De financiële prikkel om drinkwater te vervangen door substituten is daardoor kleiner geworden.

Al met al is onze verwachting dat de waterbesparing in de Nijverheid zich door bovengenoemde ontwikkelingen zal doorzetten, maar dat substitutie van drinkwater door eigen winningen nog maar weinig zal plaatsvinden. We denken wel dat enige substitutie zal blijven plaatsvinden door ander water 'op maat' (veelal afgezet door dochter- en zusterondernemingen van de drinkwaterbedrijven).

Onze uitwerkingen van de basisprognose en de ondergrens gaan uit van waterbesparing en substitutie van drinkwater door ander water. Voor de uitwerking van de bovengrens van de prognose wordt ook uitgegaan van enige waterbesparing, maar tevens van substitutie van eigen winningen door drinkwater. Het beheren van een eigen winning is namelijk minder aantrekkelijk geworden, vanwege de volgende ontwikkelingen:

- het volumetrisch tarief van drinkwater is lager geworden;
- aan een eigen winning voor direct of indirect (voedingsmiddelenindustrie) menselijk gebruik worden - net als voor drinkwater - strenge kwaliteitseisen gesteld, die ook flinke kosten met zich meebrengen;
- de drukte in de ondergrond (warmte-koude opslag, aardwarmte, discussie schaliegas, etc.) levert in toenemende mate risico's op voor de kwaliteit van het grondwater;
- de verzilting neemt toe in Nederland.

Daarom is de verwachting dat bedrijven vanuit kwaliteitsoverwegingen eerder geneigd zullen zijn om over te stappen van een eigen winning naar inkoop van drinkwater. Het drinkwaterbedrijf kan de bedrijven op dit vlak ontzorgen. De substitutie door drinkwater van de in tabel 5.1 vermelde hoeveelheden door de Nijverheid gewonnen zoet grondwater wordt voor de bovengrens geschat op 2,9% in 2020, 5,7% in 2025 en 8,6% in 2030.

De toekomstige percentages waterbesparing en substitutie zijn geraamd in overleg met enkele deskundigen op die gebieden.[8] Aangezien de scheidslijn tussen waterbesparing en substitutie niet altijd duidelijk is te trekken – dit is bijvoorbeeld het geval bij recycling - is er voor gekozen om per economische activiteit en prognosejaar alleen het gecombineerde percentage waterbesparing en subsitutie te ramen. In tabel 5.3 is per economische activiteit het gecombineerde effect van waterbesparing en substitutie op de watervraag in 2030 ten opzichte van die in 2015 vermeld. De ramingen zijn zowel vermeld voor de basisprognose, als voor de onder- en bovengrens.

Tabel 5.3: Het gecombineerde effect van waterbesparing en substitutie op de watervraag in 2030 ten opzichte van die in 2015, zoals geraamd in overleg met enkele deskundigen.

Economische activiteit	Combinatie waterbesparing en substitutie 2030 tov 2015		
	Og	Basis	Bg [1)]
Delfstoffenwinning	-8,7%	-7,0%	-4,0%
Elektriciteitsbedrijven	-8,7%	-7,0%	-4,0%
Industrie:			
Voedings- en genotmiddelenindustrie	-17,1%	-13,7%	-10,2%
Papier- en grafische industrie	-26,5%	-21,2%	-12,2%
Aardolie-industrie	-31,4%	-25,1%	-14,5%
Chemische, rubber- en kunststofindustrie	-29,7%	-23,8%	-13,7%
Basismetaal-, metaalproducten- en machineindustrie	-22,2%	-17,7%	-10,2%
Overige industrie	-8,7%	-7,0%	-4,0%
Overige economische activiteiten	-12,2%	-9,8%	-5,6%

1) Uitwerking bovengrens houdt verder nog rekening met enige substitutie van zelf gewonnen (zoet) grondwater door drinkwater (zie toelichting in tekst)

[8] Middels interviews uitgevoerd door Peter Geudens, in april, mei en juni 2017.

Waterstofeconomie

In het kader van de energietransitie wordt ondermeer gedacht aan een economie waarin waterstof naast elektriciteit een dominante energiedrager wordt. Voor de productie ervan is ultrapuur water nodig. Dit water wordt met (elektrische) energie gesplitst in waterstof en zuurstof (electrolyse). Voor een deel zal het ultrapuur water worden bereid uit drinkwater. KWR heeft geraamd dat dit op de lange termijn kan leiden tot een toename van de drinkwaterconsumptie met 2,2% [KWR, 2017]. Met deze mogelijke ontwikkeling is in onze prognose tot 2030 nog geen rekening gehouden.

Afleiden prognoses

Ten slotte zijn de prognoses afgeleid met de volgende stappen:

1. Per economische activiteit extrapoleren van het drinkwatergebruik in 2014 naar 2015, door middel van de ratio van het grootzakelijk gebruik[9] van beide jaren (verstrekt door de Vewin). Omdat het grootzakelijk gebruik over die jaren nauwelijks is veranderd, bedroeg deze ratio vrijwel 1 (0,998).
2. Uitgaande van het drinkwatergebruik in 2015 per economische activiteit verdisconteren van de effecten van economische groei, waterbesparing en substitutie, met behulp van de waarden vermeld in de tabellen 5.2 en 5.3.

De hieruit resulterende prognoses van het drinkwatergebruik door de Nijverheid zijn vermeld in tabel 5.4.

Tabel 5.4: Prognoses van het drinkwatergebruik door de Nijverheid (miljoen m^3), volgens drie uitwerkingen. Tevens zijn de realisaties van 2006 t/m 2014 vermeld (CBS).

Jaar	Gebruik (miljoen m^3/jaar) Historie		
2006	158		
2007	158		
2008	162		
2009	158		
2010	159		
2011	154		
2012	146		
2013	148		
2014	141		
	Ondergrens	**Basis**	**Bovengrens**
2020	136	142	153
2025	130	142	164
2030	124	141	176

Volgens de basisprognose zal het jaargebruik door de Nijverheid tot 2030 nauwelijks wijzigen ten opzichte van 2014 en circa 141 miljoen m^3 blijven bedragen. Volgens de ondergrens kan het afnemen tot 124 miljoen m^3 in 2030, terwijl het volgens de bovengrens kan toenemen tot 176 miljoen m^3. Het onzekerheidsinterval voor 2030 is daarmee groot, namelijk 52 miljoen m^3.

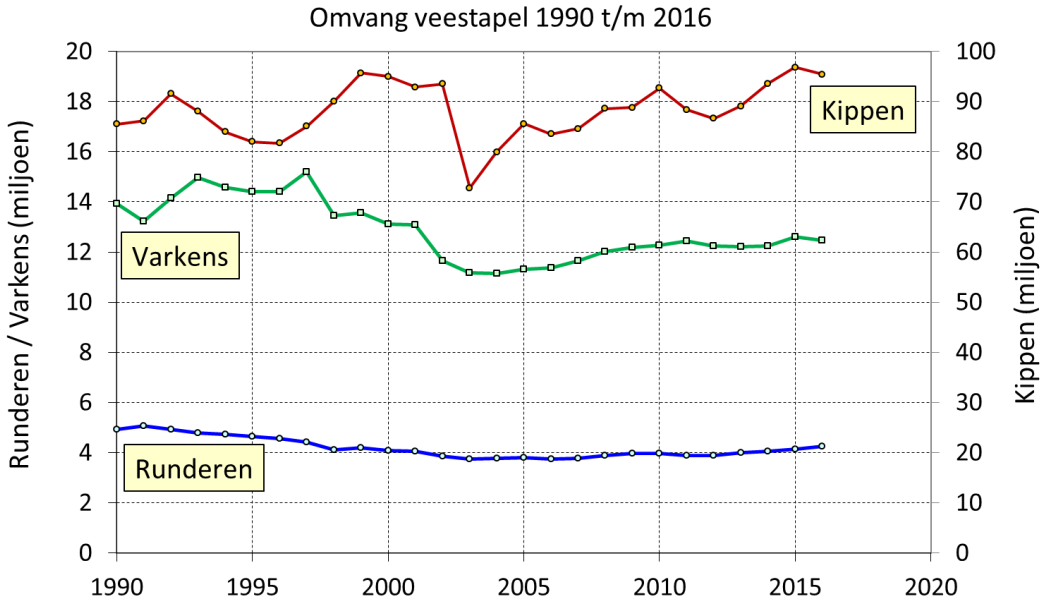
[9] Het grootzakelijk gebruik is het totale drinkwatergebruik van alle niet-huishoudelijke aansluitingen die meer dan 10.000 m^3/jaar gebruiken.

5.3 Prognoses agrarisch drinkwatergebruik

In 2014 bedroeg het agrarisch gebruik 41,9 miljoen m^3, wat neerkomt op 3,7% van het totale drinkwatergebruik in dat jaar.

Het agrarisch gebruik is vooral in de tweede helft van de jaren negentig sterk teruggelopen, van 84 miljoen m^3 in 1995 tot 54 miljoen m^3 in 1999, maar daarna werd de afname veel geleidelijker (zie figuur 5.1). De aanvankelijk sterke afname kwam niet alleen door het teruglopen van het aantal runderen en varkens (zie figuur 5.2), maar ook doordat vanaf ongeveer 1994 een groot aantal agrariërs is overgegaan op eigen grondwaterwinningen, voornamelijk voor veedrenking. Dit laatste als reactie op het instellen van de grondwaterbelasting.

Figuur 5.2: Ontwikkeling van het aantal runderen, varkens en kippen in Nederland van 1990 t/m 2016, gebaseerd op de jaarlijkse Landbouwtellingen van het CBS. Data afkomstig van Statline (CBS).



Toekomstige ontwikkeling omvang veestapel

De ontwikkeling van de omvang van de Nederlandse veestapel wordt vooral bepaald door markt-ontwikkelingen en door regelgeving. In 2015 zijn twee wettelijke begrenzingen voor de omvang van de veestapel weggevallen, namelijk het Europese melkquotum en het Nederlandse stelsel van productierechten voor varkens en pluimvee. De nieuwe Melkveewet beoogt de dreiging van ongeremde groei nog enigszins te beperken, door boeren te verplichten de groei van de mestproductie op een grondgebonden wijze plaats te laten vinden. Dit impliceert dat alle mest die extra wordt geproduceerd op de een of andere manier gekoppeld moet zijn aan het bezit van extra grond.

Uit een verkenning blijkt dat prognoses van de invloeden van deze besluiten op de omvang van de veestapel nogal variëren. Dit komt omdat er meerdere ontwikkelingen denkbaar zijn. Zo kan de afschaffing van de productiebegrenzing leiden tot een verandering in de structuur van de veehouderij, bijvoorbeeld als de economisch sterkere melkveehouderij de varkenshouderij verdringt op de mestmarkt of als megabedrijven de kleinere gezinsbedrijven verdringen. Verdere punten van belang zijn de volgende [PBL, 2015]:

- De afschaffing van het melkquotum biedt naast kansen, ook risico's voor melkveebedrijven. De melkveehouders krijgen namelijk te maken met meer variabele inkomsten door meer fluctuerende melkprijzen en bij aanhoudende lage melkprijzen ook een risico op faillissement.
- Hoewel Nederland tot de snelle groeiers behoort, groeit de melkproductie ook in andere lidstaten van de EU. De mogelijkheden om de productie te verhogen binnen de eisen van de gemeenschappelijk Europese milieu- en natuurrichtlijnen zijn in de grote oude lidstaten (Frankrijk, UK en Duitsland) en nieuwe lidstaten (Polen, Roemenië) veel groter dan in Nederland. Het is daarom denkbaar dat op de langere termijn het concurrentievoordeel van Nederland verdwijnt en productie van bulkzuivel voor de wereldmarkt minder interessant wordt.

Ontwikkelingen eigen waterwinning door agrariërs

We kunnen er van uitgaan dat het grootste deel van de agrariërs voor wie het vluchten naar een eigen grondwaterwinning rendabel én mogelijk is, inmiddels van die gelegenheid gebruik heeft gemaakt. Maar er zijn twee tegengestelde ontwikkelingen die het aandeel van het agrarisch watergebruik dat wordt geleverd door de drinkwaterbedrijven kunnen beïnvloeden:

1. Schaalvergroting van agrarische bedrijven, door strengere milieuregelgeving, internationale concurrentie en de zogenaamde *reconstructie*. Door deze schaalvergroting zullen nieuwe bedrijven de grens passeren waarboven een eigen winning financieel interessant wordt. Die grens hangt af van de drinkwaterprijs en de kosten van een eigen watervoorziening en ligt momenteel vermoedelijk bij 2.500 à 3.000 m^3/jaar (geraamd op basis van methode vermeld in [Baggelaar et al., 1997]).
2. De terugkeer van agrariërs met eigen grondwaterwinningen als klant, ondermeer door een toenemende behoefte aan water van een constante en goede kwaliteit, met minder risico's (mede om het antibioticagebruik te reduceren) en door het kiezen voor ontzorging (uitbesteding). Ook zijn er drinkwaterbedrijven die zich inspannen om agrariërs als klant terug te krijgen.

Resulterende prognoses agrarisch gebruik

Uit bovenstaande beschouwingen blijkt dat de komende ontwikkelingsrichtingen van de twee bepalende factoren van het agrarisch gebruik – omvang veestapel en eigen waterwinning - nog nauwelijks zijn te voorspellen. Daarmee is evenmin hun resultante (de ontwikkelingsrichting van het agrarisch gebruik) te voorspellen. Voor de basisprognose gaan we er daarom van uit dat het agrarisch gebruik t/m 2030 op het huidige niveau blijft. Voor de ondergrens gaan we er van uit dat het gebruik in 2030 20% lager is en voor de bovengrens dat het 20% hoger is. Deze tempo's sluiten aan op de veranderingssnelheid van de afgelopen 15 jaar. De hieruit resulterende prognoses van het agrarisch drinkwatergebruik zijn vermeld in tabel 5.5.

Tabel 5.5: Prognoses van het agrarisch drinkwatergebruik (miljoen m^3), volgens drie uitwerkingen. Tevens zijn de realisaties van 2006 t/m 2014 vermeld (CBS).

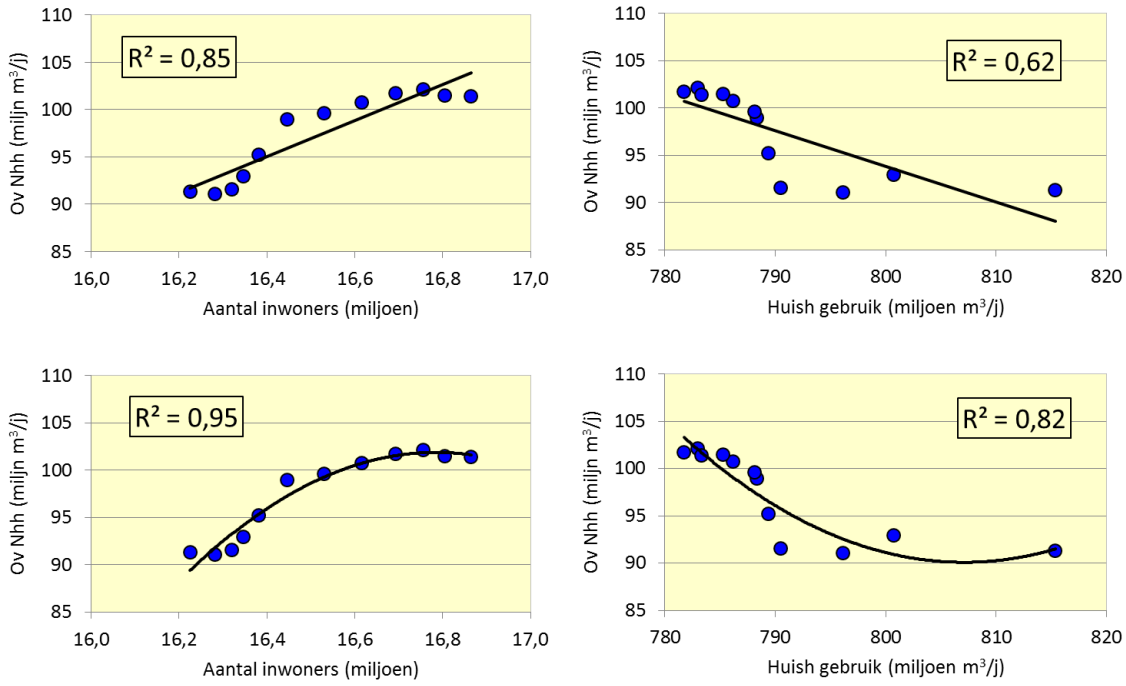
Jaar	Historie		
2006	47		
2007	46		
2008	44		
2009	47		
2010	44		
2011	43		
2012	39		
2013	41		
2014	42		
	Ondergrens	**Basis**	**Bovengrens**
2020	38	42	45
2025	35	42	48
2030	33	42	50

5.4 Prognoses overig niet-huishoudelijk drinkwatergebruik

Het overig niet-huishoudelijk gebruik omvat het drinkwatergebruik door de resterende bedrijfstakken, zijnde G-I: Handel, vervoer en horeca, J: Informatie en communicatie, K: Financiële dienstverlening, L: Verhuur en handel van onroerend goed, M-N: Zakelijke dienstverlening, O-Q: Overheid en zorg en R-U: Cultuur, recreatie, overige diensten. In 2014 bedroeg dit gebruik 101,4 miljoen m^3, wat neerkomt op 9,0% van het totale drinkwatergebruik in dat jaar.

Gezien de dienstverlenende aard van deze bedrijfstakken zijn we nagegaan of er relaties bestaan tussen dit gebruik, het aantal inwoners en het huishoudelijk gebruik. Daarbij zijn de pasvormen van verschillende mogelijke relatievormen beschouwd, waaronder een lineaire, een logaritmische, een exponentiële en verschillende polynome vormen. Daaruit bleek dat de relatie met het aantal inwoners het sterkst is en op het eerste gezicht ook logisch (positieve relatie, zie figuur 5.3). Blijkbaar is de invloed van het aantal inwoners op dat gebruik relevanter dan die van het huishoudelijk gebruik (het product van het aantal inwoners en het hoofdelijk huishoudelijk gebruik).

Figuur 5.3: Spreidingsdiagrammen van het overig niet-huishoudelijk drinkwatergebruik versus het aantal inwoners (links) en versus het huishoudelijk gebruik (rechts). In de twee figuren boven is het lineair regressiemodel weergegeven van de relatie (zwarte lijn) en in de twee figuren onder is het 2e-graads-polynoommodel weergegeven. In elke figuur is het percentage door het model verklaarde variantie van het overig niet-huishoudelijk gebruik vermeld (R^2), als maat voor de pasvorm.



Omdat uit de twee linkerfiguren van figuur 5.3 blijkt dat de statistische relatie met het aantal inwoners sterk is en het ook aannemelijk is dat deze een causale achtergrond heeft, ligt het voor de hand deze te gebruiken om prognoses op te stellen van het overig niet-huishoudelijk gebruik. Zoals blijkt uit figuur 5.3 geeft de 2e-graads-polynoom voor de historische data weliswaar een betere pasvorm dan het lineaire regressiemodel, maar zal bij modelextrapolatie met de toekomstige hogere inwonersaantallen een daling van het overig niet-huishoudelijk gebruik voorspellen. Het is echter aannemelijker dat dit gebruik op één of ander manier toeneemt met het aantal inwoners. Het lineaire regressiemodel sluit beter aan op die aanname, maar lijkt het toekomstig gebruik te

overschatten, doordat de recente afvlakking niet wordt verdisconteerd. Als tussenweg stellen we daarom de prognoses op met de volgende aanpak:

i. bepaal voor elk van de drie prognosejaren (2020, 2025 en 2030) het overig niet-huishoudelijk gebruik, met het lineaire regressiemodel dat de relatie tussen dit gebruik en het aantal inwoners beschrijft (het model weergegeven in de deelfiguur linksboven van figuur 5.3), door de prognoses en prognosegrenzen van het aantal inwoners in dat model in te voeren;
ii. middel elk resultaat met het gemiddelde van de laatste vier beschikbare realisaties van het overig niet-huishoudelijk gebruik (van 2011 t/m 2014), zijnde 101,7 miljoen m^3/jaar.

De resultaten zijn vermeld in tabel 5.6.

Tabel 5.6: Prognoses van het overig niet-huishoudelijk gebruik (miljoen m^3), volgens drie uitwerkingen. Tevens zijn de realisaties van 2006 t/m 2014 vermeld (CBS).

Jaar	**Historie**		
2006	93		
2007	95		
2008	99		
2009	100		
2010	101		
2011	102		
2012	102		
2013	102		
2014	101		
	Ondergrens	**Basis**	**Bovengrens**
2020	105	108	110
2025	105	110	116
2030	105	112	122

Volgens de basisprognose zal dit gebruik toenemen van 101 miljoen m^3 in 2014 tot 112 miljoen m^3 in 2030. Volgens de ondergrens kan het toenemen tot 105 miljoen m^3 in 2030 en volgens de bovengrens kan het toenemen tot 122 miljoen m^3 in 2030. De grenzen volgen uit de prognosegrenzen van het aantal inwoners.

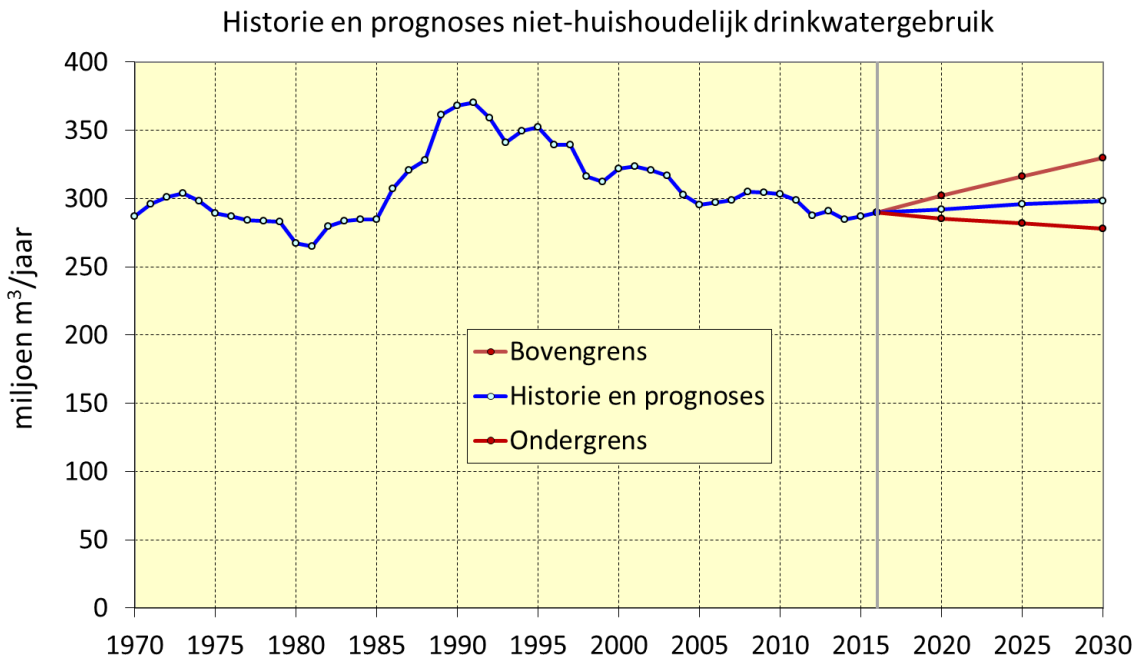
5.5 Resulterende prognoses niet-huishoudelijk drinkwatergebruik

Ten slotte zijn de prognoses van het gebruik door Nijverheid, het agrarisch gebruik en het overig niet-huishoudelijk gebruik stochastisch samengevoegd tot prognoses van het niet-huishoudelijk drinkwatergebruik. De resultaten zijn vermeld in tabel 5.7 en weergegeven in figuur 5.4.

Tabel 5.7: Prognoses van het niet-huishoudelijk gebruik (miljoen m^3), volgens drie uitwerkingen. Tevens zijn de realisaties van 2008 t/m 2016 vermeld (Vewin-Drinkwaterstatistieken).

Jaar	Historie		
2008	305		
2009	305		
2010	303		
2011	299		
2012	287		
2013	291		
2014	285		
2015	287		
2016	290		
	Ondergrens	**Basis**	**Bovengrens**
2020	285	292	302
2025	282	296	316
2030	278	298	330

Figuur 5.4: Prognoses van het niet-huishoudelijk gebruik (miljoen m^3), volgens drie uitwerkingen. Tevens zijn de realisaties van 1970 t/m 2016 weergegeven (Vewin-Drinkwaterstatistieken en CBS [2012]).



Volgens de basisprognose zal het niet-huishoudelijk gebruik licht toenemen van 290 miljoen m^3 in 2016 tot 298 miljoen m^3 in 2030. Volgens de ondergrens kan het afnemen tot 278 miljoen m^3 in 2030 en volgens de bovengrens kan het toenemen tot 330 miljoen m^3 in 2030.

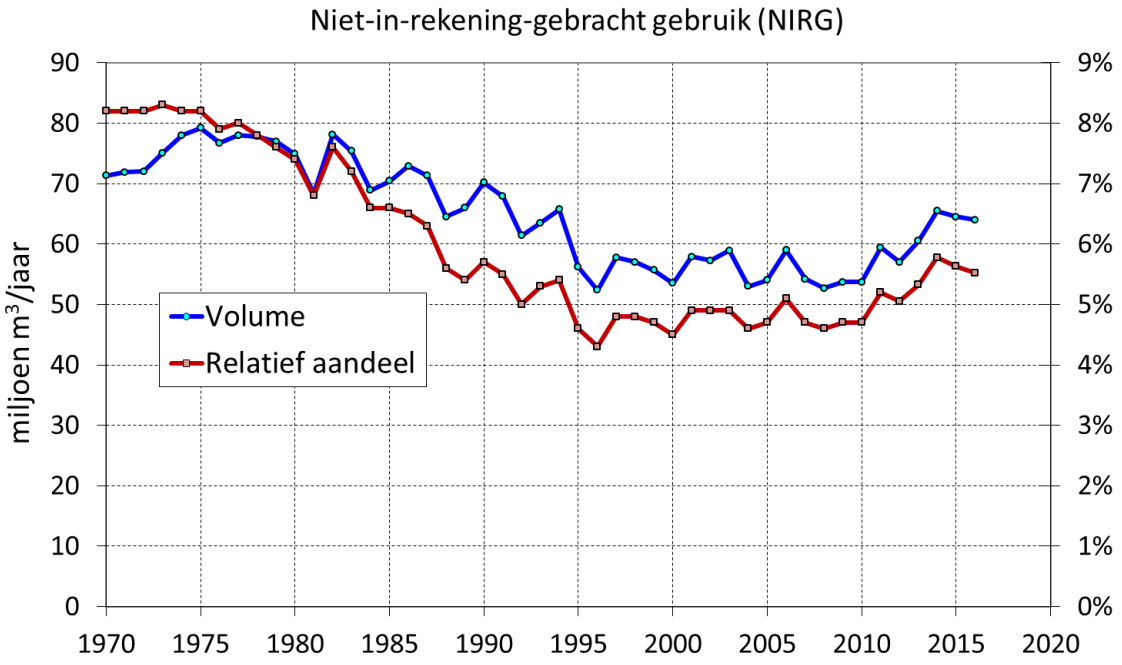
6 Prognoses niet-in-rekening-gebracht gebruik (NIRG)

6.1 Ontwikkeling NIRG

Het niet-in rekening-gebracht gebruik, hier kortweg aangeduid als het NIRG, is het verschil tussen de hoeveelheid in het leidingnet afgeleverde drinkwater en de hoeveelheid drinkwater die met klanten is verrekend (som van het huishoudelijk en het niet-huishoudelijk gebruik).

Het NIRG schommelde van 1970 t/m 1987 tussen 70 en 80 miljoen m^3, om daarna zigzaggend af te nemen tot 52 miljoen m^3 in 1996, waarna het t/m 2013 schommelde tussen 52 en 60 miljoen m^3 (zie figuur 6.1). In 2014, 2015 en 2016 kwam het met respectievelijk 65, 64 en 64 miljoen m^3 echter weer ruim boven 60 miljoen m^3. Het percentage NIRG is over de beschouwde periode eerst geleidelijk teruggelopen, van 8,2% in 1970 tot het minimum van 4,3% in 1996. Daarna bewoog het t/m 2010 rond de 4,7 à 4,8%, maar daarna is er sprake van een geleidelijke toename, met recente niveaus van 5,8% (2014), 5,6% (2015) en 5,5% (2016). Door deze stijging zijn we weer terug op het niveau van het eind van de jaren tachtig.

Figuur 6.1: Verloop van het NIRG, van 1970 t/m 2016, zowel uitgedrukt in miljoen m^3 (blauw, linkeras), als in percentage van het in het leidingnet afgeleverde drinkwater (rood, rechteras). Bronnen: Vewin-Drinkwaterstatistieken en [CBS, 2012].



De aanvankelijke en langdurige daling t/m 1996 is mogelijk mede veroorzaakt door toegenomen inspanningen van de waterbedrijven om het NIRG terug te brengen. Het zal echter detailstudies bij elk van de Nederlandse drinkwaterbedrijven vergen om te kunnen vaststellen waarom het NIRG na 1996 eerst is gestabiliseerd en daarna gestegen. De ontwikkeling van het NIRG zal namelijk behalve door maatregelen van het drinkwaterbedrijf ook worden bepaald door veranderingen in: i) de samenstelling en leeftijdsverdeling van zowel het leidingnet als het watermeterpark, ii) de omvang van niet-geregistreerde leveringen en illegale aftappingen en iii) de zuiverheid en precisie van het algoritme om het NIRG te bepalen.

Om tot onderbouwde prognoses van de toekomstige ontwikkeling van het NIRG te kunnen komen, is niet alleen kennis nodig van de huidige situatie van die factoren, maar ook van hun toekomstige situatie. Die kennis is echter vooralsnog niet beschikbaar, zodat we moeten volstaan met beredeneerde ramingen van de toekomstige ontwikkelingen, zoals uitgewerkt in § 6.2.

6.2 Prognosemethode NIRG

Bij het opstellen van de vorige landelijke prognose van het drinkwatergebruik [Baggelaar en Geudens, 2008] was er al ruim tien jaar sprake van een stabilisering van het NIRG rond de 4,8%. Dit leidde toen tot de basisprognose dat het NIRG nog maar weinig zou afnemen, namelijk tot 4,7% in 2015 en tot 4,6% in 2025. Voor de ondergrens werd uitgegaan van een afname tot 4,6% in 2015 en 4,4% in 2025 en voor de bovengrens van een stabilisering op het gemiddelde niveau van de jaren 1997 t/m 2007, namelijk 4,8%. Toen is dus niet voorzien dat het niveau in 2016, na slechts acht jaar, relevant zou zijn gestegen. Het is daarom zaak minstens rekening te houden met de ontwikkelingssnelheden die in het verleden zijn opgetreden.

Uit de ontwikkelingen van het NIRG (weergegeven in figuur 6.1) leren we dat het landelijke NIRG over een periode van 14 jaar – gelijk aan onze prognosehorizon - meer dan een vol procentpunt kan variëren (zoals 1,1% daling van 1990 t/m 2004 en 1,3% stijging van 2000 t/m 2014). Bij gebrek aan kennis over de achtergronden van deze ontwikkelingen, moeten we er bij het opstellen van de prognoses rekening mee houden dat dergelijke dynamiek ook in de toekomst kan optreden. Dit leidt dan tot de in tabel 6.1 vermelde prognoses van het NIRG.

Tabel 6.1: Prognoses van het NIRG, als percentage van het totale drinkwatergebruik. Tevens zijn de realisaties van 2008 t/m 2016 vermeld (Vewin-Drinkwaterstatistieken).

Jaar	**Historie**		
2008	4,6%		
2009	4,7%		
2010	4,7%		
2011	5,2%		
2012	5,1%		
2013	5,3%		
2014	5,8%		
2015	5,6%		
2016	5,5%		
	Ondergrens	**Basis**	**Bovengrens**
2020	5,2%	5,5%	5,8%
2025	4,8%	5,5%	6,2%
2030	4,4%	5,5%	6,6%

7 Resulterende prognoses landelijk drinkwatergebruik

Ten slotte zijn de prognoses van het huishoudelijk gebruik, het gebruik door de Nijverheid, het agrarisch gebruik, het overig niet-huishoudelijk gebruik en het NIRG stochastisch samengevoegd tot prognoses van het totale drinkwatergebruik in Nederland. Dit stochastisch samenvoegen omvatte de volgende stappen:

i. genereer per prognosejaar (2020, 2025 en 2030) voor elk van de deelgebruiken een lijst met één miljoen aselecte trekkingen uit een driehoeksverdeling waarvan de modus gelijk is aan de meest waarschijnlijke prognose, het maximum gelijk is aan de bovengrens en het minimum gelijk is aan de ondergrens van die variabele (zie het voorbeeld in figuur 2.2). Gebruik bij het afleiden van het huishoudelijk gebruik en het overig niet-huishoudelijk gebruik dezelfde lijst met één miljoen aselecte trekkingen van het aantal inwoners;

ii. plaats de lijsten van de deelgebruiken verticaal naast elkaar en bereken per rij een voorspelling van het totale gebruik, als som van de voorspellingen van de deelgebruiken;

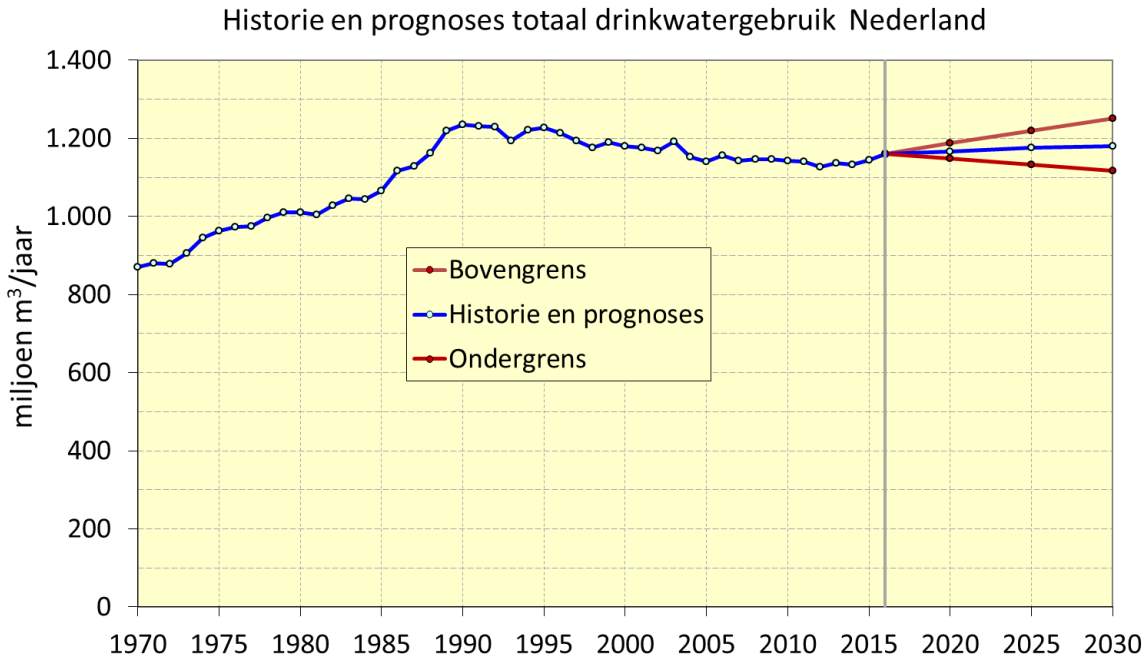
iii. bepaal uit de hieruit resulterende lijst met één miljoen voorspellingen van het totale gebruik de meest waarschijnlijke prognose en bijbehorende prognosegrenzen als de modus, het 99-percentiel en het 1-percentiel van de één miljoen voorspellingen.

De resultaten zijn vermeld in tabel 7.1 en weergegeven in figuur 7.1.

Tabel 7.1: Prognoses van het totale drinkwatergebruik in Nederland (miljoen m^3), volgens drie uitwerkingen. Tevens zijn de realisaties van 2008 t/m 2016 vermeld (Vewin-Drinkwaterstatistieken).

Jaar	Gebruik (miljoen m^3/jaar) Historie		
2008	1.146		
2009	1.146		
2010	1.143		
2011	1.140		
2012	1.127		
2013	1.137		
2014	1.133		
2015	1.145		
2016	1.159		
	Ondergrens	**Basis**	**Bovengrens**
2020	1.148	1.167	1.188
2025	1.132	1.176	1.220
2030	1.116	1.180	1.250

Figuur 7.1: Prognoses van het totale drinkwatergebruik in Nederland (miljoen m^3), volgens drie uitwerkingen. Tevens zijn de realisaties van 1970 t/m 2016 weergegeven (Vewin-Drinkwaterstatistieken).



Volgens de basisprognose zal het drinkwatergebruik in Nederland enigszins toenemen van 1.159 miljoen m^3 in 2016 tot 1.180 miljoen m^3 in 2030. Volgens de ondergrens kan het afnemen tot 1.116 miljoen m^3 in 2030 en volgens de bovengrens kan het toenemen tot 1.250 miljoen m^3 in 2030.

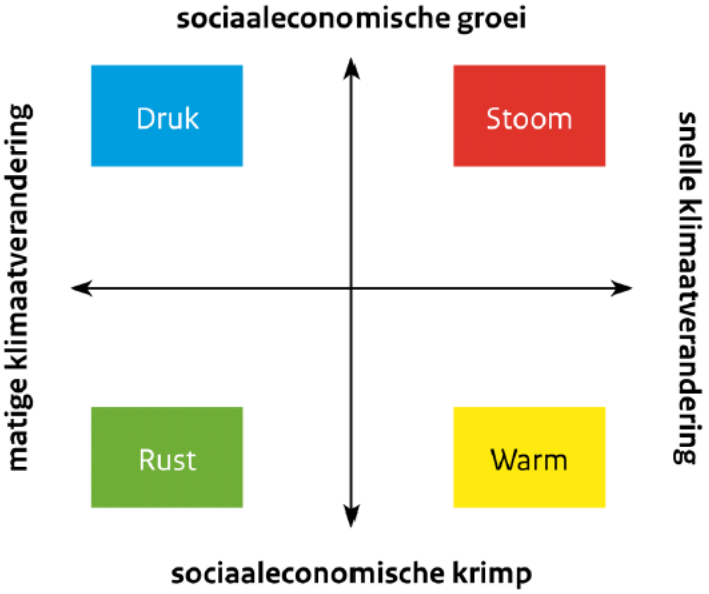
8 Enkele scenario's drinkwatergebruik 2050

Dit hoofdstuk beschrijft enkele scenario's voor het drinkwatergebruik in 2050. Het gaat daarbij om het in beeld brengen van het gebruik bij een niet ondenkbare, geheel nieuwe situatie, wat neerkomt op een 'wat-als'-analyse.

8.1 Drinkwatergebruik volgens de Deltascenario's

In een samenwerkingsverband van Deltares, CPB, PBL, KNMI en LEI Wageningen UR zijn in 2013 vier scenario's voor 2050 en 2100 uitgewerkt, bedoeld om Nederland voor te bereiden op de gevolgen van klimaatverandering. De scenario's verschillen in de twee drijvende krachten die hun realisatie bepalen, namelijk de sociaaleconomische ontwikkeling en de mate van klimaatverandering (zie figuur 8.1).

Figuur 8.1: De posities van de vier Deltascenario's in het assenstelsel van de twee drijvende krachten [Deltares, 2013].



De kenmerken van de vier scenario's zijn:

- *Druk*: resultaat van matige klimaatverandering en sterke groei van economie en bevolking;
- *Stoom*: resultaat van snelle klimaatverandering en sterke groei van economie en bevolking;
- *Rust*: resultaat van matige klimaatverandering en lage groei van economie en bevolking;
- *Warm*: resultaat van snelle klimaatverandering en lage groei van economie en bevolking.

Het rapport beschrijft voor elk van de vier Deltascenario's ook het drinkwatergebruik in Nederland, voor de jaren 2050 en 2100 (zie onderstaand tekstkader).

De drinkwatergebruiken van de Deltascenario's voor 2050 zijn vermeld in tabel 8.1. Om ze te kunnen afzetten tegen de historische ontwikkelingen en onze prognoses, zijn ze ook weergegeven in figuur 8.3, aan het eind van dit hoofdstuk.

Voor het gebruik van **drinkwater** zien we enkele tegengestelde ontwikkelingen. Enerzijds neemt het waterverbruik af door verdere verbetering van de efficiëntie van huishoudelijke apparaten als wasmachines en toiletten. Anderzijds neemt het waterverbruik voor persoonlijke hygiëne (douchen) toe. In de scenario's DRUK en RUST zal de efficiëntie van apparaten verder toenemen. Door de stijgende temperaturen en langere droge periodes noteren we ook een toename van de watervraag voor tuinieren en recreatie rond huis. Persoonlijk watergebruik is overigens sterk cultuurgebonden. De hoge immigratie in DRUK en STOOM brengt een hoger watergebruik mee. Vergeleken met omringende landen en al helemaal ten opzichte van andere welvarende landen als Australië en de Verenigde Staten blijft het drinkwatergebruik in Nederland ook in de toekomst relatief laag.

Samengevat: in DRUK neemt het waterverbruik enigszins toe, in STOOM stijgt het verbruik veel meer, tot iets meer dan een verdubbeling in 2100. WARM is veel gematigder, met een gelijkblijvende watervraag en zelfs een afname in 2100. Ook in RUST neemt de watervraag af.

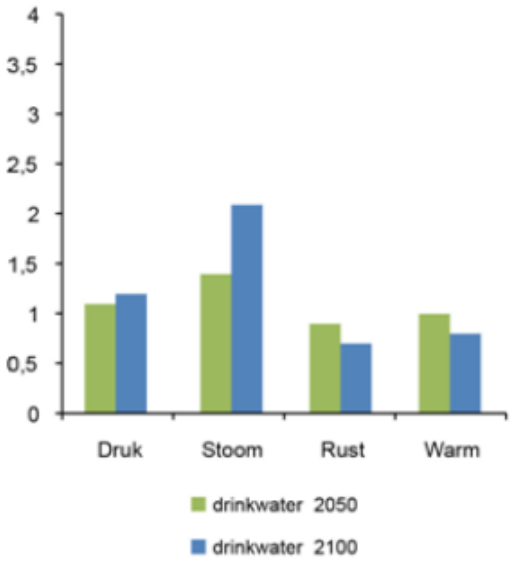


Fig. 2.8 Verandering van het drinkwatergebruik ten opzichte van de basisperiode 2008-2012, waarin het verbruik op 1 (100%) is gesteld.

Tabel 8.1: De drinkwatergebruiken in 2050, volgens de Deltascenario's. Ter vergelijking: het drinkwatergebruik in 2016 was 1.159 miljoen m^3. Alle gebruiken zijn inclusief NIRG.

Scenario	Gebruik miljn m^3/j
Druk	1.255
Stoom	1.597
Rust	912
Warm	1.141

© Icastat

Het Delta-scenario Stoom (snelle klimaatverandering en sterke groei van economie en bevolking) levert het hoogste drinkwatergebruik in 2050, namelijk circa 1.600 miljoen m^3/jaar, een toename van 38% ten opzichte van 2016. En het Delta-scenario Rust (matige klimaatverandering en lage groei van economie en bevolking) levert het laagste drinkwatergebruik in 2050, namelijk circa 912 miljoen m^3/jaar, een afname van 21% ten opzichte van 2016.

8.2 De WLO2015-scenario's

De WLO2015-scenario's dienen om beleidsbeslissingen over de fysieke leefomgeving te kunnen onderbouwen [PBL en CPB, 2015]. Het scenario *Hoog* combineert een relatief hoge bevolkingsgroei met een hoge economische groei van ongeveer 2% per jaar en het scenario *Laag* combineert een beperkte demografische ontwikkeling met een gematigde economische groei van ongeveer 1% per jaar. Voor beide scenario's zijn trends en toekomstige onzekerheden van zes thema's verkend die van belang zijn voor de fysieke leefomgeving, waarbij per thema ook de regionale spreiding in beeld is gebracht. De beschouwde thema's zijn: 1) bevolking, 2) macro-economie, 3) regionale ontwikkelingen en verstedelijking, 4) mobiliteit, 5) klimaat en energie en 6) landbouw. De toekomstschetsen betreffen de jaren 2030 en 2050.

De WLO2015-studie heeft zich niet gericht op toekomstschetsen van de drinkwatervoorziening en/of het drinkwatergebruik, omdat die niet bepalend zijn voor de fysieke leefomgeving en er ook niet door worden bepaald. Zijn twee scenario's bieden dan ook weinig houvast om toekomstbeelden van het drinkwatergebruik te kunnen schetsen. Wellicht kunnen zulke toekomstbeelden met de nodige creativiteit toch binnen het keurslijf van die scenario's worden geperst, maar dat kan niet zonder de scenario's specifieker te detailleren, vooral voor wat betreft het implementeren van technologische waterbesparing.
Om meer flexibiliteit te krijgen, geven wij er de voorkeur aan het drinkwatergebruik in 2050 voor een aantal scenario's uit te werken die geheel zijn afgestemd op de twee meest bepalend te achten invloedsfactoren van het drinkwatergebruik, namelijk het aantal inwoners en de mate van implementatie van technologische waterbesparing (zie § 8.3).

8.3 Scenario's implementatie technologische huishoudelijke waterbesparing

We hebben negen scenario's opgesteld voor het drinkwatergebruik in het jaar 2050, die bestaan uit combinaties van mogelijke ontwikkelingen van elk van de twee meest bepalend te achten invloedsfactoren van dat gebruik, namelijk:

i. het aantal inwoners en
ii. de mate van implementatie van technologische waterbesparing op het huishoudelijk gebruik.

ad i) Voor wat betreft het aantal inwoners in 2050 gaan we uit van de prognoses en bijbehorende grenzen van het prognose-interval, zoals opgesteld door het CBS in december 2016. Volgens deze prognose zijn er in 2050 18,1 miljoen inwoners in Nederland, maar vanwege de verre prognosehorizon is het prognose-interval aanzienlijk en loopt van 16,4 tot 20,1 miljoen inwoners.

ad ii) Voor wat betreft de mate van implementatie van technologische waterbesparing beschouwen onze scenario's alleen de waterbesparing op het huishoudelijk gebruik (dit omvat de bulk van het gebruik, momenteel circa 70%). Het niet-huishoudelijk gebruik en het percentage NIRG zijn op hetzelfde niveau gesteld als in 2016 (respectievelijk 290 miljoen m^3/j en 5,5%), zodat direct de impact van de combinatie van het aantal inwoners en de technologische waterbesparing kan worden beoordeeld.

We beschouwen in deze scenario-analyse het effect van drie mogelijke niveaus van technologische waterbesparing op het huishoudelijk gebruik. Ze zijn afkomstig van [Vreeburg, 2017] en betreffen waterbesparingsmogelijkheden op de drie momenteel grootste componenten van het huishoudelijk gebruik, namelijk de douche, de toiletspoeling en de wasmachine. De beschouwde besparingsmogelijkheden zijn ondermeer het gebruik van regenwater, circulatiedouches, extreem zuinige toiletten en waterloze wasmachines (op ozon). Afhankelijk van de combinatie van mogelijkheden kan dit het hoofdelijk huishoudelijk gebruik verminderen met 24, 36, of 76 lpppd (zie tabel 8.2).

Tabel 8.2: Kenmerken en besparingen van de drie scenario's technologische waterbesparing. De laatste kolom vermeldt het hoofdelijk huishoudelijk gebruik na toepassing van de besparing op een hoofdelijk huishoudelijk gebruik van 120 lpppd.

	Besparing				
Scenario	**Douche (lppd)**	**Toilet (lppd)**	**Wasmachine (lppd)**	**Totaal (lppd)**	**Gebruik (lppd)**
A		24		24	**96**
B		24	12	36	**84**
C	40	24	12	76	**44**
Toelichting A: Regenwater voor (zuiniger) toilet B: Als A, met tevens ozon-wasmachine C: Als B, met tevens circulatiedouche					

De drie in tabel 8.2 vermelde besparingshoeveelheden (voorlaatste kolom) gelden voor de samenstelling van het hoofdelijk huishoudelijk gebruik van 120 lpppd, zoals dat voor de afgelopen jaren is vastgesteld met de enquêtes *Watergebruik Thuis*. De besparingen resulteren in de hoofdelijke huishoudelijke gebruiken die zijn vermeld in de laatste kolom van tabel 8.2.

Om de in tabel 8.2 vermelde technologische besparingsmogelijkheden in perspectief te kunnen plaatsen, zijn ze als volgt verwerkt.

1. Eerst is elk van de drie na besparing resulterende hoofdelijke huishoudelijke gebruiken (laatste kolom) opgeschaald naar een hoofdelijk huishoudelijk gebruik dat kan worden vergeleken met de cijfers van de Vewin-Drinkwaterstatistieken, door bij elk van de drie 7,5 lpppd op te tellen. Dit is het over de periode 1992 t/m 2016 gemiddelde verschil tussen het hoofdelijk huishoudelijk gebruik dat volgt uit de Vewin-Drinkwaterstatistieken en het hoofdelijk huishoudelijk gebruik dat volgt uit de enquête *Watergebruik Thuis*[10]. De specifieke uitgangspunten voor deze exercitie zijn namelijk dat: i) het verschil komt doordat in de Vewin-Waterleidingstatistieken een deel van het niet-huishoudelijk gebruik bij het huishoudelijk gebruik terecht komt (zie ook § 4.1.2) en ii)

[10] Na aanpassing van het enquêteresultaat van 2016, zie daarvoor § 4.3.2.

het niet-huishoudelijk gebruik niet gerelateerd is aan het huishoudelijk gebruik (en tevens constant blijft, zie ook punt 3 hieronder).

2. Vervolgens is voor elk scenario het huishoudelijk gebruik bepaald als het product van het aantal inwoners van dat scenario en het hoofdelijk huishoudelijk gebruik van dat scenario.
3. Tenslotte is voor elk scenario het totaal gebruik bepaald als som van het huishoudelijk gebruik, het niet-huishoudelijk gebruik en het NIRG, waarbij het niet-huishoudelijk gebruik en het percentage NIRG op hetzelfde niveau zijn gesteld als in 2016 (respectievelijk 290 miljoen m^3/j en 5,5%). Dit laatste om de impact van de besparing op het huishoudelijk gebruik beter te kunnen beoordelen.

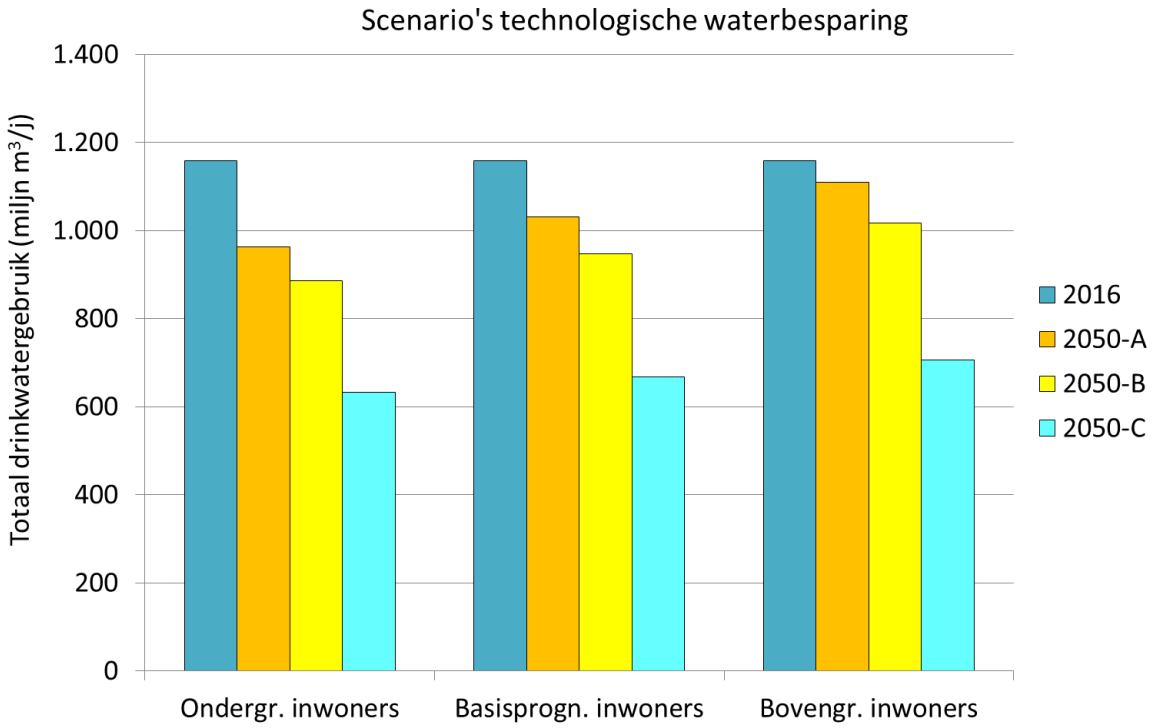
De resulterende drinkwatergebruiken in 2050 zijn vermeld in tabel 8.3. Ze zijn weergegeven in het staafdiagram van figuur 8.2 en om ze tevens te kunnen afzetten tegen de historische ontwikkelingen en onze prognoses zijn ze ook weergegeven in figuur 8.3.

Tabel 8.3: Drinkwatergebruiken in 2050, volgens negen scenario's, gekenmerkt door combinaties van aantal inwoners en technologische waterbesparing op het huishoudelijk gebruik. Ter vergelijking: het drinkwatergebruik in 2016 was 1.159 miljoen m^3 (inclusief NIRG).

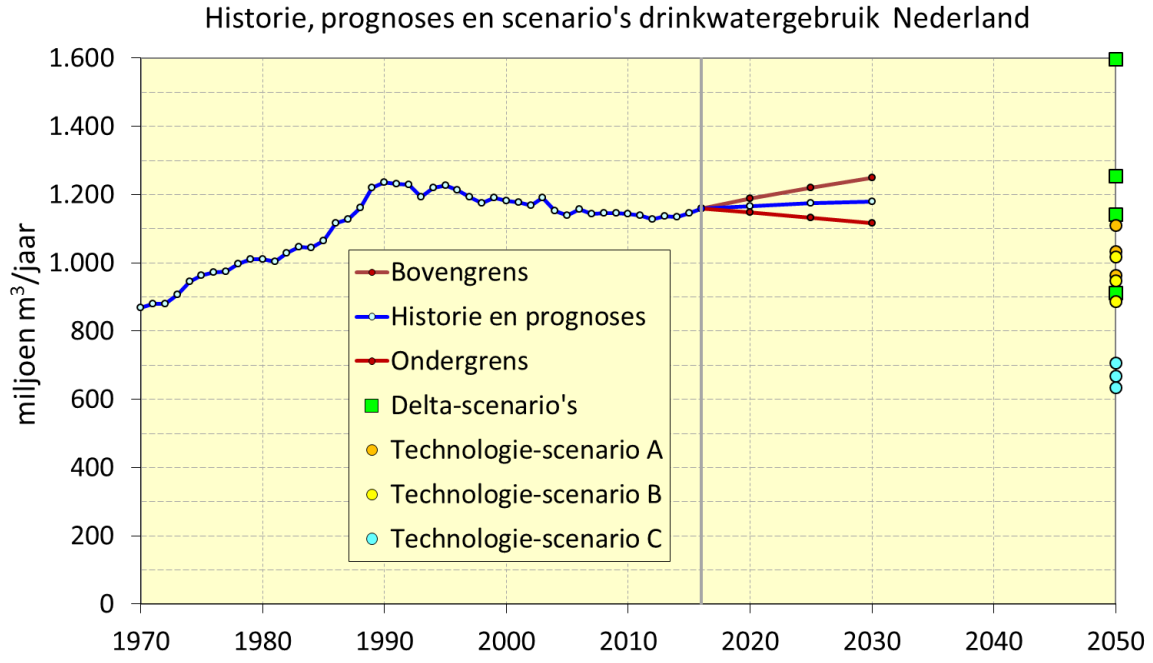
Scenario	Inwoners (miljoen)	hhg [1] (lpppd)	Huish [2] (miljn m^3/j)	Niet-huish (miljn m^3/j)	NIRG (%)	Totaal (miljn m^3/j)
bI-A	20,1	96	758	290	5,5%	**1.110**
bI-B		84	670			**1.017**
bI-C		44	377			**706**
pI-A	18,1	96	685	290	5,5%	**1.032**
pI-B		84	606			**948**
pI-C		44	341			**668**
oI-A	16,4	96	619	290	5,5%	**963**
oI-B		84	548			**887**
oI-C		44	308			**633**

1) Volgt uit besparing op hhg dat aansluit op enquêtes *Watergebruik Thuis*
2) Berekend met hhg dat aansluit op cijfers Drinkwaterstatistieken
Scenario's inwoners
bI: bovengrens | **pI**: (basis)prognose | **oI**: ondergrens
Scenario's besparing
A: besparing 24 lpppd | **B**: besparing 36 lppd | **C**: besparing 76 lpppd

Figuur 8.2: Geclusterd staafdiagram drinkwatergebruik in 2050, volgens negen scenario's, gekenmerkt door combinaties van aantal inwoners en technologische waterbesparing op het huishoudelijk gebruik. Ter vergelijking is bij elk inwonersscenario ook het gebruik in 2016 weergegeven.



Figuur 8.3: Ontwikkelingen drinkwatergebruik in Nederland van 1970 t/m 2016, prognoses t/m 2030 en scenario's 2050.



Uit figuur 8.3 blijkt dat het extreemste Delta-scenario (Stoom) veruit het hoogste drinkwatergebruik in 2050 geeft, namelijk circa 1.600 miljoen m^3/jaar, een toename van 38% ten opzichte van 2016.

© Icastat

Aangehaalde literatuur

- Baggelaar, P.K. (2017): *Modelmatig corrigeren resultaten enquête Watergebruik Thuis*. Icastat-notitie, Amstelveen, 25 juli 2017, 17 blz.

- Baggelaar, P.K., Drogendijk, L.J.L, Peters, J.H., Supèr, J. en Van Rotterdam, J.J. (1997): *Ontwijk-gedrag in de agrarische sector – De vlucht naar een eigen watervoorziening*. Kiwa-rapport SWI 97.179, Nieuwegein, september 1997.

- Baggelaar, P.K. en Driehuis, W. (2000): *Model van het huishoudelijk watergebruik in Nederland en zijn toepassingen – Versie 1.0*. Kiwa-rapport voor de samenwerkende waterbedrijven, maart 2000.

- Baggelaar, P.K. en Geudens, P.J.J.G. (2002): *Prognoses landelijke drinkwatervraag tot 2020*. Vewin, VROM en Icastat, juni 2002, 49 blz.

- Baggelaar, P.K. en Geudens, P.J.J.G. (2005): *Prognose landelijke drinkwatervraag tot 2020*. Vewin en Icastat, november 2005, 49 blz.

- Baggelaar, P.K. en Geudens, P.J.J.G. (2008): *Prognose landelijke drinkwatervraag t/m 2025*. Vewin en Icastat, oktober 2008, 49 blz.

- CBS (2012): *Tijdreeksen Drinkwater, Rapportage in het kader van het project Tijdreeksen Water-rekeningen*. Interne Nota, Bob Lodder, Centraal Bureau voor de Statistiek, Divisie PIM/PPM, Versie 5, 31 augustus 2012, 14 blz.

- Cirkel, D.G., Baggelaar, P.K. en Doomen, A. (2005): *Klimaatverandering en grondwaterwinning – Effecten van klimaatverandering op drinkwaterverbruik en grondwaterdynamiek*. Kiwa-rapport KWR 05.030, Nieuwegein, april 2005, 101 blz.

- Cirkel, D.G., Van Griensven, E. en Broers, E. (2006): *Klimaatverandering en grondwaterwinning*. H_2O, nr. 22, november 2006, blz. 39 t/m 42.

- CPB en PBL (2015): *Nederland in 2030-2050: twee referentiescenario's – Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving*. Planbureau voor de Leefomgeving en Centraal Planbureau, Den Haag, 2015, 42 blz. (en diverse begeleidende documenten).

- Daniëls, B.W., Achttienribbe, G.E. en Schoot Uiterkamp, A.J.M. (1994): *Prognose van het huis-houdelijk waterverbruik en de effecten van waterbesparing*. H_2O nr. 25/1994, blz. 736 t/m 739.

- Deltares (2013) : *Deltascenario's voor 2050 en 2100 - Nadere uitwerking 2012-2013*. Deltares, CPB, PBL, KNMI en LEI Wageningen UR, 25 april 2013, 65 blz. (en diverse begeleidende docu-menten).

- KNMI (2006): *KNMI Climate Change Scenarios 2006 for the Netherlands*. KNMI Scientific Report WR 2006-01. KNMI, De Bilt, 22 mei 2006, 82 blz.

- KWR (2017): *De vraag naar water in een waterstofeconomie – Kansen en gevolgen voor de drinkwatersector*. KWR Watercycle Research Institute, BTO-rapport 2016.086, februari 2017, 65 blz.

- PBL (2015): *Quick Scan gevolgen van afschaffing melkquotum*. Hans van Grinsven, Planbureau voor de Leefomgeving, 1 april 2015, 9 blz.

- Vreeburg, J. (2017): *Technologische ontwikkelingen en hun effect op de drinkwatervoorziening*. KWR Watercycle Research Institute, presentatie 16 februari 2017.

- Zwolsman, J.J.G., Van den Berg, G.A., Cirkel, D.G. en Doomen, M.C. (2007): *Risico-analyse effecten van klimaatverandering: waterkwantiteit, waterkwaliteit, ecologie en bedrijfsvoering*. Kiwa-rapport BTO 2007.038, Kiwa Water Research, Nieuwegein.

Bijlage 1: Causaal model hoofdelijk huishoudelijk watergebruik

Het bij deze prognosestudie gehanteerde causaal model van het hoofdelijk huishoudelijk watergebruik in Nederland onderscheidt:

(1) tien componenten van het huishoudelijk watergebruik, namelijk baden, douchen, wassen (aan de wastafel), toiletspoelen, handmatig wassen, machinaal wassen, handmatig afwassen, machinaal afwassen, voedsel bereiden en overig gebruik;
(2) drie verklarende factoren van elke component van het huishoudelijk watergebruik, namelijk de presentiegraad, het gebruiksgedrag (frequentie en duur) en de capaciteit van de betreffende voorziening (waarmee tevens de relevante technologische ontwikkelingen in beschouwing kunnen worden genomen);
(3) acht leeftijdsklassen, namelijk 0-12, 13-17, 18-24, 25-34, 35-44, 45-54, 55-64 en 65+ jaar.

De modelparameters sluiten aan op de informatie die beschikbaar komt bij de enquêtes *Watergebruik Thuis* naar het huishoudelijk watergebruik in Nederland, die sinds 1992 driejaarlijks worden uitgevoerd in opdracht van de Vewin. Uit deze enquête komen namelijk allerlei detailgegevens beschikbaar over presentiegraden, gebruiksfrequenties en capaciteiten van de componenten van het huishoudelijk watergebruik, deels onderscheiden naar kenmerken, zoals leeftijd, geslacht, gezinsgrootte, welstand en provincie. Bij de verwerking van de enquêteresultaten wordt een specifiek algoritme gehanteerd om uit deze gegevens het hoofdelijk huishoudelijk gebruik te ramen. Hierop voortbordurend hebben wij een model (*het causaal model*) ontwikkeld om prognoses van het hoofdelijk huishoudelijk watergebruik op te stellen[11]. Het causaal model had een voorloper in het prognosemodel WADEN, in 1994 ontwikkeld door Rijksuniversiteit Groningen en Vewin, maar dat is niet meer operationeel.[12]

Door het model gehanteerde relaties

Om tot een raming van het hoofdelijk huishoudelijk watergebruik in een bepaald jaar te kunnen komen, worden verklarende factoren voor de verschillende gebruikscomponenten onderscheiden. Het model hanteert voor acht van de gebruikscomponenten (baden, douchen, wassen, toiletspoelen, handmatig wassen, machinaal wassen, handmatig afwassen en machinaal afwassen) de volgende relatie, gedifferentieerd naar leeftijdsklasse:

$$q_{c,l,j} = P_{c,l,j} \cdot G_{c,l,j} \cdot C_{c,l,j}$$

met $q_{c,l,j}$ het volume van gebruikscomponent c in de leeftijdsklasse l in het jaar j (uitgedrukt in lpppd), $P_{c,l,j}$ de presentiegraad van gebruikscomponent c in de leeftijdsklasse l in het jaar j (uitgedrukt als percentage), $G_{c,l,j}$ de gebruiksfrequentie van gebruikscomponent c in de leeftijdsklasse l in het jaar j (uitgedrukt als keer pppd of minuut pppd) en $C_{c,l,j}$ de capaciteit van gebruikscomponent c in de leeftijdsklasse l in het jaar j (uitgedrukt als l/keer of l/minuut). Deze laatste is overigens alleen voor het bad leeftijdsafhankelijk, om te verdisconteren voor het geringere gebruik per keer door baby's.

[11] *Model van het huishoudelijk waterverbruik in Nederland en zijn toepassingen – Versie 1.0*. Kiwa-rapport voor de samenwerkende waterbedrijven, P.K. Baggelaar en W. Driehuis, Nieuwegein, maart 2000.

[12] *Prognose van het huishoudelijk waterverbruik en de effecten van waterbesparing*. B.W. Daniëls, G.E. Achttienribbe en A.J.M. Schoot Uiterkamp, H_2O nr. 25/1994, blz. 736 t/m 739.

Rekenvoorbeeld: het hoofdelijk gebruik door machinaal wassen

In 2004 bedroeg in de leeftijdsklasse van 45-54 jaar de presentiegraad van de wasmachine 99% en werd deze gemiddeld 0,29 maal per hoofd per dag gebruikt, met een gemiddeld gebruik van 63,9 liter per wasbeurt. Het hoofdelijk watergebruik in deze leeftijdsklasse door de machinale was ($q_{c=mw,l=45\text{-}54,j=2004}$) volgt dan uit:

$$q_{mw,45\text{–}54,2004} = P_{mw,45\text{–}54,2004} \cdot G_{mw,45\text{–}54,2004} \cdot C_{mw,45\text{–}54,2004}$$
$$= 0{,}99 \cdot 0{,}29 \cdot 63{,}9 = 18{,}5 \text{ l/h/d}$$

Uitgebreidere relaties voor douchen, toiletspoelen, handmatig afwassen en machinaal afwassen

Voor vier gebruikscomponenten waren uitgebreidere versies van bovenstaande formule nodig. Voor douchen en toiletspoelen was dit nodig om de aanwezigheid van waterbesparende technologie te kunnen verdisconteren, namelijk waterbesparende douchekoppen en comfortdouches voor wat betreft het douchen en spoelonderbrekers voor wat betreft het toiletspoelen. En voor handmatig afwassen en machinaal afwassen was dit nodig om het voorspoelen te kunnen verdisconteren.

Het volume van het *douchen* ($q_{c=d,l,j}$, in lpppd) wordt berekend als:

$$q_{c=d,l,j} = P_{c=d,l,j} \cdot G_{c=d,l,j} \cdot [P_{wdk,l,j} \cdot C_{wdk,j} + P_{cd,l,j} \cdot C_{cd,j} + (1 - P_{wdk,l,j} - P_{cd,l,j}) \cdot C_{dk,j}]$$

met $P_{c=d,l,j}$ de presentie van de douche (een percentage), $G_{c=d,l,j}$ het douchegedrag (minuut pppd), $P_{wdk,l,j}$ de presentie van de waterbesparende douchekop (een percentage), $C_{wdk,j}$ de gebruikscapaciteit van de waterbesparende douchekop (l/minuut), $P_{cd,l,j}$ de presentie van de comfortdouche (een percentage), $C_{cd,j}$ de gebruikscapaciteit van de comfortdouche (l/minuut) en $C_{dk,j}$ de gebruikscapaciteit van de gewone douchekop (l/minuut), alle in de leeftijdsklasse *l* in het jaar *j*, met uitzondering echter van de gebruikscapaciteiten, die in het model niet naar leeftijdsklasse worden gedifferentieerd.

Het volume van het *toiletspoelen* ($q_{c=t,l,j}$, in lpppd) wordt berekend als:

$$q_{c=t,l,j} = P_{c=t,l,j} \cdot G_{c=t,l,j} \cdot [P_{ts,l,j} \cdot G_{ts,j} \cdot C_{ts,j} + (1 - P_{ts,l,j} \cdot G_{ts,j}) \cdot C_{t,j}]$$

met $P_{c=t,l,j}$ de presentie van het toilet (deze bedraagt overigens 100%), $G_{c=t,l,j}$ de frequentie van het toiletbezoek (keer pppd), $P_{ts,l,j}$ de presentie van het toilet met spoelonderbreker (een percentage), $G_{ts,j}$ de gebruiksfrequentie van de spoelonderbreker (een percentage), $C_{ts,j}$ de gebruikscapaciteit van het toilet met spoelonderbreker (l/keer) en $C_{t,j}$ de gebruikscapaciteit van het gewone toilet (l/keer), alle in de leeftijdsklasse *l* in het jaar *j*, met uitzondering echter van de gebruiksfrequentie van de spoelonderbreker, de gebruikscapaciteit van het toilet met spoelonderbreker en de gebruikscapaciteit van het toilet zonder spoelonderbreker, die in het model niet naar leeftijdsklasse worden gedifferentieerd.

Bij het berekenen van de volumes van het handmatig afwassen en het machinaal afwassen wordt op dezelfde wijze verdisconteerd voor het voorspoelen. Hier als voorbeeld hoe het volume van het *machinaal afwassen* ($q_{c=maw,l,j}$, in lpppd) wordt berekend:

$$q_{c=maw,l,j} = P_{c=maw,l,j} \cdot G_{c=maw,l,j} \cdot [C_{maw,j} + G_{vs,j} \cdot C_{vs,j}]$$

met $P_{c=maw,l,j}$ de presentie van de afwasmachine (een percentage), $G_{c=maw,l,j}$ de gebruiksfrequentie van de afwasmachine (keer pppd), $C_{maw,j}$ de gebruikscapaciteit van de afwasmachine (l/keer), $G_{vs,j}$ de gebruiksfrequentie van het voorspoelen (een percentage) en $C_{vs,j}$ de gebruikscapaciteit van het voorspoelen (l/keer), alle in de leeftijdsklasse *l* in het jaar *j*, met uitzondering echter van de ge-

bruikscapaciteit van de afwasmachine, de gebruiksfrequentie van het voorspoelen en de gebruikscapaciteit van het voorspoelen, die in het model niet naar leeftijdsklasse worden gedifferentieerd.

Verschil met enquêteresultaten van 1992 t/m 2001
Bij de oorspronkelijke rapportages van enquêtes *Watergebruik Thuis* van 1992 t/m 2001 werd er van uitgegaan dat de gebruiksfrequentie van de spoelonderbreker van het toilet ($G_{ts,j}$) 100% bedroeg. Bij de enquête in 2004 is voor het eerst gecorrigeerd voor het niet altijd daadwerkelijk gebruiken van de spoelonderbreker. Uit de enquêtes van 2004 t/m 2016 bleek namelijk dat de aanwezige spoelonderbrekers gemiddeld in maar 68% van de toiletbezoeken worden gebruikt. Het causaal model gaat daarom voor wat betreft het verleden ook uit van dat percentage gebruik van de spoelonderbreker. De resulterende modelramingen voor het hoofdelijk gebruik door toiletspoelen komen daardoor in de periode 1992 t/m 2001 2,1 tot 4,5 lpppd hoger uit dan de oorspronkelijke enquêteramingen.

Middelen over de leeftijdsklassen

Het model berekent vervolgens per gebruikscomponent voor elk van de drie verklarende factoren (presentie, gedrag en capaciteit) een gewogen gemiddelde over de leeftijdsklassen, waarbij elk gewicht wordt gevormd door de relatieve omvang van de betreffende leeftijdsklasse. Voor bijvoorbeeld de factor presentie volgt dit gemiddelde voor gebruikscomponent *c* uit:

$$P_{c,j} = \frac{\sum_{l=0-12}^{65+} (Inw_{l,j} \cdot P_{c,l,j})}{\sum_{l=0-12}^{65+} Inw_{l,j}}$$

met $P_{c,j}$ de gemiddelde presentie in jaar *j* (een percentage), $P_{c,l,j}$ de presentie in de leeftijdsklasse *l* in het jaar *j* (een percentage) en $Inw_{l,j}$ de omvang van de leeftijdsklasse *l* in het jaar *j* (aantal inwoners).

Voor de factor capaciteit hoeft dit gemiddelde alleen voor het baden te worden berekend, omdat dat de enige gebruikscomponent is met een leeftijdsafhankelijke capaciteit.

Het (over alle leeftijdsklassen) gemiddelde volume van een gebruikscomponent ontstaat vervolgens als product van de als boven berekende gemiddelden van de drie factoren:

$$q_{c,j} = P_{c,j} \cdot G_{c,j} \cdot C_{c,j}$$

met $q_{c,j}$ het gemiddelde volume van gebruikscomponent *c* in het jaar *j* (lpppd), $P_{c,j}$ de gemiddelde presentie in het jaar *j* (een percentage), $G_{c,j}$ het gemiddelde gebruiksgedrag in het jaar *j* (keer pppd of minuut pppd) en $C_{c,j}$ de gemiddelde gebruikscapaciteit in het jaar *j* (l/keer of l/minuut)

Voor het douchen, het toiletspoelen, het handmatig afwassen en het machinaal afwassen worden weer de uitgebreidere versies van deze formule gehanteerd, zoals boven beschreven.

Middelen over de leeftijdsklassen voor de overige twee gebruikscomponenten

Voor de overige twee gebruikscomponenten, namelijk voedsel bereiden en overig gebruik, is geen informatie nodig over presentie, gedrag en capaciteit en kan direct het gebruik per leeftijdsklasse worden ingevoerd. Voor elk van deze gebruikscomponenten is het over alle leeftijdsklassen gemiddelde gebruiksvolume het gewogen gemiddelde van de gebruiksvolumes in de verschillende

leeftijdsklassen, waarbij elk gewicht wordt gevormd door de relatieve omvang van de betreffende leeftijdsklasse:

$$q_{c,j} = \frac{\sum_{l=0-12}^{65+}(Inw_{l,j} \cdot q_{c,l,j})}{\sum_{l=0-12}^{65+} Inw_{l,j}}$$

met $q_{c,j}$ het gemiddelde volume van gebruikscomponent *c* in het jaar *j* (lpppd) en $Inw_{l,j}$ de omvang van de leeftijdsklasse *l* in het jaar *j* (aantal inwoners).

Sommeren van de afzonderlijke gebruiksvolumes

Het hoofdelijk huishoudelijk gebruik in een bepaald jaar volgt dan uiteindelijk als de som van de volumes van de 10 afzonderlijke gebruikscomponenten:

$$q_j = \sum_{c=bad}^{overig} q_{c,j}$$

met q_j het hoofdelijk huishoudelijk gebruik in het jaar *j* (lpppd) en $q_{c,j}$ het gemiddelde volume van gebruikscomponent *c* in het jaar *j* (lpppd).

Benodigde modelinvoer voor het opstellen van prognoses

Als het model wordt toegepast om het hoofdelijk huishoudelijk gebruik in een bepaald prognosejaar te ramen moeten de volgende gegevens van dat jaar handmatig in het model worden ingevoerd (zie ook tabel b1.1):

(1) de (persoonlijke) presentiegraad van het bad, de waterbesparende douchekop, de comfortdouche, het toilet met spoelonderbreker, de wasmachine en de afwasmachine, elk voor de acht leeftijdsklassen afzonderlijk (0-12, 13-17, 18-24, 25-34, 35-44, 45-54, 55-64 en 65+);

(2) de (persoonlijke) gebruiksfrequentie van het bad (keer pppd), de douche (minuut pppd), de wastafel (keer pppd), het toilet (keer pppd), de handwas (keer pppd), de wasmachine (keer pppd), de handafwas (keer pppd) en de afwasmachine (keer pppd), elk voor de acht leeftijdsklassen afzonderlijk. En verder de (persoonlijke) gebruiksfrequentie van de spoelonderbreker (percentage per spoeling), het voorspoelen bij handmatig afwassen (percentage per beurt) en het voorspoelen bij gebruik van de afwasmachine (percentage per beurt), alle drie alleen voor het totaal over alle leeftijdsklassen;

(3) de capaciteit van het bad (l/keer, voor de acht leeftijdsklassen afzonderlijk), de waterbesparende douchekop, de gewone douchekop en de comfortdouche (alle in l/minuut), de wastafel, het toilet zónder spoelonderbreker, het toilet mét spoelonderbreker, de handwas, de wasmachine en de afwasmachine (alle in l/keer);

(4) het (persoonlijk) gebruik (lpppd) voor het voedsel bereiden en het overig gebruik, elk voor de acht leeftijdsklassen afzonderlijk;

(5) de omvang van elk van de acht leeftijdsklassen.

Tabel b1.1: Benodigde invoergegevens van de verklarende factoren van de gebruikscomponenten om het hoofdelijk huishoudelijk gebruik in een bepaald prognosejaar te kunnen ramen met het causaal model.

Gebruikscomponent	Presentie (%)	Gedrag (keer pppd)	Capaciteit (l/keer)	Gebruik (lpppd)
Bad	invoer[1)]	invoer[1)]	invoer[1)]	
Douche	invoer[1,2)]	invoer[1,3)]	invoer[4)]	
Wastafel		invoer[1)]	invoer	
Toilet	invoer[1,5)]	invoer[1,6)]	invoer[8)]	
Handwas		invoer[1)]	invoer	
Machinale was	invoer[1)]	invoer[1)]	invoer	
Handafwas	invoer[1)]	invoer[1,7)]	invoer[9)]	
Machinale afwas	invoer[1)]	invoer[1,7)]	invoer[9)]	
Voedsel				invoer[1)]
Overig				invoer[1)]

Toelichting

1) in te voeren per leeftijdsklasse;
2) afzonderlijke presenties van de waterbesparende douchekop en de comfortdouche (beide als percentage);
3) in te voeren als minuut pppd;
4) afzonderlijke capaciteiten van de waterbesparende douchekop, de gewone douchekop en de comfortdouche (alle in l/minuut);
5) presentie van het toilet met spoelonderbreker (als percentage);
6) afzonderlijke gebruiksfrequenties van het toilet (keer pppd) en de spoelonderbreker (als percentage);
7) afzonderlijke gebruiksfrequenties van het afwassen (keer pppd) en het voorspoelen (als percentage), waarbij deze laatste niet hoeft uitgesplitst naar leeftijdsklasse;
8) zowel van het toilet zónder spoelonderbreker, als van het toilet mét spoelonderbreker (beide in l/keer);
9) tevens capaciteit voorspoelen, in l/keer.

De overige benodigde gegevens zijn reeds ingevuld in het model, doordat deze al direct volgen uit de historische ontwikkeling. Dit betreft de presenties van het toilet en de wastafel, die beide voor elke leeftijdsklasse inmiddels 100% bedragen. Voor de toekomst zijn deze daarom ook vastgezet op 100%. Deze gegevens hoeven dus niet door de gebruiker van het model ingevuld te worden, maar indien gewenst – zoals voor een scenariostudie - kán dat uiteraard wel.

Modelinstellingen voor de basisprognose

De basisprognose van het hoofdelijk huishoudelijk gebruik gaat er van uit dat zich per gebruikscomponent een continuering van de huidige ontwikkeling voordoet, dan wel dat deze daarvan op een voorspelbare manier afwijkt, in het licht van bijvoorbeeld technische of gedragsmatige ontwikkelingen die zich thans reeds aftekenen. De uitwerking wordt gekenmerkt door een aantal specifieke veronderstellingen, die hierna per gebruikscomponent worden toegelicht. De basisprognose heeft als startjaar 2016 en als eindjaar 2030 en resulteert in een raming van het (hoofdelijk) huishoudelijk watergebruik in de jaren 2020, 2025 en 2030, uitgesplitst naar de tien gebruikscomponenten.

Baden - De presentiegraad van het bad is tussen 1995 en 2016 licht gedaald (46%, 48%, 49%, 46%, 44%, 48%, 41% en 43%). Voor 2020 is per leeftijdsklasse de presentiegraad ingesteld op het klassegemiddelde van 2013 en 2016, verminderd met 0,25%. En voor 2025 en 2030 is de presentiegraad verminderd met 0,25%, respectievelijk 0,5% ten opzichte van 2020.
Voor vrijwel alle leeftijdsklassen is er een teruggang geweest in de frequentie van het baden. In 1992 en 1995 was dit gemiddeld 0,17 keer pppd, in 1998 0,12, in 2001 0,06, in 2004, 2007 en 2010 0,05 keer pppd en in 2013 en 2016 0,04 keer pppd. Vermoedelijk vond men het baden teveel tijd in beslag nemen en koos men vaker voor het douchen (zie ook onder). Er lijkt echter inmiddels min of meer een stabilisatie ingetreden, daarom is per leeftijdsklasse de toekomstige badfrequentie op die van het jaar 2016 gesteld.
Er zijn vooralsnog geen redenen om uit te gaan van veranderingen in het aantal liters dat per badbeurt wordt gebruikt, zodat ook de toekomstige capaciteit van het bad per leeftijdsklasse op het klassegemiddelde van de jaren 2004 t/m 2016 is gesteld, namelijk 80,7 l/keer voor 0-12 jaar en 120 l/keer voor de overige leeftijdsklassen.

Douchen - De waterbesparende douchekop heeft eerst gestaag terrein gewonnen, maar zijn aandeel is inmiddels aan het stabiliseren (1992: 13%, 1995: 36%, 1998: 44%, 2001: 47%, 2004: 52%, 2007: 46%, 2010: 51%, 2013: 48% en 2016: 52%). De grootste toename trad op in de periode 1992 – 1995, toen waterbesparing als nieuw milieu-item opkwam en sterk scoorde. De verdere groei tot 2004 kwam voor een deel voor rekening van nieuwbouw, waar de waterbesparende douchekoppen vaak standaard worden geïnstalleerd en voor het overige deel werd de groei veroorzaakt door vervanging van gewone douchekoppen. Maar vanaf 2004 is de presentiegraad van de waterbesparende douchekop min of meer stabiel. Mogelijk is er enige verzadiging opgetreden en speelt ook mee dat de waterbesparende douchekop niet door iedereen als comfortabel wordt ervaren[13].
Doordat de waterbesparende douchekoppen doorgaans bij nieuwbouw geplaatst blijven worden, gaan we toch uit van een verdere, zij het beperkte groei, met in 2030 een gemiddelde presentiegraad van 55%.
Het verschil tussen de capaciteit van de gewone en de waterbesparende douchekoppen is overigens zeer gering, namelijk slechts 0,5 à 0,6 l/minuut. De capaciteiten van beide zijn voor de toekomst gelijk gesteld aan de gemiddelde ramingen voor de jaren 2004 t/m 2016, namelijk 8,0 l/min voor de gewone douchekop en 7,4 l/min voor de waterbesparende douchekop.

[13] Er zijn gevallen bekend van opgeleverde woningen waar de bewoners de waterbesparende douchekop weer hebben vervangen door een ‘gewone’ douchekop [BMT, *Meer waterbesparende voorzieningen in de woningbouw*, H_2O, 16/17, blz. 14 – 15, 1999].

Een tanende interesse voor waterbesparing blijkt ook uit het toenemende aandeel van de zogenaamde *comfortdouche*, zijnde een douchecabine met meerdere douchekoppen, met een capaciteit van 14,4 l/min. Zijn over de leeftijdsklassen gemiddelde presentiegraad bedroeg in 2004 nog slechts 1%, maar in 2007 bedroeg deze 3%, in 2010 4% en in 2013 5%. Ook in 2016 is zijn presentiegraad geraamd op 5%, zodat er vermoedelijk verzadiging optreedt. Aangezien het een luxeartikel betreft en de presentiegraad slechts weinig is toegenomen, gaan we uit van nog maar een beperkte groei tot 7% in 2030.
Afgaande op de enquêtes *Watergebruik Thuis* is zowel de frequentie als de duur van het douchen vanaf 1995 eerst lange tijd toegenomen, maar inmiddels is het gemiddelde aantal doucheminuten per persoon per dag gestabiliseerd (1995: 5,09, 1998: 5,16, 2001: 5,47, 2004: 5,70, 2007 6,27, 2010: 6,01, 2013: 6,43 en 2016: 6,12 minuut pppd[14]). De langdurige toename lijkt vooral veroorzaakt door intensiever douchen van jongeren en het feit dat de hogere leeftijdsklassen steeds meer zijn opgegroeid met douches en daardoor vaker douchen dan hun voorgangers. De toename zal deels ook zijn veroorzaakt door substitutie van baden door douchen (zie boven) en door de groei van het aandeel niet-westerse allochtonen. Deze douchen namelijk duidelijk meer en langer dan autochtonen. Gezien de ontwikkelingen gaan we voor wat betreft de toekomst per leeftijdsklasse uit van een stabilisatie op het klassegemiddelde van de jaren 2013 en 2016. Dit leidt - met verdiscontering van de weging naar aantal inwoners per leeftijdsklasse - tot 6,20 doucheminuten pppd in 2030.

Gebruik wastafel - Sinds 1992 is er eerst een toename en daarna een stabilisatie opgetreden in het gebruik van de wastafel (1992: 0,97, 1995: 1,08, 1998: 1,28, 2001: 1,30, 2004: 1,29, 2007: 1,32, 2010: 1,26 en zowel 2013 als 2016: 1,30 keer pppd). Bij een constante capaciteit van 4 l/keer leidt dit tot een gelijksoortig verloop voor het volume van deze gebruikscomponent (1992: 3,7, 1995: 4,2, 1998: 5,1, 2001: 5,2, 2004: 5,2, 2007: 5,3, 2010: 5,1 en zowel 2013 als 2016: 5,2 lpppd). Er zijn geen redenen om te veronderstellen dat dit gebruik nog zal toe- of afnemen. De toekomstige gebruiksfrequenties zijn daarom voor elke leeftijdsklasse op het klassegemiddelde van de jaren 2013 en 2016 gezet.

Toiletspoelen - Het gebruik door toiletspoelen, zoals berekend door het model, wordt sterk bepaald door de aanwezigheid van spoelonderbrekers. Sinds 1992 is de presentie van de spoelonderbreker aanvankelijk sterk toegenomen, maar vanaf 2004 is de groei minder geworden (1992: 25%, 1995: 39%, 1998: 52%, 2001: 59%, 2004: 70%, 2007: 73%, 2010: 76%, 2013: 80% en 2016: 81%). De groei komt doordat bij vervanging vaak toiletten met spoelonderbreker worden geplaatst. Bij het instellen van de toekomstige presentiegraden per leeftijdsklasse is de gemiddelde autonome groei die is opgetreden vanaf 2004 lineair geëxtrapoleerd, wat neerkomt op een gemiddelde toename van circa 0,8% per jaar.
Van het huidige toilettenbestand hebben de toiletten zónder gebruik van spoelonderbreker een gemiddelde capaciteit van 7,7 l/keer (mét gebruik van spoelonderbreker is dat volgens de enquête *Watergebruik Thuis* de helft). Bij het extrapoleren naar de toekomst is verdisconteerd dat de gemiddelde capaciteit van toiletten automatisch geleidelijk afneemt, aangezien er ook al toiletten worden geplaatst met een capaciteit van 6,0 liter. De nieuwe toiletten zullen bij nieuwbouw, renovatie en gewone vervanging worden geplaatst. Verder zijn er experimenten gaande met

[14] De enquêteraming van 2016 bedroeg 5,20 minuut pppd, maar omdat er duidelijk sprake was van een grote steekproeffout, zijn de ramingen modelmatig aangepast (zie daarvoor § 4.3.2 van dit rapport).

extreem zuinige toiletten, die vrijwel zonder waterspoeling kunnen functioneren. Het is vooralsnog echter niet aannemelijk dat dergelijke toiletten snel brede ingang zullen krijgen. Alles overwegende, gaan we er van uit dat de gemiddelde capaciteit van toiletten zal blijven afnemen en in 2030 7,3 l/keer zal bedragen.
De gebruiksfrequentie van het toilet is voor de toekomst per leeftijdsklasse op het klassegemiddelde van de jaren 1995 t/m 2016 gezet. In die periode is er geen trend te constateren in de frequentie en er zijn ook geen redenen om uit te gaan van een toekomstige trend.
Alleen bij de enquêtes *Watergebruik Thuis* vanaf 2004 is er informatie verzameld over het gebruik van de spoelonderbreker. Deze bleek in 2004 en 2007 bij 69%, in 2010 bij 71%, in 2013 bij 65% en in 2016 bij 68% van de spoelingen te worden gebruikt door degenen die beschikten over een toilet met spoelonderbreker. Het ligt niet voor de hand dat dit percentage nog sterk gaat wijzigen, daarom hebben we het voor de toekomst op het gemiddelde van deze vijf ramingen gezet, zijnde 68%.

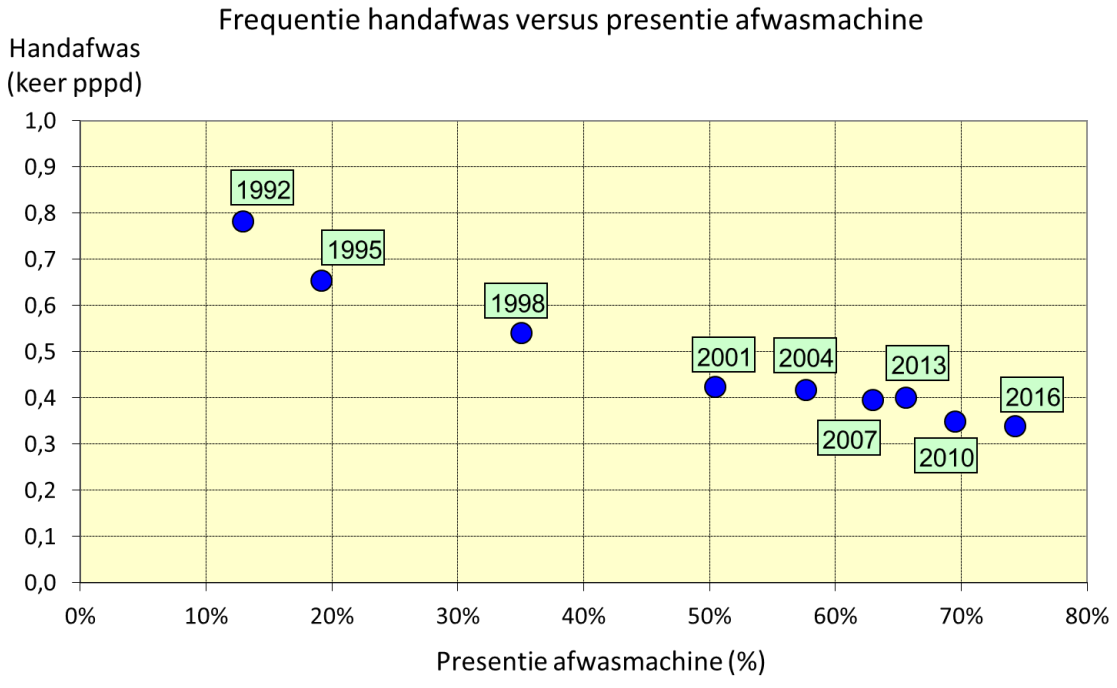
Handwassen en machinaal wassen - Er is bijna volledige verzadiging bereikt van het aantal wasmachines, met een geraamde presentiegraad die in de periode 1998 t/m 2016 schommelt tussen 97% en 99%. Daarom is deze voor de toekomst per leeftijdsklasse gezet op het klassegemiddelde over de periode 1998 t/m 2016.
Door technologische vooruitgang is er in principe nog enige verandering te verwachten in het watergebruik per wasbeurt. Het gemiddelde watergebruik van de wasmachine werd in de enquête van 2001 geraamd op 80,3 liter per wasbeurt, voor 2004 op 63,9 liter, voor 2007 op 56,9 liter, voor 2010 op 55,6 liter, voor 2013 op 52,9 liter en voor 2016 op 53,9 liter. Het is echter zeer moeilijk om tot betrouwbare ramingen van dit gemiddelde watergebruik te komen, niet alleen doordat het huidige Nederlandse wasmachinebestand zoveel verschillende wasmachines omvat, die bovendien nog sterk verschillen in leeftijd, maar ook doordat het watergebruik per wasmachine afhangt van hoe die gebruikt wordt. Aangezien de spoelresultaten bij minder watergebruik soms niet meer optimaal zijn, hebben nieuwe wasmachines een mogelijkheid de machine met extra water te laten spoelen (ongeveer 20 liter). Deze mogelijkheid maakt de waterbesparing weer ongedaan. De technologische limiet lijkt daarmee dus min of meer al bereikt. De gemiddelde levensduur van een wasmachine is 15 jaar, zodat jaarlijks ongeveer 7% van de wasmachines wordt vervangen door een nieuwe versie. Maar doordat de capaciteitslimiet min of meer lijkt bereikt, gaan we uit van nog slechts een geringe afname van het watergebruik van de gemiddelde wasmachine, tot 51,3 liter per wasbeurt in 2030. Aangezien de gebruiksfrequentie van de wasmachine vanaf 1995 steeds vrijwel constant is gebleven, is deze voor de toekomst per leeftijdsklasse op het klassegemiddelde van de jaren 1995 t/m 2016 gezet.

De frequentie van het wassen met de hand is sinds 1992 geleidelijk afgenomen van 0,06 naar 0,04 keer/hoofd/dag in 2004, waarna het is gestabiliseerd. Dit zal samenhangen met de toename en stabilisering van de presentie van de wasmachine. Door de verzadiging met wasmachines is er geen verdere invloed meer te verwachten. In het model zijn de toekomstige frequenties van de handwas daarom per leeftijdsklasse op het klassegemiddelde van de periode 2004 t/m 2016 gezet. Er is verondersteld dat de capaciteit constant blijft, op 40 l/keer.

Handafwassen en machinaal afwassen – De presentie van de afwasmachine nam aanvankelijk met grote sprongen toe, maar inmiddels is de toename veel minder. De geraamde presentiegraad bedroeg in 1992 13%, in 1995 19%, in 1998 35%, in 2001 50%, in 2004 58%, in 2007 63%, in 2010

70%, in 2013 66% en in 2016 74%, waarbij de schommelingen duiden op grote steekproeffouten. Verder bleken de groeisnelheden sterk te verschillen tussen de leeftijdsklassen.
Doordat de afwasmachine onpraktisch is voor alleenstaanden, is het niet te verwachten dat deze dezelfde presentiegraad zal halen als de wasmachine. We hebben de presentiegraad per leeftijdsklasse geëxtrapoleerd op basis van de recente trend, wat leidt tot een gemiddelde presentiegraad van 78% in 2030.
Aangezien de geraamde gebruiksfrequentie van de afwasmachine in de periode vanaf 2007 licht lager is dan daarvoor, is deze voor de toekomst per leeftijdsklasse op het klassegemiddelde van de jaren 2007 t/m 2016 gezet.
Alleen bij de enquêtes *Watergebruik Thuis* vanaf 2004 is er informatie verzameld over het voorspoelen. Dit bleek in 2004 en 2007 in 38% van de gevallen te worden toegepast, in 2010 in 32%, in 2013 in 41% en in 2016 in 43% van de gevallen. Er is geen reden om aan te nemen dat dit percentage trendmatig verandert, zodat de geconstateerde variatie vermoedelijk slechts door de steekproeffout komt. Voor de toekomst is het percentage op het gemiddelde van deze laatste vijf enquêtes gezet (38%).
Doordat het huidige afwasmachinepark veel nieuwe machines bevat is het gemiddeld al dermate zuinig (13,2 liter per wasbeurt in 2016), dat er vermoedelijk nog maar weinig extra besparing mogelijk zal zijn. We gaan daarom uit van een geleidelijke afname tot gemiddeld 12,4 liter per wasbeurt in 2030. Verder gaan we er van uit dat ook in de toekomst per voorspoeling 7,5 liter wordt gebruikt, net als tot nu toe.
De voortgaande presentie van afwasmachines is uiteraard gepaard gegaan met een afname van het afwassen met de hand, maar deze afname lijkt inmiddels min of meer tot stilstand te zijn gekomen (zie figuur b1.1). Er mag worden aangenomen dat dit gebruik ook niet verder zal afnemen, aangezien er zelfs in een huishouden met een afwasmachine nog af en toe met de hand zal worden afgewassen. We hebben daarom de toekomstige gebruiksfrequentie van het afwassen met de hand per leeftijdsklasse op het klassegemiddelde van de periode 2007 t/m 2016 gesteld.

Figuur b1.1: Relatie tussen de gebruiksfrequentie van het afwassen met de hand en de presentie van de afwasmachine, volgens de resultaten van de enquêtes Watergebruik Thuis.



Bij de enquêtes *Watergebruik Thuis* vanaf 2001 is er informatie verzameld over het voorspoelen bij het handmatig afwassen. De percentages gevallen waarin werd voorgespoeld bleken 47% in 2001, 45% in 2004, 43% in 2007, 41% in zowel 2010 als 2013 en 42% in 2016. Voor de toekomst is het percentage op het gemiddelde van deze laatste vier enquêtes gezet (42%). Volgens de enquête wordt er per voorspoeling gemiddeld 10 liter water gebruikt. Ook voor de toekomst zijn we uitgegaan van die hoeveelheid.

Voedsel bereiden Het gebruik voor de voedselbereiding is volgens de enquête *Watergebruik Thuis* sinds 2001 enigszins afgenomen (1992: 2,6, 1995: 2,2, 1998: 1,6, 2001: 1,7, 2004: 1,9, 2007: 1,8, 2010: 1,4 en zowel 2013 als 2016 1,2 lpppd). Aangezien een nog verdere daling niet aannemelijk lijkt, is per leeftijdsklasse het toekomstige gebruik op het klassegemiddelde van 2013 en 2016 gesteld.

Overig gebruik Het overig gebruik omvat het gebruik van de keukenkraan voor schoonmaken, water drinken, thee en koffie zetten, planten/tuin water geven, etc. Volgens de enquête *Watergebruik Thuis* is dit gebruik vooral veranderd tussen 1992 en 1995 (1992: 3,3, 1995: 8,5, 1998: 7,8, 2001: 9,0, 2004: 8,3, 2007: 7,2, 2010: 7,3, 2013 5,0 en 2016 5,6 lpppd). Dit zal ongetwijfeld zijn veroorzaakt doordat vanaf 1995 een nauwkeurigere methode van raming van dit gebruik is gehanteerd. Vanaf 2001 is er enige teruggang, ondanks de voortgaande individualisering van de samenleving (meer kleine huishoudens), die in theorie leidt tot een hoofdelijke toename van díe gebruiken die grotendeels onafhankelijk zijn van de gezinsgrootte, zoals het gebruik voor schoonmaken en planten/tuin water geven. Maar blijkbaar is dat laatste effect onvoldoende onderscheidend. Aangezien een verdere teruggang niet aannemelijk lijkt gaan we er van uit dat het overig gebruik per leeftijdsklasse gelijk blijft aan het klassegemiddelde van de jaren 2013 en 2016.