

Beleid Transitie Model (BTM)

Technische Documentatie

Voor model versie 1.0



November 2023

Rob Terwel
Sander Kempkes

Table of Contents

SAMENVATTING	3
INLEIDING	5
INKOMENSGROEPEN	9
WONEN	10
STARTSITUATIE WONEN	10
UITGAVEN	13
EMISSIES	14
MODELLERING TOEKOMSTJAAR	14
MOBILITEIT	17
AUTO	17
<i>Startsituatie Mobiliteit - wagenpark</i>	17
<i>Kosten voor auto's</i>	19
<i>Uitstoot autogebruik</i>	20
<i>Modellering toekomstjaar</i>	21
VLIEGEN	23
<i>Startsituatie Mobiliteit - vliegen</i>	23
<i>Uitstoot vluchten</i>	24
<i>Kosten voor vluchten</i>	25
<i>Modellering toekomstjaar</i>	25
OPENBAAR VERVOER	26
<i>Kosten</i>	27
<i>Uitstoot OV</i>	27
<i>Modellering toekomstjaar</i>	27
VOEDING	28
EMISSIES	28
UITGAVEN	29
TOEKOMSTJAAR	29
BELEIDSOPTIES	31
SPULLEN	33
MODELLERING BASISJAAR	33
<i>Kleding</i>	33
<i>Auto</i>	34
<i>Apparaten</i>	35
<i>Meubels, hout, papier, bouwmaterialen en overig textiel</i>	36
<i>Chemische en Farmaceutische producten</i>	37
MODELLERING TOEKOMSTJAAR	38
VERMOGEN	39
HET NEDERLANDSE VERMOGEN.....	39
MODELLERING TOEKOMSTJAAR.....	40
BASISSCENARIO BESTAAND BELEID	41
EIGEN GROEP	41
CLIMATE EQUITY REFERENCE CALCULATOR	41
APPENDIX I: WONEN APPARATEN EN HISTORISCHE FIT	43

Samenvatting

Dit document is een eerste versie van de technische documentatie van versie 1.0 van het Belasting Transitie Model (BTM). Het beschrijft de aanpak, data en aannames die we gebruikt hebben om een model te maken dat specifiek gericht is op beleid, vanuit een consumentenperspectief.

Het Belasting Transitie Model (BTM) is door Kalavasta ontwikkeld om inzicht te krijgen in de financiële consequenties van vastgestelde, voorgenomen, geagendeerde en aanvullende klimaat- en energiebeleidsmaatregelen voor verschillende inkomensgroepen in Nederland. Het BTM rekent door hoe het besteedbaar inkomen per inkomensgroep positief of negatief wordt beïnvloed door het klimaatbeleid. Het BTM bevat tot nu toe (september 2023) de doorrekening van klimaatbeleid met betrekking tot huisvesting, mobiliteit, voeding en door consumenten gekochte artikelen, mogelijk volgen in de toekomst nog meer categorieën. Het effect van nieuw klimaatbeleid op de toekomstige emissies wordt ook door het model doorberekend, inclusief welke investeringsbeslissingen burgers zouden maken wanneer bepaalde technieken financieel aantrekkelijker worden door beprijzing of subsidiëring. Het BTM rekent de effecten door voor inkomensgroepen gecategoriseerd op gestandaardiseerd inkomen, maar het is ook mogelijk om zelf een voorbeeldhuishouden toe te voegen en de consequenties van beleid voor dit huishouden door te rekenen. Het model wordt in oktober 2023 publiek beschikbaar en bevat dan al mogelijkheden om te zien wat het huidige klimaatbeleid voor effecten heeft op de verschillende inkomensgroepen. De invoering van een ETS2 of een nationaal CO2 plafond zit dan nog niet in het openbare scenario, maar is relatief eenvoudig toe te voegen.

Uniek aan dit model is dat het de combinatie van meerdere klimaatbeleid maatregelen bestaand, voorgenomen, geagendeerd en door de gebruiker nieuw te bedenken maatregelen tegelijk kan meenemen. Daarmee biedt de tool ook de mogelijkheid om de invloed van een nationaal emissieplafond of ETS2 en de al bestaande of voorziene klimaatmaatregelen tegelijk door te rekenen en de interactie tussen beiden kwantitatief te bestuderen.

Versie 1.0

De eerste versie van het BTM beschrijft de modules huisvesting, mobiliteit, voeding, spullen en vermogen. Voor deze modules hebben we de middels een analyse de historische gemiddelde levensstijl en 'fysieke' consumptie per inkomensgroep bepaald, zo veel mogelijk voor 2023 en anders zo recent mogelijk. Dit combineren we met economische kentallen en beleid om tot een kostenplaatje te komen, hetgeen we vergelijken met de historische uitgaven. Ook combineren we de fysieke consumptie met CO2-emissiefactoren om directe (scope 1) en indirecte (scope 2 en 3) emissies te bepalen. Dit geeft het basisjaar.

Naar de toekomst zou de consumptie (of ook de eigenschappen ervan) kunnen veranderen. Als gevolg van beleid kunnen keuzes duurder worden (heffingen), goedkoper worden (subsidies) of ook verplicht worden (normen). Deze

veranderingen beïnvloeden het gedrag van consumenten. De verwerking hiervan verschilt per module, en geeft inzicht in de ontwikkeling van kosten en emissies per inkomensgroep – maar ook bijvoorbeeld overheidsinkomsten. De hoofduitkomsten zijn in het dashboard onderaan te vinden, meer gedetailleerdere terugkoppelen in de grafieken en tabellen naast de instellingen.

Verder moet het benadrukt worden dat het BTM standaard met gemiddeldes per inkomensgroep werkt, terwijl er binnen een inkomensgroep toch grote verschillen in gedrag en consumptie kunnen zijn. Om hieraan tegemoet te komen is het ook mogelijk zelf een huishouden te specificeren, waarvoor dan ook de beleidseffecten doorgerekend worden. Hiervan is dan niet vast te stellen of dit huishouden slechts hypothetisch is of welk deel van de huishoudens het representeert, maar wel te verkennen hoe beleid voor verschillende huishoudens kan uitpakken.



Inleiding

In Nederland hebben we ons als doel gesteld om in 2050 klimaatneutraal te zijn. Dit betekent een klimaatneutrale gebouwde omgeving, mobiliteit, industrie, landbouw en energiesector. Het betekent eveneens dat de activiteiten van alle burgers (en bedrijven) klimaatneutraal zijn.

Vandaag de dag is dat nog niet het geval. De bijdrage aan de uitstoot van broeikasgassen verschilt echter tussen burgers, evenals hun vermogen om er iets aan te doen. Op dit moment stoten de hoogste inkomensgroepen de meeste CO₂ uit en de armste inkomensgroepen het minste¹.

Waar de energietransitie voor de bevolking naar toe gaat is grotendeels duidelijk. Het gaat om:

- Anders reizen
- Anders wonen
- Anders eten
- Anders consumeren

Veelal worden fossiele energiedragers zoals steenkool, aardolie en aardgas gesubstitueerd voor energiedragers die geen of nauwelijks broeikasgassen uitstoten. Vaak gaat het in de toekomst om elektriciteit en daarmee geproduceerde moleculen zoals groene waterstof.

Als we kijken naar bijvoorbeeld reizen en in het bijzonder personenauto's dan worden benzine, diesel en lpg-auto's vervangen door elektrische auto's. Een vergelijkbaar verhaal geldt voor wonen, daar wordt de CV-ketel op aardgas bijvoorbeeld vervangen door de hybride warmtepomp of de all-electric warmtepomp, met bijbehorende warmteafgifte systemen en voldoende isolatie.

Voor de hoogste inkomensgroepen zijn deze veranderingen in toenemende mate betaalbaar en onder eigen controle. Zo iemand kan het veroorloven om een oude benzine of dieselauto te verkopen en een nieuwe elektrische auto aan te schaffen. Maar in de armste inkomensgroepen wordt er of geen autogereden of is er een oude tweedehandsauto en is de aanschaf van een nieuwe elektrische auto financieel niet haalbaar. Idem voor een andere type verwarming. In de hoogste inkomensgroepen is het eigen huizenbezit hoog en kan men de investering doen die nodig is om naar een ander verwarmingssysteem te gaan. In de laagste inkomensgroepen wordt veelal gehuurd en is er geen of veel minder controle over welk verwarmingssysteem of mate van isolatie er in de woning is.

Het is dan ook logisch dat de subsidies, belastingheffingen en normeringen die gepaard gaan met deze substitutie voornamelijk terecht komen bij de hoogste inkomensgroepen. Deze kunnen daarmee zelf bepalen of ze nog een tijdje op de

¹ Ecorys (2022), "Onderzoek Nederlandse inkomens en CO2 voetafdruk: Inzichten uit bestaande data bronnen."

oude wijze doorleven of alvast de investering maken naar apparaten die minder CO₂ uitstoot veroorzaken.

Doordat mensen, die meer te besteden hebben ook in grotere huizen wonen, meerdere auto's hebben, vaker ver op vakantie gaan etc. is hun CO₂ footprint hoger is dan die van de lagere inkomensgroepen. Dus samenvattend is de situatie nu:

- Hogere inkomensgroepen hebben een hogere CO₂ uitstoot, lagere inkomensgroepen een lagere.
- Hogere inkomensgroepen hebben meer mogelijkheden om CO₂ armer te leven als ze dat willen, dan lagere inkomensgroepen.
- Hogere inkomensgroepen kunnen het zich ook veroorloven om langer door te gaan met de uitstoot van broeikasgassen als deze uitstoot wordt beprijsd.
- En hogere inkomensgroepen profiteren meer van belastingvoordelen dan lagere inkomensgroepen.

De overheid houdt bij het maken van beleid om broeikasgassen te reduceren onvoldoende rekening met de effecten op de verschillende inkomensgroepen

Naar de toekomst toe zou het beleid van de overheid de verschillende inkomensgroepen tijdens de energietransitie allemaal in staat stellen hun steentje bij te dragen aan het verminderen van de CO₂ uitstoot. Waarbij de hogere inkomensgroepen gemeten in tonnen CO₂ een hogere opgave hebben dan lagere inkomensgroepen.

Op dit moment is er geen rekenmodel dat voor toekomstige jaren de impact kan doorrekenen van een gelijktijdige verandering van de apparaten/materialen/energiedragers, die we gaan gebruiken per inkomensgroep en de beleidsmaatregelen die er genomen gaan worden om bepaalde apparaten/materialen/energiedragers te stimuleren of te verminderen.

Stel er wordt overheidsbeleid gevoerd om in 2030 2 miljoen elektrische auto's te hebben in Nederland en de verkoop van nieuwe benzine en dieselauto's te verbieden na 2030. Hoe pakt het overheidsbeleid met verlaagde BPM, wegenbelasting of bijtelling van de leaseauto en een verbod op verkoop van nieuwe auto's die nog CO₂ uitstoten dan uit voor de verschillende inkomensgroepen?

Ten eerste gaat er in dit voorbeeld veel gebeuren tussen nu en 2030. Zo komen er meer elektrische auto's beschikbaar, tegen lagere kosten. En waar 10 jaar geleden de elektrische auto 100.000 euro kostte is er inmiddels een ruim aanbod van auto's van 30.000 - 50.000 euro. Ook de tweedehands markt voor elektrische auto's zal zich verder ontwikkelen in deze periode. En er komt een

CO₂ belasting op het gebruik van benzine, diesel en LPG. Dit alles gaat er voor zorgen dat er meer elektrische auto's in bezit komen van Nederlanders of leasemaatschappijen.

Verder is het te verwachten dat deze 2 miljoen auto's niet evenredig verdeeld worden over de inkomensgroepen. Waarbij het aandeel elektrische auto's in de hoge en midden inkomensgroepen stijgt maar wellicht nog niet of slechts heel beperkt toeneemt in de lagere inkomensgroepen.

Wat betekent dit voor het vrij besteedbaar inkomen van de verschillende inkomensgroepen?

In het voorbeeld van de nieuwe CO₂ belasting betekent dit dus dat de kosten voor diegenen die door blijven rijden op benzine en diesel gaan stijgen en diegenen die overstappen op elektrische auto's relatief minder belasting gaan betalen als de CO₂ intensiteit van elektriciteit in 2030 aanzienlijk lager is dan nu en veel lager is dan die van benzine of diesel.

Het doel van het Beleid Transitie Model

Het hoofddoel van het Beleid Transitie Model (BTM) is om inzicht te krijgen in de financiële consequenties van vastgestelde, voorgenomen, geagendeerde en aanvullende klimaat- en energiebeleidsmaatregelen op verschillende inkomensgroepen in Nederland. Met het BTM moet onderzocht kunnen worden wat de effecten zijn van het uitvoeren van combinaties van verschillende beleidsmaatregelen en hoe een rechtvaardig klimaatbeleid eruit zou kunnen zien.

Rechtvaardig kan op verschillende wijzen worden geïnterpreteerd. Indien we de kernbeginselen van billijkheid van het UNFCCC (The United Nations Framework Convention on Climate Change)² voor verschillen tussen landen zouden projecteren op dit vraagstuk van verschillen tussen inkomensgroepen, dan zou dat het volgende kunnen betekenen:

1. Iedere inkomensgroep heeft een verantwoordelijkheid om klimaatverandering aan te pakken. Maar de omvang en aard van die verantwoordelijkheid is gedifferentieerd op basis van historische en huidige niveaus van broeikasgasemissies (historische verantwoordelijkheid).
2. Iedere inkomensgroep heeft verschillende capaciteiten en middelen om klimaatverandering aan te pakken (draagkracht).
3. Iedere inkomensgroep heeft het recht om zich economisch en sociaal te ontwikkelen (gelijke individuele rechten).

Dit komt dus in de praktijk erop neer dat de hogere inkomensgroepen een zwaardere verantwoordelijkheid hebben en meer mogelijkheden om een bijdrage te leveren dan lagere inkomensgroepen, zonder dat dit de lagere inkomensgroepen vrijpleit om ook hun bijdrage te leveren.

Versie 1.0 van het Beleid Transitie Model

Met het Belasting Transitie Model kan de gebruiker de economische gevolgen van klimaat- en energiebeleidsmaatregelen op verschillende inkomensgroepen onderzoeken. De gebruiker kan eenvoudig verschillende parameters aanpassen om de klimaat- en energiebeleidsgerelateerde uitgaven te berekenen die elke inkomensgroep betaalt op basis van hun verbruiksprofiel. Het BTM voert een delta-analyse uit om de verandering in uitgaven tussen het basisjaar en het toekomstige jaar te berekenen. Het BTM geeft ook inzicht welk deel van het jaarinkomen deze uitgaven uitmaken per inkomensgroep en hoeveel CO₂-eq er per inkomensgroep wordt uitgestoten.

Het gaat hier uitdrukkelijk om een delta analyse en niet een absolute analyse die voor het basisjaar ook probeert om bottom-up alle bestaande beleidsmaatregelen en de effecten daarvan op de inkomensgroepen in kaart te brengen. De delta analyse gaat alleen over beleidsmaatregelen die tot doel hebben de broeikasgasemissie te verlagen. Er wordt wel rekening gehouden met bestaande beleidsmaatregelen die in de komende jaren invloed zullen hebben op de delta analyse.

De uiteindelijke maatregelen die meegenomen worden in de modellering hebben daarnaast te maken met de beschikbare data. Door verschillende omstandigheden in de afgelopen jaren is het inkomen en uitgavenpatroon mogelijk sterk veranderd.

Verder gaat de eerste versie van het BTM alleen over beleidsmaatregelen die direct ingrijpen op consumenten. Bijvoorbeeld een verlaging van de degressiviteit in de hogere schijven van de energiebelasting heeft indirect een effect op consumenten vanwege een mogelijk kostprijsverhogend effect voor de bedrijven, maar in welke mate die kostprijs verhoging wordt doorberekend aan de consument en zeker in het geval van bedrijven die het grootste deel van hun producten exporteren is lastig vast te stellen.

Deze documentatie

Het vervolg van de technische documentatie gaat in op de inkomensgroepen in het BTM en de achtergrond van de vijf modules wonen, mobiliteit, voedsel, spullen en vermogen.

Inkomensgroepen

Naar alle Nederlandse huishoudens wordt in het BTM gekeken als tien inkomensgroepen van gelijke grootte, geordend naar inkomen. Deze inkomensgroepen, en niet individuele huishoudens of voorbeeld huishoudens, zijn dus ook de invalshoek die we gebruiken in het BTM. Dit betekent dat het BTM veelal met gemiddelden voor een inkomensgroep rekent, al zijn er ook subgroepen en spreidingen die op diverse plekken meegenomen worden. Het is overigens ook mogelijk om voorbeeld- of zelf te specificeren huishoudens door te rekenen, dat kan onder ‘Mijn Groepen’ en dat wordt verderop in deze documentatie toegelicht.

De reden dat we voor deze inkomensgroepen kiezen heeft voor een belangrijk deel te maken met de beschikbaarheid van de data, maar ook het feit dat hiermee de financiële mogelijkheden van huishoudens grotendeels al beschreven worden.

De meeste informatie over de inkomensgroepen komen van CBS². Het gaat hierbij o.a. over gemiddeld en mediaan gestandaardiseerd (maar ook besteedbaar) inkomen, maar ook het aantal personen per huishouden en waarden uitgesplitst naar samenstelling van het huishouden, woningbezit, etc. In het BTM rekenen we met gestandaardiseerde inkomen, dit zijn de netto besteedbare inkomens per huishouden, maar gecorrigeerd voor schaalgroottevoordelen³.

	Personen/hh	Gemiddeld gestandaardiseerd inkomen (k EUR in 2021)	Mediaan gestandaardiseerd inkomen (k EUR in 2021)	Gemiddelde besteding (k EUR in 2020)
IG1	1.7	10	12.4	21.1
IG2	1.7	17.7	17.7	22.0
IG3	1.7	21.2	21.3	25.6
IG4	2	24.5	24.5	29.2
IG5	2.1	28	28	33.0
IG6	2.3	31.7	31.7	35.7
IG7	2.4	35.6	35.5	38.2
IG8	2.5	40.2	40.1	43.4
IG9	2.5	47	46.7	47.4
IG10	2.6	79.1	62.4	56.6

De bestedingen worden ook via twee hoofdtabellen gerapporteerd: enerzijds de absolute bestedingen in euro's per jaar per bestedingscategorie⁴, anderzijds de gedetailleerdere relatieve bestedingen per (sub-)bestedingscategorie⁵. Het valt op dat al in de huidige situatie het gemiddelde gestandaardiseerde inkomen en de gemiddelde besteding voor de onderste inkomensgroepen ver uit elkaar liggen, terwijl deze meer richting een 1 op 1 relatie gaat voor de bovenste inkomensgroepen.

² CBS (2022): Inkomens van huishoudens, inkomensklassen, huishoudenskenmerken.

³ CBS (2018): Statistische Trends. Meten van inkomen en inkomensongelijkheid

⁴ CBS (2023): Bestedingen huishoudens; hoofdgroepen bestedingscategorieën

⁵ CBS (2023): Bestedingsaandeel huishoudens; bestedingscategorieën, huishoudkenmerken

In het vervolg gaan we verder in op de fysieke consumptie, uitgaven en emissies aan de hand van vijf modules: wonen, mobiliteit, voedsel, spullen en vermogen.

Wonen

Startsituatie wonen

Op basis van diverse datasets van het CBS hebben we in kaart gebracht wat de eigenschappen van de woningen van huishoudens per inkomensgroep zijn. De meest directe link tussen consumptie en inkomen komt van een maatwerk dataset die het energiegebruik en de energetische kwaliteit per inkomensgroep beschrijft⁶.

Dit beschrijft echter nog niet hoe men woont, wat het eigenaarschap van de woning is, hoe groot deze is, hoe goed deze geïsoleerd is. Dit zoeken we uit met behulp van andere data.

Een CBS tabel⁷ geeft de woonlasten per inkomensgroep, zowel voor eigenaren als voor huurders, waardoor o.b.v. de gemiddelden vast te stellen is welk percentage per inkomensgroep huurder en eigenaar is. Met dezelfde tabel is op een vergelijkbare wijze ook een onderscheid tussen corporatiehuur en vrije sectorhuur te maken. Zo verkrijgen we een verdeling per inkomensgroep over eigenaren, corporatiehuurders en vrije sector huurders.

Met behulp van een andere maatwerktabel^{8,9} is vast te stellen hoe de Nederlandse woningvoorraad verdeeld is naar eigenaarschap, type (eengezins/meergezins), bouwjaar en oppervlakte. We richten ons hierbij op een onderscheid in die volgorde, en omitteren het bouwjaar detail.

Door de bovenste twee analyses te combineren (eigenaarschap naar inkomensgroep en woningdetails naar eigenaarschap) verkrijgen we een specificatie van woningdetails naar inkomensgroep. De resultaten van deze data staat in de volgende tabel:

⁶ CBS (feb 2023): Aanvullende tabellen voor IBO Klimaat. Op basis van microdata Monitor Energiearmoede in Nederland 2020. O.a. Gemiddelde energieleveringen en -kosten, inclusief spreiding, voor inkomensgroepen, 2020.

⁷ CBS (datum): Woonlasten huishoudens; kenmerken huishouden. woning

⁸ CBS (2021): Woningvoorraad op 1 januari 2021 en mutaties 2020

⁹ CBS (2022): Energieverbruik woningen; woningtype, oppervlakte, bouwjaar en bewoning

	Eigenaar	Corporatiehuur	Vrije sector	Woonoppervlakte (m2)
IG 1	11%	71%	18%	73
IG 2	12%	66%	22%	91
IG 3	23%	55%	21%	99
IG 4	46%	36%	18%	107
IG 5	61%	25%	15%	119
IG 6	71%	17%	12%	123
IG 7	80%	12%	9%	130
IG 8	84%	8%	8%	132
IG 9	88%	5%	7%	135
IG 10	91%	3%	6%	150

NB: we kunnen geen kruisverbanden leggen. Een voorbeeld ter illustratie

We weten dat een appartement in de vrije sector gemiddeld 74 m2 groot is. We weten ook dat X% van de vierde inkomensgroep in een vrije sector appartement woont. Hierbij doen we standaard de impliciete aanname dat de woonoppervlakte per woningtype per eigenaarschap gelijk is over alle inkomensgroepen. Echter is het voorstelbaar dat een vrije sector huurder uit de hoogste inkomensgroep een grotere woning huurt dan een vrije sector huurder uit de onderste inkomensgroep. Technischer verwoord: de woningoppervlakte conditioneel op eigenaarschap conditioneel op inkomensgroep wordt verondersteld uniform te zijn, terwijl deze waarschijnlijk onevenredig verdeeld is en er wel een relatie met inkomensniveau is.

Dit leidt vermoedelijk tot een overschatting van de woonoppervlakte bij de onderste inkomensgroepen en een onderschatting bij de hoogste inkomensgroepen.

Met het bovenstaande hebben we een eerste beschrijving van hoe mensen van verschillende inkomensgroepen wonen, maar hebben we nog geen beschrijving van hun energiegebruik. Het type woning, woningoppervlakte maar ook de huishoudelijke samenstelling is daar echter van invloed op.

Energieverbruik

Voor het energieverbruik kijken we naar de warmtebehoefte om te koken, voor tapwater alsook voor ruimteverwarming, de stroombehoefte van elektrische apparaten en tot slot ook naar de elektriciteitsopwek door zonnepanelen.

Voor koken maken we gebruik van een PBL studie naar het referentieverbruik warmte in woningen¹⁰, die gebruik maakt van formules rond het warmteverbruik die vastgesteld zijn in een eerdere TNO studie¹¹. Hier wordt echter geen link gelegd met inkomensgroep. Wij hebben daarbij zelf evenredige spreidingen veronderstelt rond de gemiddeldes die daar genoemd worden, te weten een bandbreedte van 18% voor gasfornuis bezit (dalend met inkomen), 2 rond de frequentie van het verbruik (toenemend met inkomen), 10% van gasoven bezit (dalend met inkomen).

¹⁰ PBL (2023): Referentieverbruik warmte woningen. Achtergrondrapport

¹¹ ECN/TNO (2013): Methodiek voor opsplitsing CBS statistiek huishoudelijk gas- en elektriciteitsverbruik

Voor warmwater rekenen we dezelfde formules uit de TNO studie¹², met een onderscheid naar inkomensgroep. Allereerst verhogen we het aantal inwoners met een factor 0.31 om op een gezinsfactor te komen. Op basis van de CBS publicatie Watergebruik Thuis¹³ weten we per kwintiel wat vaatwasserbezit, douchefrequentie, badbezit en – frequentie is. Hier brengen we nog beperkte spreiding in om op decentiel basis te komen. We veronderstellen dat doucheminuten, waterbesparing, dagen afwezigheid en combivat afwezigheid gelijk zijn voor alle inkomensgroepen. Close in boilers zijn aanwezig in 10% van de huishoudens, waarbij wij aannemen dat deze waarde 0% is voor het eerste kwintiel en met 5% per kwintiel toeneemt. Met deze informatie zijn alle parameters voor de warm waterformule bekend en kan worden uitgerekend wat de warmtevraag hiervoor is.

Om het elektriciteitsverbruik te bepalen, kijken we naar de aanwezigheid van elektrische apparaten gecombineerd met een gemiddeld energieverbruik per apparaat. Er is één restpostcategorie, die het residu (verschil tussen het elektriciteitsverbruik per inkomensgroep zoals gerapporteerd door CBS¹⁴ enerzijds en de optelsom van het verbruik van alle elektrische apparaten die meegenomen worden) absorbeert. We nemen verder aan dat de onderste inkomensgroep een 10% hoger, de 2^e inkomensgroep 5% hoger, 9^e inkomensgroep 5% lager en de laatste inkomensgroep 10% lager verbruik per witgoedapparaat heeft. Dit is ingegeven door de observatie dat lagere inkomens doorgaans inefficiëntere apparaten met een slechter energielabel hebben, en andersom voor hogere inkomens.

De aanwezigheid en het verbruik per apparaat per inkomensgroep staat in Appendix 1.

Er wordt ook stroom opgewekt; via het CBS weten we dat er 7.738 GW aan zonnepanelen er op de daken van Nederlandse huishoudens liggen eind 2022, met een productie van 6.899 GWh¹⁵. In het energie-overzicht per inkomensgroep wordt er ook een afschatting gegeven van hoeveel stroom teruggeleverd wordt¹⁶. Onder de aanname dat 40% van de opwek lokaal geconsumeerd wordt, is het dan mogelijk om de zonnepanelen over de inkomensgroepen te alloceren.

De uiteindelijke warmtevraag is net als in de TNO studie¹⁷ te herleiden via een residuele methode: het verschil tussen het gasverbruik per inkomensgroep en het gasverbruik voor koken en warm water, is het gasverbruik voor ruimteverwarming. Met de eerder bepaalde woonoppervlakten is dan ook terug te rekenen wat de nuttige warmtevraag per vierkante meter woonoppervlakte is, per inkomensgroep. Deze waarde is een resultante en wordt o.a. ook beïnvloed

¹² ECN/TNO (2013): Methodiek voor opsplitsing CBS statistiek huishoudelijk gas- en elektriciteitsverbruik

¹³ CBS (2022): Watergebruik Thuis (WGT) 2021 Schattingen van het watergebruik per dag door personen en huishoudens

¹⁴ CBS (feb 2023): Aanvullende tabellen voor IBO Klimaat. Op basis van microdata Monitor Energiearmoede in Nederland

¹⁵ CBS (2023): Zonnestroom; vermogen en vermogensklasse, bedrijven en woningen, regio

¹⁶ CBS (feb 2023): Aanvullende tabellen voor IBO Klimaat. Op basis van microdata Monitor Energiearmoede in Nederland

¹⁷ ECN/TNO (2013): Methodiek voor opsplitsing CBS statistiek huishoudelijk gas- en elektriciteitsverbruik

door het isolatieniveau. Op basis van zowel de CBS energiematwerk tabellen als de historische analyse per woningtype in het Energietransitiemodel valt het op dat de isolatiewaardes gemiddeld genomen niet veel verschillen tussen inkomensgroepen en woningtypen. We nemen daarom aan, op basis van het ETM, dat woningen gemiddeld 20% warmtevraagreductie hebben t.o.v. volledig ongeïsoleerd.

Deze warmtevraag kan op verschillende manieren ingevuld worden. Bijna 90% van de woningen in Nederland wordt met een CV ketel verwarmd (ong. 84% CV ketel en 6% blokverwarming), 6% met stadsverwarming, ongeveer 4,5% all-electric warmtepompen en ongeveer 0.5% hybride warmtepompen¹⁸ (zie hiervoor ook de appendix). Ook deze getallen zijn niet bekend voor inkomensgroepen. Wij nemen aan dat CV ketels respectievelijk 20% en 10% meer en warmtepompen resp. 20% en 10% minder voorkomen voor de laagste twee inkomensgroepen, en andersom voor de hoogste twee inkomensgroepen¹⁹.

De efficiency van de verwarmingstechnologieën wordt als volgt verondersteld: 104% LHV voor ruimteverwarming en 76% voor tapwater voor cv ketels en een COP van 3.39 voor ruimteverwarming en 2.2 voor tapwater voor all-electric warmtepompen²⁰. Van hybride warmtepompen nemen we aan dat 80% van de ruimteverwarming en 70% van de tapwatervoorziening met het warmtepomp deel ingevuld wordt.

Uitgaven

Op basis van het voorgaande hebben we een beschrijving van de historische situatie. We kunnen hiermee ook de (historische) kosten uitrekenen. Voor de energierekening nemen we energieprijzen, energiebelastingen, nettarieven en belastingteruggave mee. De energiebelastingen en belastingteruggave zijn bekend van de belastingdienst. Voor de nettarieven baseren we ons op de 2023 tarieven van Stedin voor gas (G4-G6 500-400 m³) en elektriciteit (1*10A t/m 3x25A). De gemiddelde energieprijzen zijn zo ingesteld dat de huishoudelijke uitgaven aan de energierekening ongeveer overeenkomen met de uitgaven zoals gerapporteerd in de huishoudelijke bestedingen van CBS^{21,22}.

Daarnaast zijn er ook afschrijvingen van investeringen, en gelden daar ook subsidies voor (hybride) warmtepompen. Beide getallen komen van Milieucentraal (12k excl 3k subsidie AE WP, 8k incl CV excl 2.5k subsidie HWP)²³. De onderhoudskosten worden verondersteld als 100 EUR/jaar voor CV-ketels en 50 EUR/jaar voor all-electric warmtepompen (en de som voor hybride

¹⁸ CBS (2022): Woningen; hoofdverwarmingsinstallaties, regio

¹⁹ Warmte365.nl (8 februari 2023): 110.000 warmtepompen erbij in 2022, maar vooral onder lage inkomens valt nog een wereld te winnen

²⁰ CE Delft (2023): Update kentallen installaties Vesta MAIS

²¹ CBS (2023): Bestedingen huishoudens; hoofdgroepen bestedingscategorieën

²² CBS (2023): Bestedingsaandeel huishoudens; bestedingscategorieën, huishoudkenmerken

²³ Milieucentraal (2023): Welke warmtepompen zijn er? Geraadpleegd 25 augustus 2023

warmtepompen), bedragen incl. BTW²⁴. Van alle drie de apparaten gaan we uit van een levensduur van 15 jaar.

Emissies

De directe emissies kunnen uitgerekend worden door het gasverbruik te vermenigvuldigen met de door RVO vastgesteld emissiefactor voor aardgas (56.4 kg CO₂/GJ²⁵). Elektriciteits- en stadswarmteverbruik hebben daarentegen enkel indirecte emissies. Naar schatting zijn de emissiefactoren voor stroom en warmte in 2023 respectievelijk 230 kg CO₂/MWh en 25.37 kg CO₂/GJ²⁶ en voor 2030 veronderstellen we respectievelijk 70 kg CO₂/kWh²⁷ en 20 kg CO₂/GJ²⁸.

Modellering toekomstjaar

De berekening voor het toekomstjaar is met name gericht op de warmtevoorziening. Voor elk jaar na het basisjaar tot en met het eindjaar vindt de volgende analyse plaats.

Allereerst wordt een jaarlijkse efficiencyverbetering van elektronische apparatuur meegenomen en volgt daaruit de finale stroomvraag voor apparatuur voor dat jaar.. Vervolgens wordt bekeken afhankelijk van de isolatiegraad wat de gasvraag en stroomvraag zou zijn om de nuttige warmtevraag in te vullen, voor zowel een cv-ketel, hybride warmtepomp, als warmtepomp. Voor deze waarden wordt vervolgens berekend voor de dan geldende kale energieprijzen, energiebelasting en eventuele CO₂ heffing wat de variabele kosten zijn.

Een simpele manier om de terugverdientijd van een (hybride) warmtepomp t.o.v. een cv ketel te benaderen is door de meerinvestering (met inachtneming van subsidies) daarvan te delen door de besparing in variabele kosten. Dit is echter een benadering. Een rationelere berekening neemt dan ook de onderhoudskosten, nettarieven en toekomstige verschuiving van de energiebelasting de komende jaren mee. Daarmee is dan een rationelere berekening van de terugverdientijd te maken.

Vervolgens komen we aan bij het besluitproces voor isolatie en een eventuele verandering van verwarmingstechnologie, per soort eigenaarschap. Voor de koopsector wordt voor de overstap van verwarmingstechnologie naar stromen gekeken: noodzakelijk vervanging bij uitval van cv-ketel, vervanging bij verhuizing/verbouwing en spontane vervanging. De terugverdientijd van de

²⁴ CE Delft (2023): Update kentallen installaties Vesta MAIS

²⁵ RVO (2022): Nederlandse lijst van energiedragers en standaard CO₂ emissiefactoren, versie januari 2022

²⁶ CO₂emissiefactoren.nl (januari 2023): Warmtelevering. Gemiddelde warmtenetten.

²⁷ PBL (2022): KEV2022. *lineaire intrapolatie voor 2023*.

²⁸ Aannames: 20% emissiereductie t.o.v. historische waarde, ongeveer in lijn met de resterende opgave

(hybride) warmtepomp in combinatie met instellingen rond de overstapgevoeligheid bepalen vervolgens welk deel van de eigenaar per stroom overstapt.

Voor de vervangingsstroom wordt uitgegaan dat 1/15 (15 jaar is de technische levensduur van de cv-ketel) jaarlijks aan vervanging toe is. Voor de verhuizingsstroom observeren we dat recentelijk gemiddeld 215 duizend woningen per jaar verkocht worden. Niet alle woningen daarvan zijn overigens koopwoningen, maar ze maken wel veruit het grootste deel daarvan uit. Voor de spontane stroom komen alle eigenaren die niet al de keuze tot overstap in dat jaar gemaakt hebben in aanmerking.

Voor isolatie geldt voor eigenaren dat er nog geen uitgebreide kostenoverweging ingebouwd is. Hoeveel eigenaren hun woning isoleren per jaar tot welke standaard, is direct instelbaar. Het is voorstelbaar dat deze module in de toekomst uitgebreid wordt.

Voor de huursector is het besluitproces anders, en ook daarbinnen. Voor de sociale huur geldt een blokaanpak, waarbij de corporatie een blok woningen aanpakken voor isolatie en/of voor verwarming van de verwarmingstechnologie. Het is direct instelbaar hoeveel woningen geïsoleerd worden tot welke standaard en hoeveel woningen van een cv-ketel af gaan per jaar. Isolatiemaatregelen mogen niet doorberekend worden qua kosten, verwarmingstechnologiewisseling kunnen deels via servicekosten meegenomen worden.

Voor de vrije sector mogen de kosten wel volledig doorberekend worden. Daar gelden de bekende sporen van vervanging, verhuizing en spontaan die we ook bij de koopsector zagen, echter met lagere percentages. Voor vervanging wordt weer naar de uitval van cv-ketels gekeken. Voor verhuizingen ramen we dat jaarlijks bijna 470 duizend verhuizingen plaatsvinden in de vrije sector²⁹.

Tot slot wordt een aantal woningen aangesloten op warmtenetten (volume instelbaar). Hierna wordt de eindbalans voor het jaar opgemaakt qua technologiemix en isolatieniveau per inkomensgroep, en start de analyse voor het volgende jaar.

Beleidsopties

Het is mogelijk om middels heffingen en subsidies alsook instellingen rond gedrag en collectieve besluitvorming deze dynamiek te beïnvloeden. Normen zijn niet expliciet opgenomen maar wel impliciet: immers is een overstappercentage van 100% bij vervanging qua gevolgen gelijk aan een norm die dat gebiedt. In de

²⁹ Analyse obv CBS (2022): Kerncijfers verhuisde personen & DNB (2022): Huurders in gereguleerde markt verhuizen minder vaak

huidige vorm komt een verplichte vervanging van een cv-ketel vanaf 2026 daar op neer³⁰.

Het is o.a. mogelijk de schijven en tarieven van de energiebelasting op elektriciteit en gas aan te passen, een CO2 heffing in te voeren, energiebelastingteruggaaf alsook subsidies voor (hybride) warmtepompen aan te passen.



³⁰ Dit geldt voor eengezinswoningen met een terugverdientijd van maximaal 7 jaar, volgens Rijksoverheid (17 juli 2023): Vragen en antwoorden: hybride warmtepomp de standaard in 2026

Mobiliteit

De module mobiliteit valt uiteen in de submodules mobiliteit per auto, ov en vliegtuig. Wat betreft uitstoot zijn de modules auto en vliegtuig het grootste (~ 16 Mton en ~ 13 Mton). De kosten zijn het grootste in de module auto. De kosten van de module vliegen en de kosten uitstoot van de module OV zijn beperkt.

Auto

De module autogebruik is de meest complexe van de module mobiliteit. Met name omdat hierin veel factoren van belang zijn zoals het gemiddelde verbruik van verschillende type auto's, verschillende grootte (klassen) auto's, de leeftijd van het wagenpark, een complexe dynamiek met instroom, import en export van nieuwe auto's, een aanzienlijk gedeelte zakelijk verkeer en mogelijke invloeden van kilometerheffing, accijnzen, motorrijtuigenbelasting, btw, bpm en meer fiscale regelingen.

Daar staat tegenover dat er veel gegevens zijn over het Nederlandse wagenpark en de invloed van bepaald beleid. Door het combineren van de huidige statistiek van CBS en diverse rapporten zoals die van het KiM, CBS/CPB kan er op goede wijze een beeld worden gemaakt van het huidige wagenpark en de mogelijke ontwikkelingen hierin.

Vanuit de statistiek gebruiken we voor de aantallen auto's de registratie van begin 2023 (eind 2022), terwijl we voor het autogebruik (gereden kilometers) de statistieken van 2019 gebruiken.

Startsituatie Mobiliteit - wagenpark

Voor de startsituatie van Mobiliteit maken we gebruik van de autotelling van de Basis Registratie Voertuigen (BRV), ook bekend als de kentekenregistratie van RDW³¹. Hierin is opgenomen wat het aantal actieve auto's is voor een bepaald jaar, waarin verder uitgesplitst kan worden of een auto privé of zakelijk gebruik is, wat het bouwjaar van de auto is en welke brandstofsoort wordt gebruikt.

Wat betreft brandstofsoorten maken we onderscheid tussen benzine, diesel, volledig elektrisch, plug-in elektrisch en overige (zoals LPG, CNG en waterstof) auto's. Niet plug-in hybride auto's worden onder benzine geschaard. Dit betekent dat voor de uitsplitsing in de kentekenregistratie, we verder gebruik maken van een uitsplitsing van het aantal stekkerauto's³². De hoeveelheid privé of zakelijke auto's worden voor deze extra uitsplitsing BEV en PHEV gehaald van het

³¹ CBS (2023); Personenauto's actief; voertuigkenmerken, regio's, 1 januari, beschikbaar via:

<https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/85237NED/table?ts=1683110007622>

³² Voor data t/m 2021 maken we gebruik van CBS (2021) Aantal stekkerauto's, 2014-2021, beschikbaar via

<https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2021/41/aantal-stekkerauto-s-2014-2021> . Vanaf 2022 maken we gebruik van RVO (2023, Electric Vehicles Statistics in the Netherlands).

nieuwsbericht Groei aantal stekkerauto's zet door t/m 2021 en vanuit de diverse *Trendrapport Nederlandse markt personenauto's* voor de latere jaren³³.

Door deze data te combineren ontstaat er een volledig overzicht van het aantal auto's gecategoriseerd op bouwjaar³⁴, brandstoftype (benzine, diesel, full-electric, PHEV en overig) en of de auto privé of zakelijk is. Vanuit de statistiek is niet bekend voor een specifiek jaar welk gedeelte van bijvoorbeeld de dieselauto's privé of zakelijk gebruikt is (enkel de totalen diesel en het aantal privé en zakelijke auto's). Hierbij wordt gebruik gemaakt van een andere CBS tabel waarin ook de bedrijfsvoorraden staan en waarin de autoleeftijd t/m 10 jaar wordt gespecificeerd³⁵. Door middel van een lineaire schaling met het totaal aantal auto's wordt een inschatting gedaan voor het aantal bedrijfsdiesel auto's in een specifiek jaar.

Voor een inschaling voor de verschillende inkomensgroepen wordt gebruik gemaakt van de maatwerktabellen uit 2019³⁶. De gewichtsklassen per inkomensgroep worden gebruikt om een inschatting te maken voor welke auto er in welke inkomensgroep zit. De elektrische en PHEV-auto's worden uit deze vergelijking gehaald vanwege hun hogere gewicht. Dit levert een inschatting op voor bijvoorbeeld het aantal benzineauto's met een gewicht tussen 850-1150 kg. Deze analyse komt goed overeen met de verschillende type auto's per inkomensgroep vanuit de maatwerktable, waarin er dus een extra onderscheid is gemaakt op vier verschillende gewichtsklassen.

Aangezien voor zakelijk bezit we geen uitsplitsing konden vinden per inkomensgroep, is er in de modellering vanuit gegaan dat deze op dezelfde manier verdeeld is als privé bezit. Verder is voor elektrische en PHEV-auto's gekozen om niet de gewichtsklassen te gebruiken maar de autoklassen A, B, C en DE, zoals beschreven staat in de diverse *Trendrapport Nederlandse markt personenauto's*.

De totalen, het gemiddeld aantal auto's, type brandstof en gewichtsklassen per inkomensgroep kloppen in het geheel goed met de statistiek. Het is echter niet duidelijk hoe oud de auto's zijn voor de verschillende inkomensgroepen. Hierin lijkt het aannemelijk dat nieuwe auto's meer door hogere inkomensgroepen gekocht worden. Bij gebrek aan bronnen hiervoor hebben we hier geen verdere uitsplitsing voor aangenomen, maar dit is wel mogelijk in een volgende versie van het model.

³³ CBS (2021) <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2021/41/groei-aantal-stekkerauto-s-zet-door> en o.a., RVO, Revnext, Trendrapport Nederlandse markt personenauto's Feiten, cijfers en ontwikkelingen, editie 2023 (2023).

³⁴ In het model hanteren we jaarlijkse getallen vanaf 1990 en een groep auto's ouder dan 1990.

³⁵ CBS (2022): Verkeersprestaties personenauto's; kilometers, brandstofsoort, grondgebied

³⁶ CBS (2019): Autobezit en kilometers huishoudens naar inkomen, 2019, beschikbaar via <https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2023/07/autobezit-en-kilometers-huishoudens-naar-inkomen-2019>

Kosten voor auto's

De autokosten worden uitgesplitst in afschrijving, brandstofkosten, verzekering, MRB en onderhoud en reparatie zoals o.a. Nibud dit doet³⁷. Voor de afschrijving van een auto maken we een verder onderscheid welke kale kosten, BTW, BPM en subsidies er zijn. De kale kosten en BPM voor verschillende autosegmenten voor benzine, BEV en PHEV worden uit het Trendrapport Nederlandse markt personenauto's 2023 gehaald. De kale kosten voor diesel en overige auto's zijn gelijk aan de benzine auto's waarbij 2250 euro wordt opgeteld³⁸. De BPM voor diesel en overige auto' wordt geschaald met de uitstoot per km (zie verderop) met de benzineauto's, waarbij er voor de dieselauto's ook de dieseltoeslag bij opgeteld wordt. Elektrische auto's hebben nu een subsidie die na 2025 niet meer actief is. De vaste afschrijvingskosten worden vervolgens berekend door de afschrijving³⁹ van het bijbehorende jaar te vermenigvuldigen met de kale kosten, BPM, BPM en subsidie.

De gemiddelde autokosten voor de overige onderdelen zijn minder bekend per type auto. Daarom worden er enkele aannames gedaan waarmee de uitkomsten van Nibud worden geschaald voor andere brandstofsoorten. De verzekeringskosten voor auto's worden vanuit het Nibud overzicht autokosten gebruikt en geschaald met de kale kosten van een auto t.o.v. een benzineauto. Hierbij worden de gewichtsklassen gebruikt om inzicht te krijgen in de autoklassen die het Nibud gebruikt. Onderhoud en reparaties zijn hetzelfde voor de autotypes zoals Nibud rapporteert, met uitzondering van de elektrische auto's die op 80% zijn gezet vanwege minder draaiende onderdelen in de auto. De MRB is ook gelijk aan de getallen die Nibud rapporteert, waarbij voor diesel en overige auto's een schaling met een factor 2 wordt gemaakt vanwege gewicht en een toeslag voor vervuiling. Voor elektrische auto's is een aparte MRB van toepassing die is opgenomen in het beleid, maar het is nog niet bekend welke waarde dit zal hebben. In het model is deze vanaf 2025 gelijk gesteld aan de MRB van benzine en PHEV. Deze kengetallen worden aanpasbaar gemaakt in de gebruikersinterface.

De brandstofkosten worden berekend door een gemiddeld verbruik per kilometer. Voor de benzineauto's worden de getallen van Nibud gebruikt, waarbij het verbruik te berekenen is door de kilometers per maand te delen door de brandstofkosten gedeeld door de prijs per liter brandstof. Het gemiddeld verbruik wordt voor de dieselauto's geschaald met de emissies van diesel vs benzineauto's, zoals die te vinden is in Trendrapport Nederlandse markt personenauto's – Editie 2022, figuur 56. Het verbruik van elektrische auto's is geschaald met een factor 0.4 waardoor het verbruik rond de 15 kWh/100 km ligt⁴⁰. Voor het verbruik van PHEVs is gerekend met de brandstofmix 27% elektrisch en 73% benzine, waarbij verder met een gemiddeld verbruik wordt

³⁷ Nibud (2023): Autokosten, beschikbaar via <https://www.nibud.nl/onderwerpen/uitgaven/autokosten/>

³⁸ De kosten voor het installeren van een LPG tank zijn tussen de 1500 – 3000 euro:

<https://www.anwb.nl/autobrandstof/lpg-autogas>.

³⁹ De afschrijvingscurve van de wikipediapagina car costs is gebruikt om een inschatting te krijgen van de afschrijving per jaar. https://en.wikipedia.org/wiki/Car_costs

⁴⁰ EVkenniscentrum, (geraadpleegd op 04/09/2023) 2023: <https://evkenniscentrum.nl/kw-en-kwh>

gerekend voor de brandstofmix op basis van de cijfers van CO₂emissiefactoren⁴¹. Voor overige auto's wordt 15% meer brandstof aangenomen (zoals de ANWB rapporteert over LPG vs benzineauto's⁴², LPG is veruit de grootste categorie in de groep overige auto's).

Voor de brandstofprijzen wordt de meest recente waarde gebruikt vanuit de CBS tabel Pompprijzen motorbrandstoffen; locatie tankstation, brandstofsoort⁴³. Dit is op het moment van schrijven juli 2023. De accijns is 0.7981 euro/liter voor benzine, 0.51625 euro/liter voor diesel en 0.34474 euro/liter voor lpg⁴⁴. De kosten voor elektrisch laden zijn lastiger te duiden. Hierin wordt een laadprofiel gebruikt uit figuur 75 van Trendrapport 2023⁴⁵ en de kosten van de ANWB⁴⁶, waarbij wordt aangenomen dat er een sterke link is tussen zonnepanelen en een elektrische auto, waardoor de kosten van thuisladen op 0.02 euro/kWh gezet zijn.

De kosten voor zakelijk verkeer zijn gebaseerd op de bijtelling, waarbij we inschatten dat de bijtelling voor 91% van de zakelijke rijders geldt op basis van respondenten in het zakenauto onderzoek⁴⁷. Vanuit het wagenpark en het aantal zakelijke auto's is er per inkomensgroep een indeling gemaakt van de hoeveelheid auto's en de leeftijd ervan. Voor benzine, diesel, PHEV en overige auto's is er een bijtelling van 22%, voor BEV wordt gebruik gemaakt van de gemiddelde bijtelling voor verschillende autotypes in het Trendrapport personenauto's 2023. De bijtelling wordt vermenigvuldigd met de schijf van het belastingtarief van de inkomensgroep. Verder worden er voor zakelijk verkeer geen kosten aan de inkomensgroepen toegerekend, hoewel dat in de praktijk wel voor privé-gebruik kan voorkomen.

Uitstoot autogebruik

De uitstoot voor de verschillende inkomensgroepen wordt bepaald door het type auto, het verbruik daarvan en het gemiddeld aantal kilometers van een inkomensgroep met auto. Daarnaast wordt rekening gehouden met meer kilometers voor nieuwere auto's en wordt er onderscheid gemaakt in de tank-to-wheel (TTW) en well-to-wheel (WTW) emissies. De emissie voor de productie van de auto wordt bij de module 'Spullen' beschreven.

⁴¹ PHEV uitstoot is 0.125 kg/km, 27% elektrisch en 73% benzine. Uitgaande van een gemiddelde stroommix en onbekende brandstof, is het verbruik $0.125 / (0.27 * 0.069 + 0.73 * 0.193) = 1.33$ beter dan een benzineauto
<https://www.co2emissiefactoren.nl/lijt-emissiefactoren/>.

⁴² ANWB, (geraadpleegd op 04/09/2023) 2023: <https://www.anwb.nl/auto/brandstof/lpg-autogas>

⁴³ CBS, 2023: Pompprijzen motorbrandstoffen; locatie tankstation, brandstofsoort, beschikbaar via <https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/81567NED>

⁴⁴ Belastingdienst 2023: Accijnsverhoging voor brandstoffen vanaf 1 juli 2023, beschikbaar via: <https://www.belastingdienst.nl/wps/wcm/connect/bldcontentnl/berichten/nieuws/douane/Aacijnsverhoging-voor-brandstoffen-vanaf-1-juli-2023>

⁴⁵ RVO, Revnext 2023: Trendrapport Nederlandse markt personenauto's Feiten, cijfers en ontwikkelingen Editie 2023, figuur 75.

⁴⁶ <https://www.anwb.nl/auto/elektrisch-rijden/wat-kost-het-opladen-van-een-elektrische-auto>

⁴⁷ Automobiel Management, RDC, VNA 2018: Nationaal zakenauto onderzoek 2018.

Het gemiddeld aantal kilometers per inkomensgroep voor privéverkeer komt uit de maatwerktabel Autobezit en kilometers huishoudens naar inkomen⁴⁸. Deze cijfers geven gemiddelde autokilometers voor huishoudens per inkomensgroep voor huishoudens die ten minste een auto hebben. Het aantal auto's vermenigvuldigd met het gemiddeld aantal kilometers per inkomensgroep geeft het totaal aantal kilometers van een inkomensgroep. Wanneer dit vermenigvuldigd wordt met het verbruik per autoleeftijd is inzichtelijk hoeveel brandstof een inkomensgroep in een jaar heeft gebruikt. Daarnaast wordt rekening gehouden met het feit dat nieuwe auto's gemiddeld meer kilometers rijden dan oude auto's. Hierin wordt het gemiddeld aantal gereden kilometers van benzine en dieselauto's uit het Trendrapport 2023 gehaald, figuur 72⁴⁹. Deze gemiddelde kilometerstanden voor autoleeftijden worden gebruikt als weegfactor in de berekening. De weegfactor voor BEV, PHEV en overige auto's is aangenomen hetzelfde te zijn als die van diesel, aangezien het gemiddeld aantal kilometers in figuur 73 behoorlijk lijkt op die van diesel. Vervolgens kunnen met de TTW en WTW emissies van CO₂emissiefactoren de directe en indirecte emissies van het gebruik van de auto uitgerekend⁵⁰.

Voor zakelijk verkeer worden wederom cijfers uit 2019 gebruikt. In totaal werd er 122.5 miljard kilometer afgelegd, waarvan 26.6 door zakelijke auto's⁵¹. Met het totaal aantal kilometers van zakelijke auto's⁵² kan een inschatting gemaakt worden per inkomensgroep hoeveel zakelijke kilometers er met een bepaalde auto gemaakt worden. De totale kilometers voor BEV en PHEV worden echter niet uitgesplitst in deze tabel en opgeteld bij de benzinekilometers. Voor BEV en PHEV wordt daarom een inschatting gemaakt dat het gemiddelde bedrijfsjaarkilometrage gelijk is aan de indicatie voor diesel in tabel Verkeersprestaties personenauto's; eigendom, brandstof, gewicht 2001-2020⁵³. Het totaal aantal gereden BEV- en PHEV-kilometers wordt vervolgens van de benzinekilometers afgetrokken, waarna voor de benzineauto een goede inschatting van het totaal aantal gereden zakelijke kilometers gemaakt kan worden. Alle kilometers worden geschaald met het aantal privékilometers dat gemaakt wordt binnen een groep. Vervolgens worden met de emissiefactoren van CO₂emissiefactoren de totale uitstoot voor de zakelijke auto's uitgerekend per inkomensgroep.

Modellering toekomstjaar

Voor de modellering van het toekomstjaar wordt gebruik gemaakt van een jaarlijkse uitstroom door export en sloop, een jaarlijkse import van nieuwe auto's

⁴⁸ CBS (2019): Autobezit en kilometers huishoudens naar inkomen, 2019, beschikbaar via <https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2023/07/autobezit-en-kilometers-huishoudens-naar-inkomen-2019>

⁴⁹ RVO, Revnext, Trendrapport Nederlandse markt personenauto's Feiten, cijfers en ontwikkelingen, editie 2023 (2023).

⁵⁰ CO₂emissiefactoren 2023, Lijst emissiefactoren, geraadpleegd op 04/09/2023 via <https://www.co2emissiefactoren.nl/liijst-emissiefactoren/>. Voor benzine is gebruik gemaakt van de E10 blend en bij diesel de B7 blend.

⁵¹ CBS 2020: Opnieuw record personenautokilometers in 2019, beschikbaar via <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2020/40/opnieuw-record-personenautokilometers-in-2019>

⁵² CBS 2022: Verkeersprestaties personenauto's; kilometers, brandstofsoort, grondgebied, beschikbaar via <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/85404NED/table?ts=1681387108676>

⁵³ CBS 2022: Verkeersprestaties personenauto's; eigendom, brandstof, gewicht 2001-2020, beschikbaar via <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/71107ned/table?dl=55439>

en occasions, en een binnenlandse handel. Uitgangspunten in deze modellering is dat het aantal auto's stijgt richting 2030 naar 9.61 miljoen⁵⁴, dat de import van nieuwe auto's gelijk is aan de historische (129273 voor privé en 180044 voor zakelijk⁵⁵) en dat de import van occasions voor zakelijk verkeer 41000 auto's is⁵⁶. Het aantal geïmporteerde occasions voor privébezit is hierin een sluitpost die ervoor zorgt dat het aantal auto's per jaar groeit naar de 9.61 miljoen. Aangezien deze instellingen onzeker zijn kan een gebruiker deze waarde aanpassen.

De sloop en export van auto's wordt gemodelleerd met behulp van historische trends⁵⁷. De exportleeftijd voor BEV en PHEV is t/m 10 jaar beschikbaar, waardoor er voor het verdere verloop de referentiewaarde van benzine is aangenomen. Voor het sloopperscentage is het gemiddelde van benzine en diesel voor BEV, PHEV en overig genomen. Voor auto's ouder dan 1990 worden de cijfers van tot 30 jaar gebruikt.

Per jaar wordt er op basis van deze cijfers het aantal auto's per brandstoftype per jaar uitgerekend die wegvallen uit het wagenpark. De groei van het wagenpark komt door de vaste import van nieuwe auto's en zakelijke occasions en de variabele import van occasions voor privégebruik. Het wagenpark van iedere inkomensgroep groeit hierin per jaar met dezelfde hoeveelheid auto's.

Per jaar wordt voor elke inkomensgroep een kostenanalyse gemaakt op basis van afschrijving, brandstofkosten, verzekering, onderhoud en een eventuele kilometerheffing⁵⁸. De meerinvestering is hierin de afschrijving, verzekering en belasting, de variabele kosten zijn brandstofkosten en onderhoud. Op basis hiervan wordt een vergelijking gemaakt wat de terugverdientijd is van de huidige auto met een elektrische auto. Indien de terugverdientijd kleiner is dan 5 jaar, investeert 35% in een elektrische auto en het overige deel koopt een vergelijkbare auto als daarvoor. Met deze instellingen komt het totaal aantal elektrische auto's op 1.6 miljoen in 2030, overeenkomstig met de ramingen in de KEV⁵⁹. Deze instellingen zijn door de gebruiker aan te passen. In de modellering wordt daarin expliciet aangenomen dat de afweging voor een nieuwe auto vooral een afweging is tussen eenzelfde type als eerst vs een elektrische auto. De terugverdientijd wordt uitgerekend met hetzelfde jaarkilometrage als de niet-elektrische auto heeft, omdat niet elke autorijder dezelfde kilometerbehoefte heeft.

⁵⁴ BOVAG, KPMG, 2022: HET AUTOMOTIVE RETAILNETWERK IN 2030

⁵⁵ CBS (2023); Personenauto's actief; voertuigkenmerken, regio's, 1 januari, beschikbaar via: <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/85237NED/table?ts=1683110007622>

⁵⁶ RVO, Revnext, Trendrapport Nederlandse markt personenauto's Feiten, cijfers en ontwikkelingen, editie 2023 (2023), pagina 41.

⁵⁷ RVO, Revnext, Trendrapport Nederlandse markt personenauto's Feiten, cijfers en ontwikkelingen, editie 2023 (2023)

⁵⁸ Voor brandstof en belasting (MRB) wordt in de kostenanalyse vooruitgekeken. Als het bijvoorbeeld duidelijk wordt dat de komende jaren de olieprijs flink zullen stijgen, zal een inkomensgroep minder geneigd zijn om een benzineauto te kopen en vice versa voor elektriciteit. De inkomensgroepen kijken vooruit met de gemiddelde jaren dat een auto in bezit is. Deze verschilt per inkomensgroep en is gemiddeld 4.39 jaar. Deze waarde is gebaseerd op CBS (2017) Nederlanders en hun auto.

⁵⁹ KEV 2022

Naast de investeringsbeslissing spelen ook overige ontwikkelingen mee zoals het aantal gemaakte kilometers. Deze worden uitgerekend via prijselasticiteiten. Het KiM heeft hiervoor in 2018 een rapportage gemaakt waar de elasticiteiten uit gebruikt zijn⁶⁰. Deze elasticiteiten hebben enkel invloed op het aantal gemaakte kilometers en niet op autobezit⁶¹. Voor een prijselasticiteit op brandstof wordt gebruik gemaakt van -0.15. Verder wordt reactie op kilometerheffing beschreven met drie datapunten. Uit deze punten hebben wij een lineaire fit hebben gemaakt. Vervolgens wordt de reactie op een andere brandstofprijs anders geschaald voor privé en zakelijke auto's, aangezien de reactie bij zakelijk verkeer lager is. Tot slot wordt er ook rekening gehouden met een kruiselasticiteit tussen ov en autokilometers van 0.02.

Het toekomstige wagenpark wordt op deze manier dus bepaald door een investeringsbeslissing van een elektrische auto vs een huidige type auto. Verder wordt het aantal kilometers aangepast door heffingen op brandstof, kilometerheffing en een kruiselasticiteit met ov. Per inkomensgroep wordt op jaarbasis uitgerekend welke nieuwe auto's en occasions er in de groep worden ingekocht. Vervolgens wordt voor het nieuwe wagenpark weer een nieuwe berekening gemaakt met de sloop- en exportcijfers van de leeftijden van het nieuwe wagenpark⁶². Op basis van de wegval van de auto's in het wagenpark wordt er een nieuwe investeringskeuze gemaakt van de verschillende inkomensgroepen. Zo wordt de rekensom enkele keren herhaald totdat de waarde in het toekomstjaar (2030) uitgerekend wordt.

Beleidsopties die geïmplementeerd kunnen worden hebben met name te maken met het beïnvloeden van kosten. Denk hierbij aan extra belastingen bij de aankoop (BPM, BTW) van een auto of bij het gebruik (MRB of accijns) en aanschafsubsidies voor elektrische auto's.

Vliegen

Voor ons vlieggedrag zijn er weinig gegevens beschikbaar die de relatie met inkomens beschrijven. Het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft echter een aantal nuttige studies gedaan die toch ook hier enig inzicht in verschaffen.

Startsituatie Mobiliteit - vliegen

Voor vliegen maken we onderscheid tussen recreatieve en zakelijke vluchten.

⁶⁰ Kenniscentrum voor Mobiliteit 2018: Effecten van prijsprikkels in de mobiliteit: een literatuurscan.

⁶¹ Deze link is erg niet goed onderzocht of erg klein via prijselasticiteiten. Daarnaast zit deze modellering in de investeringsanalyse per inkomensgroep.

⁶² Deze sloop- en exportcijfers schuiven elk jaar door. Een auto die in 2024 3 jaar oud is, is in 2025 4 jaar oud en dan wordt er het bijbehorende getallen voor 4 jaar gebruikt. Voor auto's ouder dan 30 jaar worden dezelfde getallen gebruikt als auto's van 30 jaar.

In de rapportage De Vliegende Hollander⁶³ wordt op basis van een enquête het vlieggedrag van Nederlanders onderzocht. Gemiddeld maakt een (volwassen) Nederlander 1.3 retourvluchten per jaar, maar deze frequentie is zeer onevenredig verdeeld: 8% van de bevolking maakt 40% van de vliegreizen. De distributie van de vliegfrequentie wordt in deze rapportage beschreven. Ook is duidelijk dat hogeropgeleiden en mensen met een hoog inkomen gemiddeld vaker vliegen – bijna 3 retourvluchten per jaar.

Om de vliegfrequentie en distributie per inkomensgroep te verkrijgen, combineren we gemiddelde vliegfrequentie met weegfactoren per frequentie en inkomensgroep combinatie, welke we vervolgens normaliseren. Deze verdeling reflecteert ook de uitkomsten dat mensen die meer verdienen, ook meer vliegen. Deze waarden zijn zo ingesteld, dat de resulterende gemiddelde vliegfrequentie ongeveer overeenkomst met de resultaten uit de Vliegende Hollander alsook de resultaten van een andere analyse die we via Ton Zijlstra, verkregen hebben (en niet publiek is).

Vervolgens speelt ook mee dat niet iedereen even ver vliegt. De gemiddelde afstand voor een recreatieve vliegreis is 3293 km en voor een zakelijke reis 2491 km, waarbij overigens de mediaan een stuk lager ligt⁶⁴. We nemen aan dat de gemiddelde vliegafstand voor de onderste, tweede en derde inkomensgroepen respectievelijk 30%, 20% en 10% lager liggen dan het gemiddelde, en navenant hoger voor de hoogste drie inkomensgroepen. Na normalisatie verkrijgen we dan de werkelijke gemiddelde afstand per vlucht.

Deze getallen komen uit een tweede, gedetailleerdere studie van het KiM naar de zakelijke reiziger⁶⁵, die ook verdere info over recreatieve vluchten bevat. Een vergelijkbare analyse als hiervoor qua vliegfrequentie en vliegafstand doen we vervolgens ook voor de zakelijke reizen, en de resultaten controleren we met een niet-publieke analyse van het KiM.

Hiermee hebben we een beschrijven van het aantal en de afstand van vluchten voor recreatieve alsook zakelijke doeleinden, per inkomensgroep.

Uitstoot vluchten

Om de broeikasgasuitstoot te bepalen, zullen we het aantal vliegkilometers eerst vertalen naar energie. De vloot van Lufthansa heeft een gemiddeld verbruik van 3.65 l per 100 km per passagier. Afhankelijk van de vlucht, weeromstandigheden en klasse (allocatie) zitten hier wel verschillen in. We hebben er hier voor gekozen om met deze waarde voor alle vluchten te werken.

⁶³ KiM (2018): De Vliegende Hollander

⁶⁴ KiM (2021): Zakelijk vliegen: de reiziger, de reizen, de motieven en de vooruitzichten

⁶⁵ KiM (2021): Zakelijk vliegen: de reiziger, de reizen, de motieven en de vooruitzichten

De CO₂-emissies zijn echter niet alle emissies, de emissies t.g.v. radiative forcing bedragen ongeveer twee keer het effect van de CO₂ emissies⁶⁶. Deze emissies alsook de ketenemissies (WTT) zijn opgenomen als indirecte emissies.

Kosten voor vluchten

De uitgaven aan vluchten berekenen we op de volgende manier. Uit de vorige stap weten we het energieverbruik. De brandstofkosten zijn dan te bepalen door het energieverbruik te vermenigvuldigen met de kerosineprijs (die iets hoger ligt dan de olieprijs omdat er geen accijns en btw geheven wordt). De brandstofkosten bedragen ongeveer 15-40% van de kosten van een luchtvaartmaatschappij⁶⁷. We gaan uit van een gemiddelde waarde van 30%, waarbij vervolgens de totale uitgaven te benaderen zijn door deze waarde te schalen.

Enkel de kosten voor vluchten voor recreatieve doeleinden worden uitgerekend; immers worden de zakelijke uitgaven die door de huishoudens, maar door de werkgever gedaan.

Modellering toekomstjaar

De beleidsopties die beschikbaar gesteld zijn in deze versie van het BTM zijn enkel heffingen (de luchtvaart is immers vandaag de dag ook vrijgesteld van veel heffingen). Het gaat hierbij om een vliegbelasting per ticket (bestaand, als enige), een veelvliegerstaks, een CO₂ heffing, een kilometerheffing, accijns en BTW.

De vliegbelasting per ticket bestaat al en de hoogte ervan is aanpasbaar. Aanvullend is er een veelvliegerstaks, hetgeen een *additionele* belasting voor een tweede, derde, vierde of (meer dan) vijfde ticket in het jaar betreft. Een CO₂ heffing is ook invoerbaar naast een kilometerheffing. Voor de hoogte zou gekeken kunnen worden naar de geldende CO₂ heffing in de industrie en de kilometerheffing in het wegverkeer die overwogen wordt. Accijns wordt niet geheven en daar lijkt ook redelijk ruimte in te bestaan: bestaande accijns verschilt sterk tussen de transportbrandstoffen, van 0.344 EUR/kg voor LPG tot 0.789 EUR/l voor benzine⁶⁸. Tot slot zou over dit alles nog BTW geheven kunnen worden, waarbij het tarief van 21% van toepassing is.

Deze opties zullen prijsveranderingen tot gevolg hebben. We vertalen deze met behulp van prijselasticiteiten naar veranderingen in het vlieggedrag (vliegkms per persoon per inkomensgroep). Het AEOLUS model, wat o.a. door PBL gehanteerd wordt, rekent met een generieke prijselasticiteit van -1.0 voor recreatieve reizen en -0.5 voor zakelijke reizen⁶⁹. In meer detail maakt PBL ook onderscheid tussen prijselasticiteiten voor korte en lange afstand, en rekent het daarbinnen ook met

⁶⁶ European Commission (2020): Updated analysis of the non-CO₂ effects of aviation

⁶⁷ Kalavasta (2018): Carbon Neutral Aviation

⁶⁸ Belastingdienst (juni 2023): Accijnsverhoging voor brandstoffen vanaf 1 juli 2023

⁶⁹ Eerste Kamer der Staten-Generaal (27 nov 2020): Kamerstuk 35205, nr. G Wijziging van de Wet belastingen op milieugrondslag (Wet vliegbelasting).

een onzekerheid⁷⁰. Wij gaan daarom uit van een bandbreedte van 0.6 voor recreatieve en 0.5 voor zakelijke reizen, waarbij de laagste inkomensgroep de hoogste prijselasticiteiten kent (-1.3 en -0.75 resp.) en de hoogste inkomensgroep de laagste (-0.7 en -0.25 resp.) en de rest geïnterpoleerd zodat de gemiddelden matchen.

Openbaar Vervoer

Het reizen met het OV is een kleiner onderdeel in het BTM gezien de geringe impact op de uitgaven per jaar en broeikasgasuitstoot. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen trein, bus en tram & metro kilometers. De totale uitstoot is gebaseerd op cijfers uit CO2emissiefactoren⁷¹. In het basisjaar zijn deze geraamd op 42 kton TTW en 55 kton WTW emissies voor treingebruik en 288 kton TTW en 375 kton WTW emissies voor busverkeer.

Bij de modellering van het basisjaar worden de cijfers van het CBS als uitgangspunt gebruikt. Per inkomenskwintiel is bekend hoeveel trein en tram/bus/metro kilometers er gereden worden⁷². Verder is uit ODiN (2019) bekend dat er ongeveer 24 miljard km met de trein werd gereisd en 5.5 miljard km met bus, tram en metro⁷³. Vanuit de kwintielen wordt de reizigerskilometers gelijk gesteld aan de decielen (de derde en vierde decielen hebben hetzelfde gemiddelde reizigerskilometers als het tweede kwintiel).

Bij reizen met de trein is een verdere uitsplitsing gemaakt in aantal kilometers met een elektrische trein en een dieseltrein. De gereden kilometers met de dieseltrein worden berekend vanuit de toegekende emissies voor dieseltreinen⁷⁴. De overige kilometers zijn gemaakt met elektrische treinen.

Reizen met de bus wordt onderscheiden in verschillende brandstofsoorten: diesel, waterstof, elektrisch en CNG. Op basis van het buswagenpark in 2023 worden de kilometeraantallen met de bus verdeeld over de brandstofsoorten⁷⁵. De gemiddelde bezetting van een bus is 7,7 reizigers per km⁷⁶ en er werden in Nederland met het OV busvervoer 466,4 miljoen kilometers gereden⁷⁷. Dit betekent ongeveer 3,6 miljoen reizigerskilometers. Het aantal tram/metro kilometers is dan gelijk aan $5,5 - 3,6 = 1,9$ reizigerskilometers.

⁷⁰ PBL (2010): Effecten van prijsbeleid in verkeer en vervoer. kennisoverzicht

⁷¹ S. Lubach 2021, CO2emissiefactoren Openbaar Vervoer

⁷² CBS 2023, Mobiliteit; per persoon, persoonskenmerken, vervoerwijzen en regio's, beschikbaar via <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/84709NED/table?ts=1679928551698>

⁷³ CBS 2019: Onderweg in Nederland (ODiN) 2019

⁷⁴ S. Lubach 2021, CO2emissiefactoren Openbaar Vervoer

⁷⁵ CBS 2023: Hoeveel bussen zijn er in Nederland? Beschikbaar via: <https://www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/verkeer-en-vervoer/vervoermiddelen-en-infrastructuur/bussen>

⁷⁶ S. Lubach 2021, CO2emissiefactoren Openbaar Vervoer

⁷⁷ CBS 2022 Verkeersprestaties bussen; kilometers, leeftijdsklasse, grondgebied. Beschikbaar via <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/85403NED/table?ts=1682501783720>

Deze reizigerskilometers voor zowel trein als bus en tram/metro worden op basis van de gemiddelde kilometers per inkomensgroep verdeeld over de inkomensgroepen.

Kosten

De kosten per kilometer in 2019 worden gerapporteerd door ACM⁷⁸. De prijs van de reiziger zijn de kosten die de reiziger per kilometer maakt. De prijs belastingbetaler wordt gezien als subsidie in het model. Het aantal studentenkilometers wordt uit de populatie gefilterd (aangezien studenten geen kosten hebben in het OV). Vanuit CBS is in te zien hoeveel kilometers er met trein en tram/bus/metro gemaakt worden voor reizigers met een OV chipkaart. Uitgaande van ongeveer 650.000 studenten met een OV chipkaart⁷⁹ en de gemiddelde reizigerskilometers van OV chipkaarthouders kan worden uitgerekend dat in 2019 ongeveer 19% van de treinreizen en 28% van de bus/tram/metro kilometers met een OV chipkaart gemaakt zijn. Voor de inkomensgroepen worden deze gratis gereden kilometers afgetrokken op basis van een inschatting voor de hoeveelheid studenten in een inkomensgroep⁸⁰.

De totale kosten voor OV worden uitgerekend door de reizigerskilometers per OV-type zonder de gratis studentkilometers te vermenigvuldigen met de prijs.

Uitstoot OV

De uitstoot van het OV wordt uitgerekend op basis van kengetallen van CO₂emissiefactoren⁸¹. De treinkilometers op basis van diesel worden met de TTW en WTW emissies vermenigvuldigd om tot de directe en indirecte emissies te komen. Bij de indirecte emissies wordt ook de emissie van de elektriciteit meegenomen in de berekening. Hiervoor wordt dezelfde factor gebruikt voor stroom als bij elektriciteit in huishoudens. De emissie van het busverkeer wordt op eenzelfde manier uitgerekend, waarbij voor de buskilometers op CNG is aangenomen dat die geen bio-aardgas gebruiken. De elektrische tram en metro hebben geen emissies.

Modellering toekomstjaar

De modellering voor het toekomstjaar wordt via prijselasticiteiten uitgerekend. Hierin maken we zowel gebruik van prijselasticiteiten. Voor de inkomensgroepen is de reactie in de basis gelijk, maar kan worden aangepast in de gebruikersinterface. Uit het KiM overzicht⁸² worden respectievelijk de getallen -0.4 en -0.35 voor trein en bus/tram/metro gebruikt. De invloed van kruiselasticiteit van 0.015 verandering ov-tarieven op autogebruik wordt ook

⁷⁸ ACM 2019: factsheet vervoersmonitor 2019; voor de treinkosten per kilometer is uitgegaan van het hoofd railnet.

⁷⁹ Kenniscentrum voor Mobiliteit 2018: Effecten van prijsprikkels in de mobiliteit: een literatuurscan.

⁸⁰ Deze afschatting is gedaan op basis van CBS 2022 Inkomen van huishoudens; inkomensklassen, huishoudenskenmerken. Het percentage voornaamste inkomstenbron uit studiefinanciering is hierin gebruikt als ijkpunt om het aantal studenten in een inkomensgroep in te schatten.

⁸¹ S. Lubach 2021, CO₂emissiefactoren Openbaar Vervoer

⁸² Kenniscentrum voor Mobiliteit 2018: Effecten van prijsprikkels in de mobiliteit: een literatuurscan.

meegenomen met de modellering. Daarnaast wordt er een kruiselasticiteit van 0.12 gebruikt voor de invloed van brandstofprijzen op het OV-gebruik⁸³.

Als beleidsoptie is het om de prijs per km van het OV aan te passen. Dit heeft via de (kruis)elasticiteiten ook effect op de overige onderdelen van mobiliteit.

Naast deze onderdelen is het busvervoer voornemens om in 2030 geen directe emissies meer te hebben⁸⁴. Meegenomen in de modellering is dat de dieselbussen zijn vervangen door elektrische bussen.

Voeding

Voor de historische voedselconsumptie baseren we ons op de Voedselconsumptiepeiling 2019-2021⁸⁵. Hierbij wordt door een representatieve groep Nederlanders bijgehouden wat zij over een bepaalde periode consumeren. In de resulterende dataset die per voedingsmiddelcategorie de dagelijkse consumptie (inclusief frequentie en spreiding) geeft, zijn diverse uitsplitsingen te maken naar onder andere onderwijsniveau, regio en geslacht. Er is geen uitsplitsing naar inkomen mogelijk, vandaar dat we ons baseren op de uitsplitsing naar onderwijsniveau en deze te vertalen naar inkomensniveaus.

We weten via CBS wat de mediane en gemiddelde inkomensniveaus per opleidingsniveau zijn⁸⁶. Dat stelt ons in staat om via een Ansatz een invulling aan de distributie van inkomens te geven. Immers weten we dat 50% van de mensen meer dan de mediaan verdient en 50% minder dan de mediaan verdient. Daarnaast moeten de gemiddeldes uitkomen. De resulterende matrix maakt het mogelijk om een inschatting van de voedselconsumptie naar inkomensgroep te krijgen.

Emissies

Het RIVM heeft ook enkele andere datasets die de nutritionele waarde (NEVO)⁸⁷ en milieuvoetafdruk⁸⁸ van een groot aantal voedingsmiddelen beschrijven. Deze zijn te linken aan de voedselconsumptie, waardoor we de emissies en nutritionele waarde van het dieet per inkomensgroep kunnen uitrekenen. Voor elke laagste detailcategorie (bijv. vruchtgroenten) kiezen we 1 representatief voedingsmiddel (bijv. tomaat) om deze te vertegenwoordigen. Dit veronderstelt dat men binnen deze categorie enkel dit product consumeert. Dit is een versimpeling, en we hebben geen gedetailleerdere data, maar indien dit voedingsmiddel de categorie

⁸³ KiM (2022), Effecten tariefverlagingen in het ov. Opgemerkt moet worden dat deze kruiselasticiteit gebaseerd is op een wat ouder onderzoek uit de jaren '90.

⁸⁴ <https://zeroemissiebus.nl/bestuursakkoord/>

⁸⁵ RIVM (2023): Voedselconsumptiepeiling 2019-2021

⁸⁶ CBS (2022): Werkzame beroepsbevolking; gemiddeld inkomen, 2011-2020. 2020.

⁸⁷ RIVM (2021): NEVO-online 2021/7.0

⁸⁸ RIVM (2021): Database milieubelasting voedingsmiddelen

goed representeert, zouden de geassocieerde nutritionele waarde en milieu-impact ongeveer gelijk moeten zijn.

Dit is ook te testen door de nutritionele waarde van het gemiddelde dieet in het BTM te vergelijken met de uitkomst van de voedselconsumptiepeiling op nutriëtniveau, maar deze data is op het moment van publicatie nog niet beschikbaar en wordt later dit jaar publiek gemaakt.

Uitgaven

De fysieke consumptie is ook te linken aan de huishoudelijke bestedingen van CBS⁸⁹⁹⁰. De categorieën die hier gehanteerd worden zijn anders dan die van RIVM, maar het is relatief eenvoudig om ze aan elkaar te linken. De impliciete prijzen per productcategorie-eenheid zijn dan ook te bepalen, door de uitgaven binnen een productcategorie te delen door de consumptie ervan. Een voorbeeld: als de uitgaven van een huishouden aan groente 240 euro per jaar zijn en de totale consumptie 120 kg per jaar, is de gemiddelde impliciete prijs 2 euro per kg groente. Deze impliciete prijzen verschillen tussen inkomensgroepen, en de verhoudingen verschillen ook tussen voedingsmiddelen.

Toekomstjaar

Het zijn deze impliciete prijzen die we ook nodig hebben om de verandering van de consumptie ten gevolge van prijsveranderingen middels prijselasticiteiten uit te rekenen. Ten gevolge van de beleidsopties die ingezet worden veranderen de prijzen van voedingsmiddelen. De prijselasticiteiten beschrijven vervolgens de verandering van de vraag als een lineaire factor maal de verandering van de prijs.

Dit is een zeer eenvoudige aanpak, die met name bedoeld is om een gevoel te krijgen voor wat mogelijke effecten zijn voor de vraagontwikkeling. Deze prijselasticiteiten implementeren we op voedingsmiddelencategorie niveau – niet op voedingsmideelniveau, daar is niet genoeg data voor beschikbaar. Twee zaken worden daardoor niet goed geëxpliciteerd: ten eerste kan een consument overschakelen op goedkopere varianten van hetzelfde product (voorbeeld: biefstuk -> gehakt) en ten tweede kan een consument overschakelen op andere producten binnen dezelfde categorie (rundvlees -> kippenvlees, binnen de categorie vlees).

De volgende prijselasticiteiten, alsook spreidingen over inkomensgroepen, worden aangenomen:

Voedingsmiddelcategorie	Prijselasticiteit	Bandbreedte	Bron
Aardappels	-0.65	0.2	BMJ 2013

⁸⁹ CBS (2023): Bestedingen huishoudens; hoofdgroepen bestedingscategorieën

⁹⁰ CBS (2023): Bestedingsaandeel huishoudens; bestedingscategorieën, huishoudenkenmerken

Groente	-0.65	0.2	BMJ 2013
Peulvruchten	-0.65	0.2	BMJ 2013
Fruit, noten en olijven	-0.65	0.2	BMJ 2013
Zuivel en zuivelvervangers	-0.72	0.2	BMJ 2013
Brood, granen, rijst en pasta	-0.55	0.2	BMJ 2013
Vlees en vleesvervangers	-0.72	0.2	BMJ 2013
Vis, schaal- en schelpdieren	-0.73	0.2	BMJ 2013
Eieren	-0.48	0.2	BMJ 2013
Vetten en oliën	-0.54	0.2	BMJ 2013
Zoetwaren	-0.68	0.2	BMJ 2013
Koek en gebak	-0.68	0.2	BMJ 2013
Niet-alcoholische dranken	-0.79	0.2	AM J Public H 2010
Alcoholische dranken	-0.79	0.2	AM J Public H 2010
Sauzen en smaakmakers	-0.95	0.2	BMJ 2013
Bouillon	-0.95	0.2	BMJ 2013
Overig	-0.95	0.2	BMJ 2013
Hartige snacks	-0.95	20%	BMJ 2013

De meeste prijselasticiteiten komen uit een metastudie uit 2013⁹¹ (aangevuld met een andere reviewstudie⁹²), waarbij ook een onderscheid gemaakt wordt naar inkomensgroepen. Hier wordt als standaardwaarde de prijselasticiteit van de middelste inkomensgroep gehanteerd, met daaromheen een bandbreedte o.b.v. de lagere en hogere inkomensgroepen. Voor aardappels staat dan een prijselasticiteit van -0.65 met een bandbreedte van 0.2 punten, wat betekent dat het laagste decentiel een prijselasticiteit van -0.75, de middelste 2 -0.65 en de hoogste -0.55 kennen, en de rest lineaire interpolaties zodat het gemiddeld ook -0.65 is.

Het dient opgemerkt te worden dat prijselasticiteiten doorgaans empirisch bepaald zijn, en de exacte manier op ze verkregen zijn ook van invloed kan zijn op de gevonden waarden. Er zijn grote verschillen in gerapporteerde waarden voor de prijselasticiteit voor bijvoorbeeld vlees.

In grote Westerse metastudies komt men doorgaans op een prijselasticiteit van ongeveer -0.6, maar PBL rekent met een lagere prijselasticiteit van rond -0.3⁹³ en de aangenomen waarde van CE Delft wisselt sterk tussen nu en toekomst (neemt toe van $-(0.2-0.5)$ naar maar liefst $-(1-1.5)$)⁹⁴.

⁹¹ R. Green et al. (2013): The effect of rising food prices on food consumption: systematic review with meta-regression. BMJ 346:f3703

⁹² T. Andreyeva et al. (2010): The impact of food prices on consumption: a systematic review of research on the price elasticity of demand for food. Am J Public Health 100 (2): 216-222

⁹³ PBL (2020): Kansrijk landbouw- en voedselbeleid

⁹⁴ CE Delft (2019): Duurzaamheidsbijdrage vlees

Wat verder ook een rol speelt is dat de gevonden waarden wellicht ook het toekomstig gedrag niet goed representeren. Veel van de beleidsopties zijn namelijk nooit eerder ingezet, en de gevolgen voor de prijs kunnen groter zijn dan historische schommelingen. Daarnaast zullen ze vermoedelijk samen gaan met ander beleid zoals informatiecampagnes en andere maatregelen. Een consumentkeuze wordt immers niet allen door de prijzen bepaald.

De toekomstige vraag verandert dus mee met alleen de prijstonwikkeling via elasticiteiten, zonder actieve substitutie. Daardoor kan echter de situatie ontstaan (bij veel en of hoge heffingen) dat een consument volgens het model nutritioneel ondervoed is (gemeten volgens de algemeen aanbevolen dagelijkse hoeveelheden). Met name voor energie en eiwit zou er in dat geval substitutie plaatsvinden. Vandaar dat instelbaar is met welke voedingsmiddelen een dergelijk tekort gevuld zou worden, voor energie. Voor eiwit ligt de huidige consumptie voor vrijwel alle inkomensgroepen ongeveer 50% boven de ADH en doet deze situatie (een tekort) zich vrijwel niet voor.

Beleidsopties

In deze versie van het BTM is het mogelijk diverse heffingen en subsidies in te voeren (geen normen). Aan de heffingzijde is het mogelijk een vleesheffing, zuivelheffing, suikertaks en CO₂-heffing in te voeren. Voor de vleesheffing worden als referentiewaardes 2.04 EUR/kg kip, 4.5 EUR/kg varken en 5.7 EUR/kg rund en kalf gehanteerd, op basis van een onderzoek naar de externe kosten van deze producten⁹⁵. Deze hoogte is instelbaar en kan zowel lager (bijvoorbeeld bij ingroei) of hoger (bijvoorbeeld omdat de milieu-impact groter is dan gedacht) gezet worden. Voor bewerkt vlees in de voedselconsumptiepeiling gaan we uit van 5 EUR/kg als externe kosten, omdat dit vermoedelijk hoofdzakelijk varkensvlees en rundvlees betreft.

Voor de zuivelheffing wordt als referentiewaarde 0.25 EUR/l melk⁹⁶ gehanteerd, eveneens op basis van onderzoek naar de externe kosten. Daarbij worden melkproducten als boter en kaas met factoren van respectievelijk 8 en 10 teruggerekend naar primaire melkbehoefte. Ook hier is de hoogte instelbaar.

Voor de suikertaks is instelbaar hoeveel belasting geheven wordt per kg suiker voor de voedingsmiddelen categorieën alcoholvrije dranken, zoetwaren en koek en gebak. Op dit moment geldt er een verbruiksbelasting op alcoholvrije dranken van 17,30 EUR per 100 l (17.3 eurocent per liter). Deze is niet gekoppeld aan de suikergehalte, waar de maatregel in het BTM dat juist wel is. Voor frisdrank met 10 g suiker per 100 ml, zou deze verbruiksbelasting neerkomen op 1,73 EUR/kg suiker.

⁹⁵ CE Delft (2019): Duurzaamheidsbijdrage vlees

⁹⁶ TAPP Coalitie (2020): Verkenning True Pricing en True Cost in Agrifood

Tot slot is het ook mogelijk om een CO₂ heffing in te voeren. De CO₂ prijs (ETS) voor de industrie bedraagt in augustus 2023 ongeveer 90 EUR/t CO₂. Deze heffing wordt vervolgens vermenigvuldigd met de CO₂-eq footprint van elke voedingsmiddel en zodoende wordt de prijs van elk voedingsmiddel met de resulterende waarde verhoogd.

Aan de subsidiezijde zijn er twee mogelijkheden: het vrijstellen van BTW van groente en fruit, en het vormgeven van een terugsluisregeling waarbij inkomsten van de eerder benoemde heffingen ook weer (deels) terugkeren bij (specifieke) inkomensgroepen. Voor de eerste optie is dit een binaire knop die het btw-tarief van 9% voor de categorieën groente en fruit aan en uit kan zetten. Voor de terugsluisregeling is instelbaar welk percentage van de meerkosten van de inkomensgroep gecompenseerd worden.



Spullen

De module spullen is een diverse module en bestaat uit enkele subonderdelen. Centraal in de module staan de materiaalstromen naar huishoudens zoals CBS die rapporteert⁹⁷. Deze tabellen rapporteren de aanbod- en gebruikshoeveelheden van 22 productcategorieën. In de analyse gaan we uit van de miljoenen kilo's product in de gebruikstabel voor 2020 die naar huishoudens gaan. Dit betekent dat de producten die naar de sectoren gaat niet wordt meegenomen, hoewel deze indirect (door bijvoorbeeld het huishoudelijk gebruik van een sector) weer bij de huishoudens terecht zouden kunnen komen⁹⁸.

Vanuit deze materialenbalans zitten enkele onderdelen al in het BTM op een andere plek. Categorieën 1 t/m 10 zijn allen voedselproducten, categorie 14 cokes en aardolieproducten is voornamelijk autobrandstof en categorie 21 vervoersmiddelen wordt via de module mobiliteit uit het wagenpark gehaald. De overige categorieën 11, 12, 13, 15, 17, 20 en 22 worden gemodelleerd in deze module. Categorie 16 rubber en kunststofproducten en categorie 19 metaalproducten worden nog niet meegenomen in deze versie van het BTM door de kleine hoeveelheden die naar huishoudens gaan. Het is mogelijk om deze waarden in een volgende versie van het model mee te nemen.

De verdeling over inkomensgroepen wordt per categorie anders gedaan en wordt hieronder besproken bij de modellering basisjaar. Voor iedere module zijn sectorspecifieke rapporten gebruikt om de CO₂-emissies uit te rekenen. De kosten worden uit het budgetonderzoek 2020 gehaald⁹⁹. De emissies in de module spullen zijn enkel indirecte emissies.

Modellering basisjaar

In het BTM worden vijf hoofdcategorieën spullen onderscheiden. Kleding, Auto, Apparaten, Overige meubels, papier, hout & textiel, Chemische en farmaceutische producten.

Kleding

De submodule kleding is gestoeld op cijfers van Measuring the Dutch Clothing Mountain¹⁰⁰, het Fast Fashion Onderzoek¹⁰¹ en Milieu-informatie textiel¹⁰². Uit het Fast Fashion Onderzoek komt dat het totaal aantal T-shirts dat op de Nederlandse markt beschikbaar is, ligt rond de 230 miljoen per jaar. Het aantal

⁹⁷ CBS, CML, CPB, RIVM, RVO, TNO, UU en PBL 2023: Materiaalmonitor 2014, 2016, 2018 en 2020, beschikbaar via <https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2023/04/materiaalmonitor-2014-2016-2018-en-2020>

⁹⁸ We merken op de CE Delft (CE Delft 2020, Top 10 milieubelasting gemiddelde Nederlandse consument – update) wel een dergelijke methodiek gebruikt voor spullen, waarin er vanuit de Nederlandse industrie wordt gewerkt naar de consumptie. We hebben in het BTM voor een andere benadering gekozen.

⁹⁹ CBS 2023: Bestedingsaandeel huishoudens; bestedingscategorieën, huishoudenskenmerken, beschikbaar via <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/85420NED/table?ts=1680097497644>

¹⁰⁰ Maldini et al. 2017, Measuring the Dutch Clothing Mountain

¹⁰¹ KplusV 2020, Fast fashion onderzoek Vermindering van de negatieve impact

¹⁰² CE Delft, 2018 Milieu-informatie textiel Update 2018

broeken is ongeveer 125 miljoen. Volgens het rapport *Measuring the Dutch Clothing Mountain* draagt een gemiddelde Nederlander 46 kledingstukken per jaar, waarbij 6.5% onverkocht blijft. We nemen deze 6.5% ook mee in de analyse omdat deze ook nodig zijn om de verkoop van 46 kledingstukken per jaar per persoon te faciliteren.

De gemiddelde consumptie van kleding wordt geschaald voor de verschillende inkomensgroepen. We hebben hierover geen bronnen kunnen vinden en laten de gebruiker zelf instellen hoeveel meer kleding de hoogste inkomensgroep ten opzichte van de onderste inkomensgroep koopt. In de standaardinstelling is een bandbreedte van 40% gebruikt, wat betekent dat de onderste inkomensgroep 80% en de bovenste inkomensgroep 120% van het gemiddelde kleding aankopen doet.

Het aantal schoenen dat per jaar gekocht wordt, wordt afgeschat op basis van figuur 3.5 in *Measuring the Dutch clothing mountain*¹⁰³. In deze figuur staan de aantallen kton van textiel die in de container gevonden wordt, waarbij schoenen worden uitgesplitst. In de analyse wordt aangenomen dat hetzelfde aantal kg schoenen weer wordt teruggekocht door de consument. De rest van de aantallen kleding ondergoed/sokken, sweater/cardigan, blouse/shirt, jas, rok/jurk en overig wordt afgeschat op basis van figuur 3.12 uit het rapport. Hierin wordt de consistentie van een containeronderzoek weergegeven en de percentages van een bepaalde kledinggroep. Samen met een specifiek gewicht van een kledingstuk¹⁰⁴ kan hiermee worden uitgerekend hoeveel kg kleding er per jaar wordt gekocht. De stof van de kleding wordt uit paragraaf 3.4.4 gehaald, waarin van het containeronderzoek wordt gespecificeerd welke stoffen erin zitten. Voor schoenen zijn geen goede gegevens gevonden en gaan we uit van 40% leer en het overige gedeelte bestaat uit katoen en plastic.

De emissie die bij kleding hoort komt van de Milieu-informatie textiel, update 2018. In appendix A.1 staat per kg stof een klimaatimpact, die wordt gebruikt om de totale impact van kleding in te schatten. De gemiddelde voetafdruk is 243 kg CO₂-eq/pp.

De uitgaven in het budgetonderzoek bestaat uit een kleding gedeelte en een schoenen gedeelte in 2020. Deze worden per inkomensgroep gebruikt om de kosten aan kleding te berekenen.

Auto

Uit de analyse van het wagenpark, zoals beschreven in de module 'Mobiliteit' komt een aantal auto's. Zowel voor het heden als voor het toekomstige wagenpark (via de investeringsanalyse), is uitgerekend hoeveel auto's er in Nederland aanwezig zijn, en welke brandstoftype daarbij hoort.

¹⁰³ Maldini et al. 2017, *Measuring the Dutch Clothing Mountain*

¹⁰⁴ In the Wash 2022, Laundry Weight Calculator (UK Guide in kg), beschikbaar via: <https://inthewash.co.uk/laundry-and-ironing/laundry-weight-calculator/>

De emissie wordt berekend met kengetallen vanuit een onderzoek van TNO¹⁰⁵. Hierin staat per brandstoftype genoteerd wat de emissies zijn voor het fabriceren van de auto.

Er zijn geen extra kosten voor deze emissies, aangezien die al bij de module 'Mobiliteit' worden meegenomen in de analyse.

Apparaten

In het onderdeel apparaten wordt een net andere benadering gekozen omdat er veel diversiteit is in het aantal apparaten en de emissies. Vandaar dat we bottom-up werken en een inschatting maken van het aantal nieuw gekochte onderdelen in de categorie wasmachine, wasdroger, vaatwassers, koelkasten, vriezers, fornuizen/ovens, kookplaten, magnetrons, stofzuigers, TV, laptop, desktop, mobiele telefoon en airco. De aantallen t/m stofzuigers worden gehaald van de marktcijfers van de branchevereniging van elektrische huishoudelijke apparaten¹⁰⁶. Voor TV¹⁰⁷, laptop¹⁰⁸, desktop¹⁰⁹, mobiele telefoon¹¹⁰ en airco¹¹¹ wordt gebruik gemaakt van een andere inschatting voor de jaarlijkse verkoop, zie voetnoten.

De verdeling over de inkomensgroepen wordt als volgt gemaakt. Het CBS rapporteert voor een aantal apparaten hoe het per inkomensgroep verdeeld is¹¹². We gebruiken de onderdelen wasmachine, vaatwasser en bad waarbij de kans op aanwezigheid in een huishouden wordt weergegeven per kwintiel. Op basis van deze waarden hebben we wasmachines als 'essentieel', vaatwasser als 'luke' en een bad als 'zeer luke' ingedeeld. De overige apparaten worden met dezelfde verdeelsleutel (weegfactor) als een van deze apparaten verdeeld over de huishoudens. Een overzicht van deze indeling is te vinden in de volgende Tabel 1. Het is goed om in het achterhoofd te houden dat dit een indeling is die een weegfactor weergeeft en dus niet de absolute aantallen voor de verschillende inkomensgroepen.

¹⁰⁵ TNO 2015: Energie- en milieu-aspecten van elektrische personenvoertuigen.

¹⁰⁶ Applia Nederland 2022, Cijfers groot- en kleinhuishoudelijke apparaten

¹⁰⁷ Stichting kijkonderzoek 2019, TV in Nederland 2018. De levensduur van een tv is 10 jaar en gemiddeld zijn er 1.6 tv's in een huishouden. Dit betekent een verkoop van bijna 1,3 miljoen tv's per jaar.

¹⁰⁸ Uit een onderzoek van GfK komt dat er in 2021 900.000 laptops verkocht zijn; <https://www.shopfacts.be/laptops-in-nederland-hoe-groot-is-de-markt/>

¹⁰⁹ CBS 2018: ICT-gebruik huishoudens laat zien dat er in 2018 55% van de huishoudens toegang had tot internet via een desktop vs 78% voor een laptop. Uitgaande van een langere levensduur en minder desktop per huishouden, schatten we het aantal verkochte desktop op $0.5 * 55\% / 78\% = 35\%$ van de laptop verkoop.

¹¹⁰ Vanuit IDC heft een redacteur van tweakers cijfers opgevraagd over het aantal verkopen van mobiele telefoons in een kwartaal, Tweakers 2020: Telefoons worden veel duurder Maar kopen we ze ook?, beschikbaar via <https://tweakers.net/reviews/7862/3/telefoons-worden-veel-duurder-maar-kopen-we-ze-ook-hoeveel-dure-telefoons-we-kopen.html>. De kwartaalcijfers in Nederland in Q1 worden opgeteld en vermenigvuldigd met vier om tot de jaarlijkse cijfers te komen

¹¹¹ Volgens NVKL werden er in 2021 ongeveer 220.000 duizend airco's verkocht NVKL 2023, Verzeker jezelf van een koele woning met een klimaatprofessional

¹¹² CBS 2022: Watergebruik Thuis (WGT) 2021 Schattingen van het watergebruik per dag door personen en huishoudens. Beschikbaar via <https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/aanvullende-statistische-diensten/2022/watergebruik-thuis--wgt---2021/6-de-douche>

Tabel 1: Indeling van producten in drie categorieën

Producten	
Essentieel	Wasmachine, Koelkasten, Kookplaten, Magnetrons, Stofzuigers, TV, Laptop, Mobiele telefoon
Luxe	Vaatwasser, Fornuizen/oven, PC
Zeer luxe	Wasdroger, Extra vriezer, Airco

De uitstoot van apparaten worden berekend met getallen van Milieucentraal¹¹³ en indien een apparaat niet beschikbaar is wordt gekeken naar de uitstoot van een vergelijkbaar apparaat. De kosten voor apparaten komen uit het budgetonderzoek¹¹⁴.

Meubels, hout, papier, bouwmaterialen en overig textiel

Overige onderdelen in het huishouden betreffen meubels, hout, papier, bouwmaterialen en overig textiel. De totalen van deze categorieën komen uit de materiaalmonitor, de voetafdruk o.a. van onderzoek van Milieucentraal en de uitgaven vanuit het budgetonderzoek.

Bij meubels wordt er een extra onderscheid gemaakt op basis van een overzicht van de meubelvoorraad in Nederland¹¹⁵. Hierin wordt onderscheid gemaakt tussen bijvoorbeeld woon- en slaapkamermeubels, keukenmeubels en matrassen. Op basis van deze verdeling wordt de jaarlijkse materiaalstroom in Nederland onderverdeeld over deze meubeltypen. De onderverdeling naar inkomensgroep gebruikt het gemiddeld woonoppervlak uit de module wonen als weegfactor.

De materiaalstromen hout en bouwmaterialen worden ook gewogen met het woonoppervlak voor de verschillende inkomensgroepen. Het overige textiel betreft met name beddengoed, gordijnen, handdoeken etc. We nemen aan dat deze categorie overig textiel ook schaalt met het woonoppervlak van een inkomensgroep. In de materiaalmonitor wordt het totaal aan textiel genoemd. In de analyse wordt daar eerst het gedeelte voor kleding afgetrokken en vervolgens wordt de overgebleven hoeveelheid ook verdeeld op basis van woonoppervlakte over de inkomensgroepen.

De hoeveelheid papier in een huishouden wordt geschaald met de kosten aan papier uit het budgetonderzoek. Anders dan de overige subcategorieën, verwachten we dat er voor papier tussen inkomensgroepen ongeveer evenveel per eenheid wordt betaald. Vandaar dat papier wordt geschaald met de kosten voor boeken, kranten, tijdschriften, divers drukwerk en producten van papier.

¹¹³ Milieucentraal 2022: Project milieudruk consumptie domeinen wonen en vrije tijd

¹¹⁴ Voor de kosten worden de volgende categorieën meegenomen: 053110 Koel en vrieskasten, 053120 (Af)wasmachines en wasdrogers, 053130 Fornuizen, ovens, magnetrons e.d., 053140 Verwarming, airconditioners, 053150 Schoonmaakapparaten, 053190 Overige grote huish. Apparaten 091110 Geluidsapparatuur, 091120 Televisies en videoapparatuur, 091310 Personal computers 091320 Accessoires voor computers

¹¹⁵ CBS 2022: Nederland bezit 12 miljard kilogram meubels, beschikbaar via <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2022/09/nederland-bezit-12-miljard-kilogram-meubels>

De uitstoot van deze categorieën is gebaseerd op verschillende bronnen. Voor meubels is het lastig om een algemeen getal te vinden. We baseren ons hier op een onderzoek dat Reliving samen met studenten van de Universiteit van Amsterdam heeft gedaan¹¹⁶, een onderzoek van FIRA¹¹⁷ en getallen van Milieucentraal¹¹⁸. Voor hout gebruiken we een CO₂-eq voetafdruk van 1000 kg CO₂-eq/m³ hout¹¹⁹. Voor papier gebruiken we de waarde van de Europese branchevereniging 0.4 kg CO₂-eq/kg¹²⁰. Voor bouwmaterialen hebben een voetafdruk van rode baksteen met 0.31 kg CO₂-eq/kg als benchmark gebruikt¹²¹.

De kosten die zijn meegenomen uit het budgetonderzoek zijn:

Meubels: 051110 Meubelen voor het huis, 051120 Tuinmeubelen, 051190 Overige meubelen en stoffering

Overig textiel: 051210 Vaste vloerbedekking en tapijten, 052010 Meubelstoffen en gordijnen, 052020 Beddengoed, 052030 Tafel en toiletlinnen, 052090 Overig huishoudtextiel

Papier: 095100 Boeken, 095210 Kranten, 095220 Tijdschriften, 095300 Divers drukwerk, 095410 Producten van papier

Hout en bouwmaterialen: 043100 Onderhoudsmaterialen v.d. woning, 043200 Onderhoudsdiensten v.d. woning. Deze kosten worden op basis van gewicht verdeeld over de categorie hout of bouw materiaal.

Chemische en Farmaceutische producten

In de materialenmonitor is gegeven hoeveel chemische en farmaceutische middelen er naar huishoudens gaan. Voor farmaceutische middelen gaan we met name uit van medicijngebruik. Volgens het RIVM worden er per jaar ongeveer 3,5 miljoen kg medicijnen gebruikt¹²². Deze worden geschaald met het aantal niet gezond ervaren levensjaren (levensjaren verminderd met het aantal in goed ervaren gezondheidsjaren) van een inkomensgroep¹²³.

Van het restant van de hoeveelheid chemische en farmaceutische middelen wordt aangenomen dat het met name cosmetische en schoonmaakmiddelen zijn. Het is in de versie van het model gekozen om hier verder geen uitsplitsing in te maken.

¹¹⁶ Reliving, Once and Well team 2021: Rethinking, Reusing, Reliving

¹¹⁷ FIRA 2011: A STUDY INTO THE FEASIBILITY OF BENCHMARKING CARBON FOOTPRINTS OF FURNITURE PRODUCTS

¹¹⁸ Milieucentraal 2022: Project milieudruk consumptie domeinen wonen en vrije tijd

¹¹⁹ Peng et al., 2023: The carbon costs of global wood harvests, Nature 620, pages 110–115 beschrijft een uitstoot van ongeveer 4 Gt CO₂-eq per jaar bij een productie van ongeveer 4000 miljoen m³ hout. De dichtheid is 480 kg/m³, uit hetzelfde artikel.

¹²⁰ CEPI 2018: KEY STATISTICS 2018 European pulp & paper industry

¹²¹ Beim et al 2019: The Construction Material Pyramid, beschikbaar via <https://www.materialepyramiden.dk/#>

¹²² RIVM 2016: Geneesmiddelen en waterkwaliteit

¹²³ CBS 2023: Gezonde levensverwachting; inkomen en welvaart, beschikbaar via <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/85445NED/table?dl=75667>

De uitstoot van geneesmiddelen is geraamd op 0.566 ton CO₂-eq/kg¹²⁴. Verder nemen we aan dat de schoonmaakmiddelen en cosmetische producten een uitstoot van 2 kg CO₂-eq/kg, waarbij wasmiddel als benchmark is gebruikt¹²⁵.

Wat betreft kosten rapporteert het CBS budgetonderzoek uitgaven voor chemische producten in 056110 Schoonmaak en onderhoudsproducten, 121310 Niet-elektrische apparaten¹²⁶ en 121320 Lichaamsverzorging, parfum e.d.. Voor farmaceutische producten 061100 Farmaceutische producten, 061200 Overige medische producten, 061210 Zwangerschapstests, condooms. en 061290 Overige medische producten n.e.g.

Modellering toekomstjaar

Voor de modellering van het toekomstjaar wordt gebruik gemaakt van prijselasticiteiten. Wat betreft beleid is er enkel meegenomen dat er een CO₂-heffing op spullen ingesteld kan worden, verder is er nog geen beleid meegenomen. Gedacht kan worden aan stimulering van tweedehandsproducten of meer reparaties. Dit zit echter nog niet in deze versie van het BTM.

Voor een prijsverhoging d.m.v. een heffing worden prijselasticiteiten per inkomensgroep gebruikt zoals beschreven is in de studie *The unequal distribution of household carbon footprints in Europe and its link to sustainability*¹²⁷. Hierin is voor vijf verschillende inkomensgroepen de elasticiteit voor Clothing, Appliances, machinery and electronics, Furniture, household commodities, manufactured products nec, Construction Materials te vinden. Voor Chemische middelen is de categorie Manufactured products gekozen. Voor kleding en manufactured products zijn de Europese getallen uit figuur 5 in de hoofdtekst gebruikt. Voor de overige onderdelen zijn de getallen voor Duitsland uit de Supplementary Information gebruikt, aangezien Duitsland een veel respondenten heeft gehad in het onderzoek en vergelijkbaar is met Nederland.

¹²⁴ Gupta Strategies 2019: Een stuur voor de transitie naar duurzame gezondheidszorg Kwantificering van de CO₂-uitstoot en maatregelen voor verduurzaming rapporteert dat 18% van de uitstoot van 11 Mton CO₂-eq wordt veroorzaakt door geneesmiddelen. Voor 3,5 miljoen kg geneesmiddelen betekent dit een uitstoot van $18\% * 11 \text{ Mton} / 3,5 \text{ miljoen} = 0.566 \text{ kg CO}_2\text{-eq/kg geneesmiddel}$.

¹²⁵ Shahmohammadi et al., 2020: Quantifying drivers of variability in life cycle greenhouse gas emissions of consumer products—a case study on laundry washing in Europe, *The International Journal of Life Cycle Assessment* 23(3).

¹²⁶ In de categorie 121300 Ov. prod. lichaamsverzorging

¹²⁷ Ivanova & Wood 2020: The unequal distribution of household carbon footprints in Europe and its link to sustainability *Global Sustainability*, Volume 3, e18

Vermogen

Vermogen is een onderdeel dat buiten de andere modules binnen het BTM valt. De andere onderdelen gaan namelijk over (in)directe emissies als gevolg van consumptie van producten, terwijl vermogen – vaak zelfs indirect via een tussenpersoon als aandelen, banken of pensioenfondsen – de productie van bepaalde goederen financieren. We rapporteren in dit onderdeel dan ook de gefinancierde emissies, maar tellen deze niet op bij de overige emissies van het model omdat dit een dubbeltelling zou geven¹²⁸. Desalniettemin is Nederland een rijk land dat indirect veel emissies financiert. Deze module geeft een inschatting van de bijbehorende emissies, maar deze uitkomsten moeten met zorg geïnterpreteerd worden. Schulden zijn in deze versie van het BTM buiten beschouwing gelaten.

Het Nederlandse vermogen

Het Vermogen in Nederland is niet evenredig verdeeld over de inkomensgroepen. Zo is er in de onderste inkomensgroep een klein gedeelte met een zeer groot vermogen. Met dit soort onderdelen moet rekening gehouden worden met het interpreteren van de resultaten. Om deze gemiddelde waarden in context te plaatsen, kan in deze module zowel met de mediaan als gemiddelde gewerkt worden.

Het CBS rapporteert van alle inkomensgroepen het vermogen onderverdeeld in Financiële bezittingen en onroerend goed¹²⁹. We gebruiken de meest recente cijfers op het moment van schrijven; het jaar 2021. Voor de emissies gebruiken we de waarden in 1.1.1 Bank- en spaartegoeden, 1.1.2 Effecten, 1.3 Ondernemingsvermogen en 1.4 Aanmerkelijk belang. Verder maken we een inschatting van het pensioen van Nederlanders, dat zit echter niet in deze tabel omdat het niet onder het huidige vermogen valt. Voor een inschatting van pensioen over de inkomensgroepen wordt gebruik gemaakt van het opleidingsniveau van de inkomensgroepen, net als dit bij de module Voedsel is gedaan. Het totale pensioen is geschat op 1561 miljard euro in 2020¹³⁰. Het gemiddeld vermogen per opleidingsniveau is door het CBS inzichtelijk gemaakt¹³¹. Dit gemiddelde vermogen wordt als weegfactor gebruikt om het pensioenvermogen per inkomensgroep in te schatten.

Voor de emissies van vermogen maken we gebruik van een recent rapport van Profundo¹³². In dit rapport worden voor spaargeld, verzekeringen en pensioenfondsen van de Nederlandse financiële sector inschattingen gemaakt

¹²⁸ In dit geval zou een inkomensgroep zowel emissies hebben voor het kopen van een product zoals een stoel als emissies voor het financieren van het bedrijf die de stoel maakt.

¹²⁹ CBS 2023: Vermogen van huishoudens; huishoudenskenmerken, vermogensbestanddelen

¹³⁰ IBO Vermogen 2022: Licht uit, spot aan: de vermogensverdeling

¹³¹ CBS 2020: Pensioenvermogen en vermogensongelijkheid, beschikbaar via <https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/statistische-trends/2020/pensioenvermogen-en-vermogensongelijkheid>

¹³² Profundo 2022: Dutch financial sector financed emissions Financed emissions from corporate finance and investment portfolios

voor de emissies. Deze emissies worden uitgerekend volgens de Partnership Carbon Accounting Financials methode, die ook gebruikt wordt door de financiële instellingen om de emissies te berekenen. In het BTM worden deze emissies ook gebruikt, wat een inschatting geeft van de gefinancierde emissies voor de financiële instellingen zelf. De emissies zijn voor spaargeld 171 gram/euro, verzekeringen 62 gram/euro en pensioen 100 gram/euro voor de scope 1,2 emissies. De emissies van spaargeld worden gekoppeld aan spaargeld, de emissies van verzekeringen aan effecten aangezien verzekeringen veel op de effectenmarkt zitten en de emissies van pensioenen worden gekoppeld aan het pensioen van huishoudens. Het ondernemersvermogen en aanmerkelijk belang is voor nu op 0 gezet aangezien het niet eenvoudig is om een emissiegetal te koppelen aan dit vermogen. Wanneer er wordt aangenomen dat deze financiering vooral in het MKB in Nederland zit, is het mogelijk voor de gebruiker zelf om hier een inschatting van te maken.

Modellering toekomstjaar

In deze versie van het BTM is het niet mogelijk om via beleid het toekomstjaar aan te passen. Wel bieden we de mogelijkheid aan om de emissiegetallen aan te passen aangezien deze met zorg moeten worden geïnterpreteerd. Daarnaast kan de weergave gemiddelde of mediaan worden aangepast. In een tweede versie van het BTM zou hier bijvoorbeeld een inschatting voor de toekomstige gefinancierde emissies van pensioenfondsen in kunnen staan, of een stimuleringsregeling voor groene aandelen.

Basisscenario bestand beleid

Het basisscenario wordt beschreven naar aanleiding van de regelgeving die op Prinsjesdag 2023 is gepresenteerd. Hiervan wordt apart een documentatie geschreven.

Eigen groep

Aangezien gemiddelden voor veel inkomensgroepen niet altijd representatief zijn, is het mogelijk om voor een enkel huishouden gegevens in te vullen. Dit huishouden kent een eigen simulatie in het model en maakt discrete stappen wat betreft verwarmingsoptie en autotype. Hierin wordt bijvoorbeeld uitgerekend wat de terugverdiendtijd is van een elektrische auto vs de auto in 2023, en wordt er wel of geen nieuwe auto gekocht. Hierdoor is het voor de gebruiker mogelijk om een specifiek huishouden te onderzoeken en te zien wat de effecten zijn voor dit huishouden.

Climate Equity Reference calculator

Hier is een beschrijving opgenomen van de berekening over klimaatrechtvaardigheid op basis van capaciteit en verantwoordelijkheid. We baseren ons hier op de Climate Equity Reference Calculator¹³³. Capaciteit wordt gedefinieerd als de financiële middelen die iemand tot de beschikking heeft. Hierbij wordt in het BTM gekeken naar het gestandaardiseerde inkomen. Hierbij wordt voor de inkomensgroepen aangenomen dat er een bepaald minimaal inkomen moet zijn voordat iemand de mogelijkheid heeft om bij te dragen aan de reductie van broeikasgassen. De instellingen van de klimaatrechtvaardigheidsberekening zijn standaard 15576 euro per huishouden per jaar en 3818 kg CO₂-eq per persoon per jaar. Onder een bepaald emissieplafond dat ingesteld kan worden, worden de emissies vrijgesteld. Dit betekent dat een huishouden met bijvoorbeeld 10000 kg CO₂/jaar en een emissieplafond van 2500 kg CO₂, een verantwoordelijkheid afdraagt voor 7500 kg CO₂.

Om het concreter te maken, volgt hieronder een rekenvoorbeeld. Stel er is X kg emissie en Y inkomen. De vrijstellingen staan op 5000 kg CO₂-eq en 7500 euro per huishouden per jaar. De verantwoordelijke emissie is dan X - 5000 kg CO₂ en de capaciteit/mogelijkheid is Y - 7500 euro. Elke inkomensgroep wordt vervolgens lineair ingeschaald op basis van de totale emissies. Stel dat de totale emissies min het emissieplafond 100.000 kg CO₂-eq is, dan heeft een huishouden dat met inachtneming van de vrijstelling 15.000 kg CO₂ uitstoot 15% verantwoordelijkheid en een huishouden dat 30.000 kg uitstoot 30% verantwoordelijkheid. Met inkomen is het net zo. Aangezien de

¹³³ Holz et al. 2019: "The Climate Equity Reference Calculator" in Journal of Open Source Software, 4 (35), 1273.

inkomensverdeling in Nederland minder gelijk verdeeld is over de inkomensgroepen dan de emissies, heeft de onderste inkomensgroep bijvoorbeeld 1% capaciteit en 4% verantwoordelijkheid. De bovenste inkomensgroep heeft 28% capaciteit en 18% verantwoordelijkheid.

Deze waarden van verantwoordelijkheid en capaciteit worden vervolgens vermenigvuldigd met het totale reductiedoel van alle huishoudens (bijvoorbeeld 50 Mton). De onderste inkomensgroep moet hier dan op basis van capaciteit 1% van bijdragen, terwijl de bovenste inkomensgroep 28% moet bijdragen. Het doel (het verschil van de huidige emissies en de te reduceren emissies) wordt vervolgens uitgerekend is weergegeven als het emissiedoel in 2030.

De verantwoordelijkheid en capaciteit wordt op bovenstaande wijze uitgerekend per inkomensgroep. Vervolgens wordt er per inkomensgroep bepaald welk percentage verantwoordelijkheid ze dan hebben ten opzichte van alle huishoudens. Op basis van de doelen uit IPCC is het reductiedoel 45%. Een gebruiker kan zowel het restemissiedoel aanpassen, als de vrijstellingen voor verantwoordelijkheid en capaciteit en de uiteindelijk gebruikte mix van verantwoordelijkheid en capaciteit. Op deze manier kunnen de restemissie op veel verschillende manieren verdeeld worden over de inkomensgroepen. Hierbij worden ook de gerealiseerde emissies onder het huidig beleid gerapporteerd. Het model doet zelf geen uitspraken over de (klimaat)rechtvaardigheid van de uitkomsten.

Appendix I: Wonen apparaten en historische fit

De aanwezigheid en het verbruik per huishoudelijk elektrisch apparaat, inclusief bandbreedtes, staat in onderstaande tabel.

IG/apparaat	Gemiddelde aanwezigheid	Bandbreedte	Gemiddeld verbruik (kWh/j)	Bandbreedte	Bronnen
Elektrisch fornuis	21%	23%	404	0%	CLO
(combi)Oven	75%	30%	100	0%	CLO
Combi magnetron	18%	20%	96	0%	CLO
Close-in boiler	10%	20%	219	0%	CLO
Koelkast	98%	7%	350	20%	Klimaatgids
Vriezer	40%	40%	375	20%	Klimaatgids
Vaatwasser	73%	40%	189	20%	CBS
Koffiezetapparaat	98%	7%	75	0%	Klimaatgids
Wasmachine	98%	7%	225	20%	CBS
Droger	62%	60%	600	20%	Klimaatgids
TV	98%	7%	175	0%	Klimaatgids
Airco	7%	20%	2303	0%	CLO
PC, laptop	98%	7%	50	0%	Klimaatgids
Strijkijzer	90%	20%	25	0%	Klimaatgids
Waterkoker	99%	2%	35	0%	Klimaatgids
Router	99%	2%	50	0%	Klimaatgids
Printer, scanner	90%	20%	50	0%	Klimaatgids
Verwarming	100%	0%	135	0%	CLO
Verlichting	100%	0%	426	60%	Klimaatgids
Overig	100%	0%	Nvt	nvt	Restpost

De voornaamste bronnen zijn CLO¹³⁴, CBS¹³⁵ en de Klimaatgids¹³⁶.

Historische fit

Hieronder volgt een schatting van de ontwikkeling van het aantal warmtepompen in woningen.

Naar schatting staan er eind 2023 620k warmtepompen geïnstalleerd in Nederlandse woningen, waarbij er 120 k in bestaande bouw (half hybride, half all-electric) en 50 k in nieuwbouw geïnstalleerd worden in 2023¹³⁷. In 2022 werden er 100k geïnstalleerd in Nederlandse woningen waarvan 30k in bestaande woningen en naar schatting de helft hybride¹³⁸.

¹³⁴ CLO (2023): Energiegebruik van huishoudelijke apparatuur, 2000-2021

¹³⁵ CBS (2022): Watergebruik Thuis (WGT) 2021 Schattingen van het watergebruik per dag door personen en huishoudens

¹³⁶ Klimaatgids (2023): Energieverbruik van apparatuur. Geraadpleegd 25 augustus 2023.

¹³⁷ Energiea (2023): Verkoop warmtepompen voor woningen groeit 80% in eerste helft van 2023.

<https://energiea.nl/energiea-artikel/40107520/verkoop-warmtepompen-voor-woningen-groeit-80-in-eerste-helft-van-2023>

¹³⁸ Energiea (2022): Warmtepomp niet langer voorbehouden aan nieuwbouwwoningen. <https://energiea.nl/energiea-artikel/40104055/warmtepomp-niet-langer-voorbehouden-aan-nieuwbouwwoningen>

Naar schatting waren er dus ongeveer 450k warmtepompen aanwezig in 2022, waarvan naar schatting ongeveer 10% hybride (o.a. obv ISDE subsidies¹³⁹ en CBS¹⁴⁰). Dit geeft de startwaarde voor het aantal hybride warmtepompen in het basisjaar 2023.

	2019	2022	2021	2022	2023
All-electric warmtepompen in bestaande bouw geïnstalleerd in jaar			7.5k (schatting)	15k	60k
Hybride warmtepompen in bestaande bouw geïnstalleerd in jaar			7.5k (schatting)	15k	60k
Warmtepompen in nieuwbouw geïnstalleerd in jaar			55k (schatting)	70k	50k
Totaal warmtepompen geïnstalleerd in woningen in jaar	43k	60k	70k	100	170k

¹³⁹ Warmtepomp trendrapport 2022-2023

¹⁴⁰ 22k hybride warmtepompen in gebruik genomen in 2022 op een totaal geïnstalleerd van 405k volgens CBS (2023): Warmtepompen; aantallen, thermisch vermogen en energiestromen