



Rijksoverheid

## **Rapport Werkgroep discontovoet 2020**

Versie 1.0

Datum 9 oktober 2020  
Status Definitief



## Colofon

Titel	Rapport Werkgroep discontovoet 2020
Werkgroep	Werkgroep discontovoet 2020
Bijlage(n)	9
Inlichtingen	<b>Ministerie van Financiën</b> Inspectie der Rijksfinanciën/Bureau Strategische Analyse



# Inhoudsopgave

## **Samenvatting en aanbevelingen—7**

## **Summary and recommendations—9**

### **1 Inleiding—11**

- 1.1 Centrale vraagstelling—11
- 1.2 Werkwijze—12
- 1.3 Leeswijzer—12

### **2 De maatschappelijke discontovoet—13**

- 2.1 De rol van de maatschappelijke discontovoet—13
- 2.2 Welke factoren bepalen de discontovoet?—14
- 2.3 Hoe kan de hoogte van de discontovoet empirisch worden bepaald?—15
- 2.4 De huidige systematiek in Nederland—17

### **3 Advies—18**

- 3.1 Relevante informatie uit drie bronnen—18
- 3.2 Standaarddiscontovoet en risicopremie—19
- 3.3 Afwijkingen van de standaarddiscontovoet—20
- 3.4 Gevoeligheidsanalyses—22
- 3.5 Relatieve prijzen—24

## **Bijlage 1 Taakopdracht—27**

## **Bijlage 2 Samenstelling werkgroep en secretariaat—29**

## **Bijlage 3 Vergelijking met advies 2015—30**

## **Bijlage 4 Discontovoet voor de Nederlandse economie (CPB)—31**

## **Bijlage 5 De ontwikkeling van de risicovrije reële rente (DNB)—35**

## **Bijlage 6 De Ramsey-regel—47**

## **Bijlage 7 Systematiek voor afwijkingen van de standaarddiscontovoet—62**

## **Bijlage 8 Discontovoet en scenario's in MKBA's (CPB en PBL)—67**

## **Bijlage 9 CO<sub>2</sub>-prijzen—83**



## Samenvatting en aanbevelingen

Op verzoek van het kabinet brengt de werkgroep discontovoet 2020 in dit rapport advies uit over de hoogte van de discontovoeten die gehanteerd dienen te worden in maatschappelijke kosten-batenanalyses (MKBA's). Het rapport van de vorige werkgroep uit 2015 fungeerde daarbij als startpunt, waar nodig aangevuld met nieuwe inzichten en informatie uit de wetenschappelijke literatuur en de financiële markten. De werkgroep heeft gestreefd naar een advies dat zowel academisch onderbouwd als goed toepasbaar in de praktijk is. De belangrijkste aanbevelingen over de toe te passen discontovoeten staan in onderstaand overzicht. In de rest van deze samenvatting worden alle aanbevelingen kort besproken.

	Hoogte discontovoet	Toelichting
Standaarddiscontovoet	2¼ procent	Geldt voor alle typen beleidswijzigingen en voor alle typen kosten en baten, behoudens de twee uitzonderingen hieronder.
Discontovoet voor vaste, verzonken kosten	1,6 procent	Geldt alleen voor kosten die (grotendeels) onafhankelijk zijn van het gebruik én een verzonken karakter hebben.
Discontovoet voor sterk niet-lineair verlopende baten	2,9 procent	Geldt alleen voor baten die in sterke mate niet-lineair verlopen met het gebruik én waarbij bovendien het gebruik afhangt van de stand van de economie.

### Standaarddiscontovoet en risicopremie

De werkgroep adviseert een risico-gewogen standaarddiscontovoet van 2¼ procent (gecorrigeerd voor inflatie), opgebouwd uit een risicovrij deel (ofwel: de risicovrije discontovoet) van –1 procent en een risicopremie van 3¼ procent.<sup>1</sup> Verder beveelt de werkgroep aan om vanuit praktisch oogpunt te blijven uitgaan van een vlakke discontocurve. Dit betekent dat de discontovoet voor de korte en de lange termijn hetzelfde is. De werkgroep adviseert deze waarden voor een periode van vijf jaar vast te stellen, maar deze opnieuw te bezien indien binnen deze termijn de lange rente met meer dan 1 procentpunt wijzigt of als er andere duidelijke aanwijzingen zijn dat bepaalde rendementseisen substantieel zijn veranderd. Het CPB heeft de verantwoordelijkheid om tijdig te signaleren of een tussentijdse herziening aan de orde is.

### Afwijkingen van de standaarddiscontovoet

De werkgroep beveelt aan twee uitzonderingen te maken op de stelregel dat de risico-gewogen standaarddiscontovoet geldt voor alle typen maatregelen of beleidswijzigingen en voor alle typen kosten- en batenstromen. Die uitzonderingen gelden op het niveau van kosten- of batenstromen:

1. De eerste uitzondering heeft betrekking op kosten waarvan de hoogte (grotendeels) onafhankelijk is van het gebruik (ofwel: vaste kosten) en waarbij bovendien de gedane investering in de praktijk (vrijwel) geen

<sup>1</sup> Het advies van de vorige werkgroep uit 2015 was een reële risico-gewogen standaarddiscontovoet van 3 procent, een risicovrije discontovoet van 0 procent en een risicopremie van 3 procent.

alternatieve aanwendingsmogelijkheden kent (ofwel: verzonken kosten).  
Voor deze kosten geldt een discontovoet van 1,6 procent.

2. De tweede uitzondering betreft baten die in sterke mate niet-lineair verlopen met het gebruik en waarbij bovendien het gebruik afhangt van de stand van de economie. Voor deze baten geldt een discontovoet van 2,9 procent.

Investerings in publieke fysieke infrastructuur gaan vaak, maar niet altijd, gepaard met vaste, verzonken kosten. Voorbeelden zijn de aanleg van wegen, vaarwegen, dijken, spoorinfrastructuur, havens en sluizen, en de transport- en distributie-infrastructuur voor energie. Het belangrijkste voorbeeld van baten die niet-lineair afhangen van de stand van de economie zijn de reistijdbaten en transporttijdbaten (goederenvervoer) die ontstaan als een capaciteitsknelpunt wordt opgelost.

### Nader onderzoek

De werkgroep adviseert om nader onderzoek uit te laten voeren naar:

- a) typen kosten of baten die een duidelijk afwijkend risicoprofiel kennen, inclusief de hoogte van de toe te passen discontovoeten;
- b) de meest geschikte discontocurve voor de zeer lange termijn (dit vraagstuk speelt vooral bij klimaatbeleid).

Het onderzoek zou gereed moeten zijn voor aanvang van een volgende werkgroep discontovoet.

### Gevoeligheidsanalyses

De werkgroep adviseert om gevoeligheidsanalyses met betrekking tot de discontovoet te verplichten bij de uitvoering van MKBA's. De verplichting geldt als er twee of meer toekomstscenario's zijn gehanteerd om de kosten en baten te berekenen, waarbij de scenario's duidelijk verschillen qua welvaartsgroei. In de MKBA-praktijk worden in dit verband vaak de WLO-scenario's 'Hoog' en 'Laag' gebruikt. Bij gebruik van de WLO-scenario's stelt de werkgroep de onderstaande discontovoeten voor. De werkgroep beveelt aan de gevoeligheidsanalyses uiterlijk bij een volgende werkgroep discontovoet te evalueren.

	Hoogte discontovoet in hoofdanalyse	Hoogte discontovoet in gevoeligheidsanalyse
Standaarddiscontovoet	2¼ procent	In scenario Hoog: 2,65 procent In scenario Laag: 1,85 procent
Discontovoet voor vaste, verzonken kosten	1,6 procent	In scenario Hoog: 2 procent In scenario Laag: 1,2 procent
Discontovoet voor sterk niet-lineair verlopende baten	2,9 procent	In scenario Hoog: 3,3 procent In scenario Laag: 2,5 procent

### Relatieve prijzen

De werkgroep ziet geen aanleiding om de huidige afspraken met betrekking tot relatieve prijzen (zoals reistijdwaardering, ecosysteemdiensten en CO<sub>2</sub>-prijzen) op dit moment te wijzigen. De werkgroep heeft gekozen voor een inhoudelijke scheiding tussen relatieve prijzen en de discontovoet. Onderzoeken naar en bepaling van relatieve prijsontwikkelingen vinden plaats buiten de werkgroep discontovoet om, bijvoorbeeld in de vorm van WLO-scenario's. Zo wordt in 2021 een nieuwe WLO-studie opgestart, waarbij onder andere de efficiënte CO<sub>2</sub>-prijzen opnieuw zullen worden vastgesteld. De werkgroep vindt het belangrijk dat de kosten en baten van klimaatverandering op een zorgvuldige manier worden meegenomen in MKBA's.



## Summary and recommendations

At the government's request, the 2020 Social Discount Rate Working Group presents its recommendations on the level of the discount rates that should be applied in social cost-benefit analyses (SCBAs). The recommendations build on the report issued by the previous working group in 2015, supplemented where necessary with new insights and information gained from the academic literature and the financial markets. The working group has sought to formulate recommendations that are both academically sound and practicable. The main recommendations on the applicable discount rate are set out in the table below. All the working group's recommendations are considered briefly in the remainder of this summary.

	Discount rate	Note
Standard discount rate	2¼%	Applicable to all types of policy changes and all types of costs and benefits barring the two exceptions below.
Discount rate for fixed, sunk costs.	1.6%	Applicable only to costs that are largely or wholly independent of usage and are typically sunk.
Discount rate for highly non-linear benefits	2.9%	Applicable only to benefits that are highly non-linear relative to usage, where usage, moreover, depends on the state of the economy

### **Standard discount rate and risk premium**

The working group recommends a risk-weighted standard discount rate of 2¼% (adjusted for inflation), consisting of a risk-free component (i.e. the risk-free discount rate) of –1% and a risk premium of 3¼%.<sup>2</sup> For practical purposes, the working group further recommends that the discount curve remain flat. Both short-term and longer-term discount rates will therefore be the same. The working group recommends setting these rates for a period of five years, but they should be reviewed within this period if the long-term interest rate changes by more than 1 percentage point or if there are other clear indications of significant changes in certain required rates of return. The CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis (CPB) is responsible for indicating on a timely basis whether the discount rate should be changed in the interim.

### **Exceptions to the standard discount rate**

The working group recommends that two exceptions be made to the rule that the risk-weighted standard discount rate should be applied to all types of measures and policy changes and to all types of costs and benefits. The exceptions apply at cost/benefit level.

3. The first exception relates to costs that are largely or wholly independent of usage (i.e. fixed costs) and where there are no or virtually no alternative uses for investments that have already been made (i.e. sunk costs). The discount rate for these costs should be 1.6%.

<sup>2</sup> In 2015, the previous working group recommended a real risk-weighted standard discount rate of 3%, consisting of a risk-free rate of 0% and a risk premium of 3%.

4. The second exception relates to benefits that are highly non-linear relative to usage, where usage, moreover, depends on the state of the economy. The discount rate for these benefits should be 2.9%.

Investments in public physical infrastructure often, but not always, involve fixed, sunk costs. Examples include the construction of roads, waterways, dikes, railway infrastructure, ports and locks, and the energy transmission and distribution infrastructure. The main examples of benefits with a non-linear relationship to the state of the economy are the journey time benefits (for persons and for cargo) that are gained when a capacity bottleneck is eliminated.

### Further study

The working group recommends that a further study be carried out of:

- c) the types of costs and benefits that have a clearly different risk profile, including the level of the applicable discount rates;
- d) the most appropriate discount curve for the very long term (this is particularly relevant to climate policy).

The study should be completed before the next discount rate working group is installed.

### Sensitivity analyses

The working group recommends that making sensitivity analyses for the discount rate should be obligatory in SCBAs. This obligation should apply if two or more scenarios are used to calculate the costs and benefits and if these scenarios produce clear differences in the growth of prosperity. In the Dutch SCBA practice, the WLO scenarios High and Low are often used.<sup>3</sup> If the WLO scenarios are used, the working group proposes the following discount rates. It recommends that the sensitivity analyses be evaluated by the next discount rate working group, if not before.

	Discount rate in the main analysis	Discount rate in the sensitivity analysis
Standard discount rate	2¼%	In scenario High: 2.65% In scenario Low: 1.85%
Discount rate for fixed, sunk costs	1.6%	In scenario High: 2.0% In scenario Low: 1.2%
Discount rate for highly non-linear benefits	2.9%	In scenario High: 3.3% In scenario Low: 2.5%

### Relative prices

The working group sees no reason at the moment to change the current agreements on relative prices (such as journey time valuation, ecosystem services and CO<sub>2</sub> prices). It has opted for a separation between relative prices and the discount rate. Relative price developments are studied and calculated outside the Social Discount Rate Working Group, for instance by means of WLO scenarios. A new WLO study commencing in 2021 will recalculate, for example, efficient CO<sub>2</sub> prices. The working group stresses that SCBAs should take careful account of the costs and benefits of climate change.

<sup>3</sup> These scenarios were developed in the scenario study Welfare, Prosperity and the Human Environment (WLO) by the CPB and the PBL Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL). CPB and PBL (2015). *Nederland in 2030-2050: twee referentiescenario's*. <https://www.wlo2015.nl/>.

# 1 Inleiding

De Nederlandse overheid stelt periodiek een set maatschappelijke discontovoeten vast, die wordt gebruikt om voorgestelde publieke investeringsprojecten of, meer algemeen, voorgenomen overheidsbeleid van tevoren te waarderen. De discontovoet is het (minimaal) vereiste rendement op een project, waarbij de hoogte kan afhangen van het risicoprofiel of de aard van het project.<sup>4</sup> In een maatschappelijke kosten-baten analyse (MKBA) worden de verwachte baten en kosten van het project, nu en in de toekomst, teruggerekend (oftewel gedisconteerd) naar het heden op basis van de toe te passen discontovoet. Als de totale baten na discontering groter zijn dan de totale kosten, dan is het maatschappelijk rendement van het project groter dan de gehanteerde discontovoet, en stijgt naar verwachting de maatschappelijke welvaart als het project wordt uitgevoerd.

De discontovoet is voor het laatst vastgesteld in 2015.<sup>5</sup> Het kabinet zal in 2020 een besluit nemen over (de actualisatie van) de discontovoet. Ter voorbereiding heeft het kabinet in december 2019 de werkgroep discontovoet 2020 ingesteld en deze om advies gevraagd (zie bijlage 1 voor de taakopdracht en bijlage 2 voor de samenstelling van de werkgroep). Dit rapport bevat het gevraagde advies, dat voortbouwt op het werk van de vorige werkgroep discontovoet uit 2015.<sup>6</sup>

## 1.1 Centrale vraagstelling

De werkgroep wordt gevraagd een aanbeveling te doen over de te hanteren standaarddiscontovoet, gezien de recente ontwikkelingen op de kapitaalmarkten. Aangezien deze ontwikkelingen invloed kunnen hebben op beide componenten van de discontovoet – de reële risicovrije rente en de macro-economische risicopremie – is een analyse over de gepaste hoogte van beide grootheden wenselijk. De methodiek die is gehanteerd door de vorige werkgroep discontovoet kan daarbij als startpunt dienen, waar nodig aangepast aan nieuwe (wetenschappelijke) inzichten. Daarnaast wordt de werkgroep gevraagd de specifieke discontovoeten te actualiseren, die van toepassing zijn op bepaalde beleidsterreinen, in het licht van nieuwe inzichten of ervaren knelpunten in de praktijk. Het advies dient zowel academisch onderbouwd te zijn, als (in de uitwerking) goed toepasbaar in de beleidspraktijk.

Specifieke vragen uit de taakopdracht zijn:

- Wat is een gepaste hoogte van de discontovoet in de komende periode? Wat is daarbij de invloed van de ontwikkelingen op de kapitaalmarkten op zowel de risicovrije discontovoet en de risicopremie?
- Zijn er nieuwe inzichten die vragen om een actualisatie van de discontovoet voor specifieke beleidsterreinen?
- Voldoet de methodologie zoals in 2015 vastgesteld of zijn er nieuwe inzichten die vragen om een aanpassing daarvan?

4 Dit rapport gebruikt de generieke term 'project' om de activiteit aan te duiden waarop de MKBA betrekking heeft. Deze term dient breed te worden opgevat en kan een concreet investeringsproject betreffen, maar ook veelomvattende beleidswijzigingen.

5 Tweede Kamer, vergaderjaar 2015-2016, 29 352, nr. 6.

6 Rapport Werkgroep Discontovoet 2015.

Dit advies is gericht op de methodologie en hoogte van de toe te passen discontovoet in MKBA's. De rol van relatieve prijsontwikkelingen in MKBA's wordt apart behandeld.<sup>7</sup>

## 1.2 Werkwijze

De werkgroep volgt in grote lijnen de aanpak van de werkgroep 2015. Dat betekent dat de aanbeveling voor de hoogte van de discontovoet en de risicopremie vanuit drie invalshoeken wordt onderbouwd. Ten eerste, gegevens over de risicovrije reële rente en de risicopremie op verhandelbare financiële titels. Ten tweede, informatie over het door Nederlandse huishoudens geëiste rendement op hun vermogen en het door bedrijven geëiste rendement op investeringen in Nederland. Ten derde, een normatieve benadering afgeleid uit de welvaartstheorie (Ramsey-regel).

De werkgroep heeft tevens onderzocht of er veranderingen wenselijk waren in de methodologie van de toepassing van de discontovoet en in het onderscheid naar verschillende beleidsterreinen. Dit heeft geleid tot aanscherpingen van de afwijkingen van de standaarddiscontovoet en een separate behandeling van relatieve prijsontwikkelingen. Onderzoek van CPB en PBL naar de relatie tussen de discontovoet en scenario-analyses heeft bovendien geleid tot het opnemen van aanbevelingen over uit te voeren gevoeligheidsanalyses op de discontovoet.

Bij het opstellen van dit rapport is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van bestaande informatie, de wetenschappelijke literatuur en het rapport van de werkgroep 2015. Op verzoek van de werkgroep hebben DNB en CPB empirisch onderzoek gedaan naar de eerste twee invalshoeken. Daarnaast heeft de werkgroep in een panelsessie met vier academische experts gesproken over hun visie op de discontovoet.<sup>8</sup> Het secretariaat heeft op initiatief van Klimaatverbond Nederland gesproken met vertegenwoordigers van deze organisatie.

## 1.3 Leeswijzer

De werkgroep heeft ervoor gekozen een beknopt en toegankelijk advies te schrijven, waarbij de meer technische aspecten in zes technische bijlages, waaronder de notities van CPB en DNB, worden toegelicht; zie bijlage 4 t/m 9. Hoofdstuk 2 biedt een korte uitleg van de cruciale begrippen en de manieren waarop de discontovoet kan worden afgeleid uit economische data, en tevens een korte beschrijving van de huidige praktijk. Hoofdstuk 3 bevat het advies over de hoogte van de risicogewogen standaarddiscontovoet en zijn componenten (risicopremie en risicovrije discontovoet), het gebruik van een afwijkende discontovoet in bepaalde situaties, de toepassing van gevoeligheidsanalyses met betrekking tot de discontovoet, en het gebruik van relatieve prijsontwikkelingen in MKBA's. Bijlage 3 biedt een handzaam overzicht van alle wijzigingen ten opzichte van de huidige praktijk en de adviezen van de werkgroep 2015.

7 Dit sluit aan bij het advies van de werkgroep 2015 dat stelt dat een eventuele prijsverandering beter in de baten kan worden verwerkt dan in een apart disconto (p. 41) en dat dit ook beter uit te leggen is (p. 53).

8 De experts waren Casper van Ewijk (Tilburg University en Netspar), Bas Jacobs (Erasmus Universiteit Rotterdam), Carl Koopmans (Vrije Universiteit Amsterdam en SEO) en Aart de Zeeuw (Tilburg University, emeritus).

## 2 De maatschappelijke discontovoet

Dit hoofdstuk biedt relevante achtergrondinformatie op hoofdlijnen en legt een aantal cruciale aspecten van disconteren en de maatschappelijke discontovoet uit op een niet-technische manier. Paragraaf 2.1 gaat in op de functie van de discontovoet en paragraaf 2.2 belicht de fundamentele determinanten van de maatschappelijke discontovoet. Meer details hierover zijn te vinden in bijlage 6. Paragraaf 2.3 bespreekt de verschillende manieren waarop de discontovoet kan worden afgeleid uit economische data. Tot slot biedt paragraaf 2.4 een overzicht van de huidige regels voor het gebruik van de discontovoet in MKBA's.

### 2.1 De rol van de maatschappelijke discontovoet

De (maatschappelijke) discontovoet wordt gebruikt om de in de toekomst verwachte kosten en baten van een publiek investeringsproject of overheidsbeleid terug te rekenen (disconteren) naar het heden.<sup>9</sup> Bij de kosten en baten gaat het om alle zaken waar burgers waarde aan toekennen, waaronder effecten op inkomen, vrije tijd, leefomgeving, gezondheid, reistijd, natuur en milieu, klimaat, veiligheid, etc. Wel is het nodig om (im)materiële zaken om te rekenen naar geldbedragen om ze te kunnen vergelijken en disconteren. De discontovoet kan worden opgevat als het minimaal vereiste rendement vanuit maatschappelijk perspectief. Als het verwachte rendement van een investeringsproject hoger is dan de discontovoet, stijgt de maatschappelijke welvaart als het project wordt uitgevoerd; ligt dit lager, dan daalt de welvaart. Disconteren is noodzakelijk om een correcte afweging te kunnen maken tussen (veranderingen in) brede welvaart in het heden versus die in de toekomst. Daarbij geldt dat hoe hoger de discontovoet is, hoe minder gewicht wordt toegekend aan de kosten en baten in de (verre) toekomst.

De discontovoet die in dit rapport centraal staat is de zogeheten risico-gewogen discontovoet (in reële termen). Deze bestaat uit twee delen: de risicovrije discontovoet en de risicopremie. De risicovrije discontovoet is het geëiste reële rendement op een risicovrij project, waarvoor geldt dat kosten en opbrengsten volledig zeker zijn. De risicopremie is de maatschappelijk geëiste vergoeding voor het projectrisico, het feit dat de kosten en baten van het project zijn omgeven met onzekerheid, die bovendien kan toenemen naarmate deze kasstromen verder in de toekomst liggen. De risicopremie hangt in principe af van het specifieke project. De standaarddiscontovoet, die normaliter in MKBA's wordt gebruikt, gaat uit van de risicopremie op een gemiddeld investeringsproject, de zogeheten macro-economische risicopremie. In geval van afwijkingen van de standaarddiscontovoet is een andere, meestal hogere, risicopremie van toepassing.

De risicovrije discontovoet is gerelateerd aan het vraagstuk hoe een samenleving de beschikbare mogelijkheden voor consumptie- of welvaartscreatie verdeelt over de tijd. Door in het heden consumptiemogelijkheden of welvaart op te geven en te investeren, kan de samenleving in de toekomst meer consumptie of welvaart genieten. Op de (zeer) lange termijn bezien gaat het om de afweging tussen welvaart van de huidige generaties en die van toekomstige, nu nog niet aanwezige generaties. Op de (zeer) korte termijn betreft de afweging vooral dezelfde groep

<sup>9</sup> De begrippen maatschappelijke discontovoet, risico-gewogen discontovoet en discontovoet worden in het vervolg van dit rapport door elkaar gebruikt. In geval de risicovrije discontovoet wordt bedoeld, wordt dit expliciet aangegeven. Met het begrip risicopremie wordt in het algemeen de standaardrisicopremie of macro-economische risicopremie bedoeld, behalve wanneer uit de context blijkt dat dit niet het geval is.

burgers op verschillende momenten in de tijd: nu versus de nabije toekomst. In dat geval worden de opbrengsten van de maatschappelijke investering overwegend genoten door dezelfde burgers die ook de kosten hebben gedragen. Naarmate de horizon toeneemt is dit steeds minder het geval.

## 2.2 Welke factoren bepalen de discontovoet?

De welvaartstheorie biedt een conceptueel kader voor de bepaling van de maatschappelijke discontovoet. Een uitgebreide uitleg hiervan is te vinden in bijlage 6 over de Ramsey-regel. De Ramsey-regel is afgeleid in een theoretische setting waarin de overheid als vertegenwoordiger van alle (huidige en toekomstige) burgers de maatschappelijke welvaart zo groot mogelijk maakt. Volgens deze regel is de risico-gewogen standaarddiscontovoet, het maatschappelijk geëiste rendement op een niet-risicovrij standaard-investeringsproject, op te splitsen in vier componenten:

risico-gewogen discontovoet = tijdsvoorkeur + vermogenseffect + voorzorgseffect  
+ standaardrisicopremie

- De term voor de maatschappelijke *tijdsvoorkeur* is nul of positief, en weerspiegelt hoe ongeduldig de samenleving (overheid) is bij de keuze tussen welvaart nu versus welvaart later in de tijd – puur vanwege het tijdsverschil. Een positieve waarde impliceert dat kosten en baten (per definitie) minder zwaar worden gewogen naarmate deze verder in de toekomst liggen. In intergenerationeel perspectief betekent een positieve waarde dat het welzijn van de toekomstige generaties minder zwaar wordt gewogen dan dat van de huidige bevolking. Als deze term nul is, worden alle generaties gelijk behandeld in de discontering. De maatschappelijke tijdsvoorkeur kent daarmee een sterk normatief karakter.
- Het *vermogenseffect* beschrijft hoe de samenleving omgaat met verschillen die samenhangen met trendmatige (welvaarts)groei. De overheid is terughoudender met het opgeven van consumptie (in brede zin) in het heden, als burgers in de toekomst naar verwachting sowieso welvarender zijn. Hoe groter de aversie tegen verschillen of hoe hoger de verwachte groei, hoe sterker dit vermogenseffect. De lagere investeringsbereidheid vertaalt zich in een hoger geëist rendement op projecten, oftewel een hogere discontovoet.
- Het *voorzorgseffect* beschrijft hoe de samenleving omgaat met de onzekerheid over het toekomstige welvaartsniveau. Deze economische onzekerheid creëert een motief om uit voorzorg het verwachte welvaartsniveau in de toekomst te verhogen door nu meer te investeren. Door economische onzekerheid neemt ook de waarde toe van een risicovrij project (met 100% zekere kasstromen). Daardoor daalt het geëiste maatschappelijke rendement. Het voorzorgseffect is dus altijd negatief. De omvang hangt af van de aversie tegen verschillen of risico's, de neiging om prudent te zijn en de grootte van de macro-economische volatiliteit.
- De *standaardrisicopremie* is altijd positief, en betreft de geëiste vergoeding voor de projectrisico's van een gemiddeld investeringsproject. Hoe groter de macro-economische volatiliteit of de aversie tegen verschillen of risico's, hoe hoger de risicopremie.

De eerste drie termen vormen samen de risicovrije discontovoet.

### *Afwijkende discontovoet*

Voor een investeringsproject dat een hoger of lager risico kent dan het standaardgeval, wordt de risicopremie naar verhouding aangepast. Deze

risicoverhouding is de zogeheten bèta, en de resulterende project-specifieke risicopremie is  $\beta \times$  standaardrisicopremie (zie bijlage 6). Voor het gemiddelde project geldt dat bèta per definitie 1 bedraagt.

#### *De discontovoet en de tijdshorizon*

Macro-economische risico's kunnen toenemen met de tijdshorizon. Dit is bijvoorbeeld het geval als economische schokken elkaar versterken (positieve correlatie vertonen) of als de economie steeds met bepaalde kansen kan wisselen tussen een normaal groeiregime en een slecht groeiregime (crisis). Ook onzekerheid over het niveau van de verwachte groei of de macro-economische volatiliteit (parameteronzekerheid) vertaalt zich in onzekerheid die toeneemt met de tijdshorizon. De toenemende onzekerheid leidt ertoe dat zowel het (negatieve) voorzorgseffect als de risicopremie toeneemt met de tijdshorizon. Daardoor verandert ook de discontovoet met de tijdshorizon, en is er in feite sprake van een discontocurve. De risicovrije discontocurve verloopt dalend vanwege het toenemende (negatieve) voorzorgseffect. Het effect op de risico-gewogen discontocurve, die in dit rapport centraal staat, is echter niet eenduidig, omdat tegenover het neerwaartse effect van het voorzorgsmotief een opwaarts effect van de risicopremie staat. De risico-gewogen discontocurve daalt daardoor minder sterk dan de risicovrije discontocurve, en kan zelfs stijgend verlopen (als de neiging tot prudentie relatief zwak is). Figuur 2 in bijlage 6 laat dit zien.

### **2.3 Hoe kan de hoogte van de discontovoet empirisch worden bepaald?**

Er zijn globaal gezien twee benaderingen om te komen tot een concrete, numerieke waarde voor de discontovoet: een empirische benadering die vooral naar financiële marktinformatie kijkt en een theoretische, meer normatieve benadering die de optimale Ramsey-regel probeert in te vullen. Deze worden hieronder toegelicht.

#### *Empirische benadering op basis van marktinformatie*

De eerste benadering benut zo veel mogelijk de beschikbare informatie over de geëiste rendementen in financiële markten. De achterliggende logica is dat de geëiste rendementen beschouwd kunnen worden als de 'alternatieve kosten' van publieke investeringen. De samenleving kan via de overheid in publieke projecten investeren of ze kan via de markt in private projecten investeren. De rendementen die de samenleving in de markt kan halen vormen derhalve een belangrijk referentiepunt voor het beoordelen van publieke investeringen. Het gebruik van marktprijzen heeft verder als voordeel dat ze veel informatie over de verwachtingen van marktpartijen bevatten. Ook sluit marktwaardering goed aan bij de methode die private investeerders gebruiken voor het prijzen van toekomstige kasstromen en bij de MKBA-systematiek die zoveel mogelijk maakt van marktprijzen. Verschillende landen gebruiken dan ook (overwegend) deze methode voor de empirische invulling van de discontovoet (zie tabel 2.2 in het rapport uit 2015). Ook de vorige werkgroep heeft een relatief groot gewicht gehecht aan marktinformatie.

In een markt komen rendementen tot stand die overeenkomen met de maatschappelijke preferenties, gegeven dat de overheid het gedrag van marktpartijen beïnvloedt en zelf ook deelneemt aan de markt. Toekomstige generaties zijn niet aanwezig in de markt, en het is bijvoorbeeld de vraag of de individuele private partijen op de markt voldoende rekening houden met de belangen van toekomstige generaties of het algemeen belang. De overheid kan echter deze belangen behartigen door bijvoorbeeld schuld af te lossen, te investeren in onderwijs of in maatregelen om klimaatverandering tegen te gaan.

De reële risicovrije rente kan relatief eenvoudig uit marktinformatie worden afgeleid voor een termijn tot 30 jaar. Voor looptijden langer dan 30 jaar is de beschikbare marktinformatie mogelijk minder betrouwbaar, onder meer omdat er minder partijen op dat marktsegment actief zijn. De risico-gewogen discontovoet kan niet op een simpele manier worden afgeleid uit marktinformatie, omdat het geëiste rendement op vergelijkbare private investeringen niet direct waarneembaar is. Zo moet de risicopremie op aandelen worden geschat en geldt voor verschillende soorten activa dat er geen (actuele) marktprijzen voorhanden zijn. Door de beschikbare marktinformatie te combineren met aanvullende veronderstellingen kunnen wel benaderingen worden berekend. De werkgroep kijkt in dit verband naar twee grootheden. Ten eerste het geëiste rendement op de portefeuille van alle Nederlandse huishoudens (inclusief pensioenkapitaal) en ten tweede het geëiste rendement door bedrijven op investeringen in Nederland. Dit laatste is te bepalen als een gewogen gemiddelde van het geëiste rendement op vreemd en eigen vermogen van ondernemingen (*weighted average cost of capital, WACC*).

#### *Theoretische benadering op basis van de Ramsey-regel*

De tweede benadering probeert de Ramsey-regel numeriek in te vullen (zie bijlage 6 voor de exacte formule), die in het theoretische kader consistent is met maximale maatschappelijke welvaart. Deze benadering heeft daarnaast als voordeel dat deze ook voor de lange termijn, waarvoor marktinformatie minder beschikbaar en minder betrouwbaar is, waardevolle inzichten biedt.

Het invullen van de Ramsey-regel vereist het vaststellen van numerieke waarden voor variabelen als de verwachte groei op lange termijn, de economische volatiliteit, de tijdsvoorkeur, de aversie tegen verschillen en de neiging tot prudentie. Dit stuit op twee grote uitdagingen. De eerste uitdaging is de grote onzekerheid over de juiste numerieke waarden, voor zover deze al uit economische data zijn af te leiden, zeker op de lange termijn. Zo zijn de trendgroei en de volatiliteit rond het groeipad in de komende eeuw in feite onbekend, omdat deze mede afhangen van onvoorspelbare gebeurtenissen zoals technologische vooruitgang, politieke en sociale onrust, veranderingen in klimaat en milieu, pandemieën, etc. Deze fundamentele onzekerheid over de lange termijn heeft tot gevolg dat het verloop van de discontocurve voorbij een tijdshorizon van 75 jaar in de toekomst de facto niet empirisch te bepalen is (zie bijlage 6). De daarvoor benodigde statistische informatie is simpelweg niet beschikbaar.

De tweede uitdaging is dat parameters als de tijdsvoorkeur, de aversie tegen verschillen en de neiging tot prudentie ook normatieve opvattingen weerspiegelen, die sterk tussen experts en burgers kunnen verschillen. Dergelijke verschillen kunnen niet door data-analyse worden weggenomen of verkleind. Zo zijn veel experts van mening dat de overheid als vertegenwoordiger van alle generaties een tijdsvoorkeur van nul dient te hebben, ook al lijken veel burgers in hun economische gedrag een positieve tijdsvoorkeur te vertonen. Ook verschillen de opvattingen over het gewicht dat het voorzorgsmotief zou moeten krijgen bij de bepaling van de discontocurve in het licht van de klimaatproblematiek. Experts zijn in grote meerderheid van mening dat de overheid ook normatieve of ethische overwegingen dient te betrekken bij het vaststellen van de discontovoet. De fundamentele onzekerheid op de lange termijn impliceert dat met name de discontering van effecten die op de zeer lange termijn optreden, bijvoorbeeld bij klimaatbeleid, in essentie een normatieve basis heeft.



Gezien de onzekerheid en de verscheidenheid aan normatieve opvattingen zijn op basis van de beschikbare gegevens een ondergrens en een bovengrens berekend van de risico-gewogen discontovoet volgens de Ramsey-regel. De gebruikte waarden voor de tijdsvoorkeur en de aversie tegen verschillen zijn afkomstig uit internationaal beschikbaar empirisch onderzoek; de gehanteerde numerieke waarden voor de verwachte economische groei op lange termijn en de macro-economische volatiliteit zijn geraamd op basis van Nederlandse data. De resulterende bandbreedte wordt gebruikt als een check op de plausibiliteit van de geëiste rendementen die zijn berekend op basis van marktprijzen en de aanbeveling voor de risico-gewogen discontovoet.

## 2.4 De huidige systematiek in Nederland

Het kabinet heeft alle aanbevelingen uit het vorige rapport van de werkgroep discontovoet overgenomen.<sup>10</sup> De belangrijkste aanbevelingen uit 2015 zijn:

- Er geldt een reële risico-gewogen discontovoet van 3 procent. Dat is de som van een risicovrije rente van circa 0 procent en een risicopremie van 3 procent.
- De discontovoet kent een vlakke termijnstructuur, en is dus hetzelfde voor de korte en de lange termijn.
- Voor publieke fysieke investeringen met substantiële vaste kosten is de discontovoet 4½ procent voor zowel de baten als de kosten.
- Slechts in uitzonderlijke gevallen kan van deze standaardwaarden worden afgeweken en met een project-specifieke waarde voor de discontovoet worden gerekend. Dat kan alleen als daar overtuigend wetenschappelijke onderzoek aan ten grondslag ligt. In voorkomende gevallen zal op het gezamenlijk oordeel van het CPB en het PBL worden afgegaan of er voldoende grond is om van de standaardwaarden af te wijken.

Daarnaast heeft het kabinet in 2018 – op basis van een CPB-studie<sup>11</sup> – vastgesteld dat bij MKBA's van onderwijsprojecten moet worden gerekend met een discontovoet van 3¾ procent.<sup>12</sup>

10 Tweede Kamer, vergaderjaar 2015-2016, 29 352, nr. 6.

11 CPB, Discontovoet onderwijs, CPB Notitie 27 november 2017.

12 Tweede Kamer, vergaderjaar 2017-2018, 29 352, nr. 8.

## 3 Advies

De werkgroep gebruikt, in navolging van de vorige werkgroep, informatie uit drie bronnen om te komen tot concrete aanbevelingen voor de risico-gewogen discontovoet en de risicopremie. Paragraaf 3.1 bevat een kort overzicht van de relevante informatie. Het advies van de werkgroep volgt daarna in vier delen. Paragraaf 3.2 presenteert de aanbeveling voor de risico-gewogen discontovoet die van toepassing is in het standaardgeval, opgesplitst in een risicovrij deel en de risicopremie. Paragraaf 3.3 behandelt de situaties waarin een afwijkende discontovoet dient te worden gehanteerd. Paragraaf 3.4 gaat in op gevoeligheidsanalyses met betrekking tot de discontovoet en paragraaf 3.5 besluit het advies met een aanbeveling over het gebruik van relatieve prijsontwikkelingen in MKBA's.

### 3.1 Relevante informatie uit drie bronnen

De werkgroep benut informatie uit de volgende drie bronnen ter onderbouwing van de concrete aanbevelingen voor de discontovoet en de risicopremie. Ten eerste, informatie over het door Nederlandse huishoudens geëiste rendement op hun vermogen en het door bedrijven geëiste rendement op investeringen in Nederland (bijlage 4 van CPB). Ten tweede, gegevens over de reële risicovrije rente en de risicopremie op verhandelbare financiële titels (bijlage 5 van DNB). Ten derde, inzichten uit de theorie over de Ramsey-regel, waaronder een empirisch onderbouwde bandbreedte voor de discontovoet volgens deze regel voor Nederland (bijlage 6).

Op basis van de drie bronnen ontstaat het volgende kwantitatieve beeld:

- Het door CPB berekende geëiste rendement (inclusief risicobeloning) op het eigen vermogen van de Nederlandse huishoudens bedraagt 2,3 à 2,4 procent.
- Het door CPB berekende geëiste rendement door bedrijven op investeringen in Nederland bedraagt ongeveer 2,5 procent. Uitgaande van de bandbreedte voor het effectieve winstbelastingtarief, komt het CPB op een bandbreedte van 2,16–2,70 procent.
- In een gevoeligheidsanalyse waarbij gegevens tot en met april 2020 zijn meegenomen, komen beide geëiste rendementen ongeveer 0,1 procentpunt lager uit.
- DNB becijfert dat de reële risicovrije rentes met een looptijd van 10 en van 30 jaar –1,3 procent waren in maart 2020. Gemeten over een recente periode van een jaar is de gemiddelde reële risicovrije lange rente ongeveer –1 procent.
- De analyse van DNB laat zien dat de risicopremie op bedrijfsobligaties ongeveer 2 procent bedraagt, een daling met 0,5 procentpunt sinds 2015. Hoewel de risicopremie op aandelen niet kan worden waargenomen, is het aannemelijk dat ook de risicopremie op aandelen is gedaald, omdat beide risicopremies een positieve correlatie vertonen.
- De bandbreedte voor de discontovoet volgens de Ramsey-regel is 0,2–4,5 procent.

Op basis van het advies uit 2015 geldt nu nog een risico-gewogen standaarddiscontovoet van 3 procent (in reële termen), en een risicopremie van 3 procent. Het risicovrije deel van de discontovoet (tevens de risicovrije discontovoet) bedraagt 0 procent.

## 3.2 **Standaarddiscontovoet en risicopremie**

### *Risico-gewogen discontovoet en risicopremie*

De werkgroep adviseert een risico-gewogen standaarddiscontovoet van 2¼ procent (gecorrigeerd voor inflatie), opgebouwd uit een risicovrij deel (tevens de risicovrije discontovoet) van –1 procent en een risicopremie van 3¼ procent.

De werkgroep baseert zich voor zijn advies op marktinformatie in de vorm van gemiddelde waarden over een wat langere periode, om zo de invloed van tijdelijke fluctuaties van financiële prijzen te dempen. De berekeningen van het CPB betreffen een periode van 12 maanden, waarbij de risicopremies zijn overgenomen uit het advies van commissie Parameters 2019 en voor de nominale risicovrije lange rente en de inflatieverwachtingen marktprijzen zijn gebruikt. De berekeningen van DNB over de reële risicovrije rente gebruiken dezelfde marktgegevens.

Het geëiste rendement op het eigen vermogen van de huishoudens is voor de werkgroep een cruciaal ijkpunt. Dit sluit empirisch het beste aan bij het concept van de alternatieve kosten. De werkgroep wijkt daarmee licht af van de methode van de werkgroep 2015 die uitging van het geëiste rendement op het brutovermogen van de huishoudens. Door deze technische aanpassing vallen het geëiste rendement, en daarmee de gewogen risicopremie, op het vermogen van de huishoudens 0,2 procentpunt hoger uit (gegeven de onderliggende data).

De aanbevolen waarde voor het risicovrije deel van –1 procent is gebaseerd op de waargenomen reële risicovrije rentes met een looptijd van 10 en van 30 jaar. De werkgroep ziet geen reden om hier substantieel van af te wijken. Dit betekent een vrij forse aanpassing van de huidige waarde van circa 0 procent. De werkgroep 2015 heeft de risicovrije component hoger vastgesteld dan de toenmalige marktrentes suggereerden in het licht van de beweeglijkheid van de rentes.

De geadviseerde waarde voor de risicopremie stijgt licht van 3 naar 3¼ procent. De toename met ¼ procentpunt is voornamelijk het gevolg van een verbeterde methodologie, de overstap van bruto- naar nettovermogen bij de berekening van het geëiste rendement door huishoudens (de hierboven genoemde 0,2 procentpunt). De geëiste (gewogen) risicopremie op het totale brutovermogen van de huishoudens is namelijk nagenoeg onveranderd gebleven. Dat komt doordat het neerwaartse effect van lagere risicopremies op aandelen en bedrijfsobligaties vrijwel volledig wordt gecompenseerd door het opwaartse effect van een hogere risicopremie op vastgoed (waaronder het eigen huis) en het toegenomen gewicht van aandelen in de portefeuille.

Bij bovenstaande aanbevelingen heeft de werkgroep meegenomen dat de maatschappelijke discontovoet een lange termijn rendementseis is en dat deze in de komende jaren naar verwachting zal worden toegepast in economische omstandigheden die niet te kenschetsen zijn als een acute economische crisis. De gevoeligheidsanalyse van CPB laat zien dat de coronacrisis op de korte termijn een relatief gering effect heeft op de geëiste rendementen op de lange termijn door partijen in de private sector. Mocht op een later moment duidelijk worden dat dit effect wel significant is, dan kan dit voor het CPB reden zijn om te signaleren dat een heroverweging van de discontovoet wenselijk is.

#### *Vlakke termijnstructuur discontovoet*

De werkgroep adviseert vanuit praktisch oogpunt te blijven uitgaan van een vlakke discontocurve. In de MKBA-praktijk hebben de meeste investeringsprojecten een looptijd (zichtperiode) van maximaal 100 jaar.<sup>13</sup> De risico-gewogen discontocurve is relatief ongevoelig voor onzekerheid die toeneemt met de horizon, omdat het risicovrije deel en de risicopremie tegen elkaar in bewegen (zie figuur 2 in bijlage 6). De werkgroep wijst daarnaast op de fundamentele onzekerheid over de discontovoet op de zeer lange termijn, omdat de benodigde empirische informatie simpelweg ontbreekt (zie bijlage 6). De werkgroep adviseert nader onderzoek te (laten) verrichten naar de meest geschikte discontocurve voor de zeer lange termijn. Dit vraagstuk speelt vooral bij klimaatbeleid. Daarnaast wijst de werkgroep erop dat in voorkomende gevallen de opsteller van de MKBA de ruimte heeft om desgewenst een gevoeligheidsanalyse uit te voeren met betrekking de discontering van de kasstromen die in de verre toekomst vallen.

De werkgroep adviseert de discontovoet en de risicopremie voor een periode van vijf jaar vast te stellen. Daarnaast beveelt de werkgroep aan de numerieke waarden opnieuw te bezien indien binnen deze termijn de lange rente met meer dan 1 procentpunt verandert of indien er andere duidelijke indicaties zijn dat bepaalde geëiste rendementen substantieel zijn veranderd. Het CPB heeft de verantwoordelijkheid om tijdig te signaleren of een (tussentijdse) herziening aan de orde is.

### **3.3 Afwijkingen van de standaarddiscontovoet**

Hierboven is de standaardwaarde van de discontovoet vastgesteld op 2¼ procent. Deze discontovoet geldt in beginsel voor alle typen maatregelen of beleidswijzigingen en voor alle typen kosten- en batenstromen. De werkgroep beveelt echter aan om hierop twee uitzonderingen te maken (zie bijlage 7 voor een uitgebreide toelichting). Deze uitzonderingen gelden op het niveau van kosten- of batenstromen:

1. Uitzondering 1 betreft kosten waarvan de hoogte (grotendeels) onafhankelijk is van het gebruik ('vaste kosten') en waarbij bovendien de gedane investering in de praktijk (vrijwel) geen alternatieve aanwendingsmogelijkheden kent<sup>14</sup> ('verzonken kosten'). Voor deze kosten geldt een discontovoet van 1,6 procent.
2. Uitzondering 2 heeft betrekking op baten die in sterke mate niet-lineair verlopen met het gebruik en waarbij bovendien het gebruik afhangt van de stand van de economie. Voor deze baten geldt een discontovoet van 2,9 procent.

Bij uitzondering 1 leidt de combinatie van vaste en verzonken kosten ertoe dat deze kosten substantieel minder meebewegen met de stand van de economie dan de consumptie. Dit houdt een bèta lager dan 1 in. De werkgroep adviseert voor deze gevallen een bèta van 0,8 te gebruiken, waardoor de toe te passen discontovoet uitkomt op 1,6 procent.

13 Bij infrastructuurprojecten worden de effecten van de projectalternatieven in de praktijk bepaald voor een zichtperiode van 100 jaar na het moment van ingebruikname van de infrastructuur. In bepaalde gevallen kan een kortere zichtperiode worden gehanteerd, bijvoorbeeld bij investeringen met een korte levensduur. Zie Werkwijzer MKBA bij MIRT-verkenningen 2018.

14 Door het ontbreken van alternatieve aanwendingsmogelijkheden is het niet mogelijk om bij tegenvallende benutting een substantieel deel van de kosten terug te winnen, bijvoorbeeld door verkoop of een alternatieve benutting.

Bij uitzondering 2 leidt de sterke niet-lineariteit ertoe dat deze baten substantieel meer meebewegen met de stand van economie dan de consumptie. Dit houdt een bèta hoger dan 1 in. De werkgroep adviseert voor deze gevallen een bèta van 1,2 te gebruiken, waardoor de toe te passen discontovoet uitkomt op 2,9 procent.

Samengevat gelden de volgende discontovoeten.

	Hoogte discontovoet	Toelichting
Standaarddiscontovoet	2¼ procent	Geldt voor alle typen beleidswijzigingen en voor alle typen kosten en baten, behoudens de twee uitzonderingen hieronder.
Discontovoet voor vaste, verzonken kosten	1,6 procent	Geldt alleen voor kosten die (grotendeels) onafhankelijk zijn van het gebruik én een verzonken karakter hebben.
Discontovoet voor sterk niet-lineair verlopende baten	2,9 procent	Geldt alleen voor baten die in sterke mate niet-lineair verlopen met het gebruik én waarbij bovendien het gebruik afhangt van de stand van de economie.

Hieronder volgen voorbeelden van specifieke kosten en baten die in aanmerking komen voor een discontovoet die afwijkt van de standaardwaarde. Deze voorbeelden zijn niet bedoeld als een volledige opsomming. In de toepassingspraktijk van MKBA zal per geval moeten worden bekeken of er kosten en/of baten zijn die in aanmerking komen voor een discontovoet die afwijkt van de standaardwaarde.

#### *Voorbeelden van vaste, verzonken kosten*

Bij vaste, verzonken kosten is de hoogte (grotendeels) onafhankelijk van het gebruik en kan de gedane investering in de praktijk (vrijwel) niet alternatief worden aangewend, bijvoorbeeld door verkoop of een andere benutting. Het is moeilijk aan deze voorwaarden concrete getallen te verbinden als harde scheidslijn. Als kosten voor een substantieel deel afhangen van het gebruik, kan de standaarddiscontovoet worden toegepast. Als van alternatieve aanwending of verkoop substantiële baten zijn te verwachten, kan eveneens de standaarddiscontovoet worden gebruikt.

Investeringen in publieke fysieke infrastructuur gaan vaak, maar niet altijd gepaard met vaste, verzonken kosten. Op het gebied van verkeer en vervoer (transportinfrastructuur) kan worden gedacht aan het aanleggen van wegen, vaarwegen, dijken, spoorinfrastructuur, havens en sluizen. In de energiesector kan worden gedacht aan de transport- en distributie-infrastructuur voor energie, en ook aan een deel van de productiefaciliteiten, namelijk die welke moeilijk verkoopbaar zijn zoals gascentrales en kernenergiecentrales.

#### *Voorbeelden van sterk niet-lineair verlopende baten*

Het belangrijkste voorbeeld hiervan zijn reistijdbaten en transporttijdbaten (goederenvervoer) die ontstaan als een capaciteitsknelpunt wordt opgelost. Deze baten hangen af van de benutting die weer afhangt van de stand van de economie. De (sterke) niet-lineariteit ligt erin dat bij lage economische groei de baten zeer laag kunnen zijn, omdat de gegenereerde extra capaciteit dan niet of nauwelijks wordt benut, terwijl bij hoge economische groei de baten juist hoog kunnen uitvallen. Bij

hogere economische groei neemt zonder oplossing van het knelpunt de kans op files toe, waardoor de baten van het oplossen van het knelpunt niet-lineair verlopen met de economische groei.

#### *Nader onderzoek*

De werkgroep doet de aanbeveling om nader onderzoek te (laten) doen naar typen kosten of baten die duidelijk een afwijkend risicoprofiel hebben en naar de hoogtes van de daarop toe te passen discontovoeten. Een dergelijk door de vorige werkgroep geadviseerd onderzoek is de afgelopen jaren niet uitgevoerd, en was in het kader van deze werkgroep niet haalbaar. Dit onderzoek zou gereed moeten zijn voor aanvang van een volgende werkgroep discontovoet.

### **3.4 Gevoeligheidsanalyses**

De werkgroep neemt het voorstel van CPB en PBL over om gevoeligheidsanalyses met betrekking tot de discontovoet toe te voegen aan de uitvoering van MKBA's (zie bijlage 8).

Het gebruik van toekomstscenario's die van elkaar verschillen in welvaartsniveau (bijvoorbeeld door groeiverschillen) heeft in beginsel ook consequenties voor de toe te passen discontovoeten. Een hogere welvaart in de toekomst impliceert immers een hogere discontovoet op grond van het vermogenseffect, en omgekeerd (zie paragraaf 2.2).

De kwantitatieve illustraties van CPB en PBL in bijlage 8 laten zien dat er risico's kunnen zijn op verkeerde beslisinformatie, indien geen rekening wordt gehouden met welvaartsverschillen bij de bepaling van de discontovoet. Deze risico's zullen zich echter niet altijd materialiseren. In verband met de vele combinaties van variabelen die hierbij een rol spelen (zoals omvang en timing van kosten en baten, afhankelijkheid van kosten en baten van scenario's en de welvaartsverschillen tussen scenario's) zijn de risico's niet eenvoudig te voorspellen. Er is volgens CPB en PBL geen wetenschappelijke literatuur om een voldoende harde kwantitatieve inschatting te maken van de wijze waarop discontovoeten samenhangen met de gebruikte toekomstscenario's. Ook speelt hierbij een rol dat de welvaart in een hoge-groei-scenario niet op alle aspecten hoger hoeft te liggen dan in een lage-groei-scenario. Hogere economische groei kan bijvoorbeeld gepaard gaan met een slechtere kwaliteit van de leefomgeving of meer ongelijkheid.

Al met al is het toevoegen van gevoeligheidsanalyses op de gehanteerde discontovoet een praktische manier om toch rekening te kunnen houden met de mogelijke invloed van welvaartsverschillen op de uitkomsten van een MKBA. De werkgroep beveelt aan om deze gevoeligheidsanalyses altijd uit te voeren, omdat niet op voorhand kan worden voorspeld wanneer deze tot andere beslisinformatie leiden.

CPB en PBL stellen dat de opslag op de discontovoet in het hogere-groei-scenario en de even grote afslag in het lagere-groei-scenario in de bandbreedte van 0 tot 0,75 procentpunt liggen (uitgaande van de huidige scenario's voor welvaart en leefomgeving). De werkgroep adviseert het midden van deze bandbreedte toe te passen: afgerond 0,4 procentpunt.

De werkgroep adviseert de gevoeligheidsanalyses verplicht van toepassing te laten zijn als in de MKBA twee of meer toekomstscenario's zijn gehanteerd om de kosten en baten te berekenen, waarbij de scenario's substantieel verschillen in

welvaartsniveau (vaak weergegeven in termen van een materiële welvaartsmaatstaf als bbp). Dit is bijvoorbeeld het geval bij de huidige WLO-scenario's 'hoog' en 'laag' die vaak in MKBA's worden gebruikt.<sup>15</sup>

Voor de huidige WLO-scenario's gaat het om de volgende gevoeligheidsanalyses:<sup>16</sup>

- in het scenario met hogere welvaart wordt de toegepaste discontovoet verhoogd met 0,4 procentpunt;
- in het scenario met lagere welvaart wordt de toegepaste discontovoet verlaagd met 0,4 procentpunt.

Samengevat gelden de volgende discontovoeten.

	Hoogte discontovoet in hoofdanalyse	Hoogte discontovoet in gevoeligheidsanalyse
Standaarddiscontovoet	2¼ procent	In scenario Hoog: 2,65 procent In scenario Laag: 1,85 procent
Discontovoet voor vaste, verzonken kosten	1,6 procent	In scenario Hoog: 2 procent In scenario Laag: 1,2 procent
Discontovoet voor sterk niet-lineair verlopende baten	2,9 procent	In scenario Hoog: 3,3 procent In scenario Laag: 2,5 procent

De gevoeligheidsanalyses geven aan in welke mate de contante waarde van de geraamde kosten en baten (het saldo) afhangt van verschillen in welvaartsniveau in de toekomstscenario's. De uitkomsten van de MKBA zijn robuust voor verschillen in welvaartsniveaus als het saldo in de uitgevoerde gevoeligheidsanalyses steeds hetzelfde teken heeft als het saldo in de hoofdanalyse, en de beslisinformatie per beleidsmaatregel en de voorkeursvolgorde van beleidsmaatregelen of varianten ook hetzelfde blijven.

Maar als saldo's, beslisinformatie of voorkeursvolgorde veranderen, is een nadere analyse van de opsteller van de MKBA vereist naar de implicaties voor de interpretatie van de MKBA-resultaten. Zo'n nadere analyse kan zich richten op de volgende vragen:

- Waarom leidt de gevoeligheidsanalyse tot andere tekens van saldo's, beslisinformatie of voorkeursvolgorde?
  - Wat is de invloed van de omvang en timing van kosten en baten?
  - Wat is de invloed van de afhankelijkheid van de omvang van kosten en baten van het toekomstscenario (variatie tussen scenario's)?
- Hoe groot is het verschil in welvaart tussen de gehanteerde scenario's? Is dit verschil eenduidig of scoort het ene scenario bijvoorbeeld beter op aspect A en slechter op aspect B in vergelijking met het andere scenario?
- Geeft de gevoeligheidsanalyse al met al aan dat rekening houden met welvaartsverschillen betekent dat de conclusies van de MKBA veranderen, of spelen er andere mechanismes?

15 De studie *Nederland in 2030-2050: twee referentiescenario's – Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving*, kortweg WLO, is de basis voor veel beleidsbeslissingen op het gebied van de fysieke leefomgeving in Nederland. De WLO is opgesteld door PBL en CPB. Zie <https://www.wlo2015.nl/>.

16 Voor vergelijkbare scenario's gelden dezelfde gevoeligheidsanalyses. Voor toekomstige WLO-scenario's dienen de numerieke op- en afslagen opnieuw te worden vastgesteld. Voor afwijkende scenario's kunnen berekende de van toepassing zijnde ophogingen (hogere welvaart) en verlagingen (lagere welvaart) worden gekozen. Bij meer dan twee scenario's volstaat in beginsel een gevoeligheidsanalyse op de scenario's met de hoogste en laagste welvaart.

De werkgroep neemt tevens het advies over om deze gevoeligheidsanalyses uiterlijk bij een volgende werkgroep discontovoet te evalueren. Dit kan bijvoorbeeld door een steekproef van uitgevoerde MKBA's te analyseren op uitkomsten van de gevoeligheidsanalyses. In welke gevallen geven gevoeligheidsanalyses andere resultaten dan de hoofdanalyses? Welke oorzaken geven de opstellers van de MKBA's hiervoor? Wat kan hiervan worden geleerd voor toekomstige toepassingen van gevoeligheidsanalyses en meer in het algemeen voor de relatie tussen scenario's, welvaart en de discontovoet?

### 3.5 Relatieve prijzen

#### *Algemeen: scheiding van discontovoet en relatieve prijsontwikkelingen*

De huidige systematiek houdt in dat er separate rollen zijn voor relatieve prijsontwikkelingen en de discontovoet. Relatieve prijsontwikkelingen hebben betrekking op de (verwachte) ontwikkeling van kosten en baten in toekomstige jaren; de discontovoet heeft betrekking op het verdisconteren van die toekomstige bedragen naar een basisjaar.

De werkgroep heeft ervoor gekozen relatieve prijsontwikkelingen niet integraal te behandelen met de methodologie en hoogte van de discontovoet. De discontovoet en relatieve prijsontwikkelingen zijn inhoudelijk gescheiden zaken.<sup>17</sup> Er is daardoor geen noodzaak om tot gelijktijdige actualisaties over te gaan, die dan bovendien alle mogelijke prijsontwikkelingen in MKBA's van zeer diverse onderwerpen zouden betreffen. Onderzoek naar en de bepaling van relatieve prijsontwikkelingen vinden plaats buiten de werkgroep discontovoet om, bijvoorbeeld in de vorm van WLO-scenario's, MKBA-leidraden en MKBA-werkwijzers voor specifieke werkterreinen, of binnen een specifiek domein voorgeschreven of geadviseerde kengetallen.<sup>18</sup>

Hieronder staat een kort overzicht van de huidige waarderingsafspraken met betrekking tot reistijdveranderingen, CO<sub>2</sub>-uitstoot en natuur en ecosysteemdiensten.

#### *Infrastructuur: reistijdveranderingen*

Het rapport van de werkgroep 2015 constateerde dat volgens de Nederlandse MKBA-richtlijnen voor infrastructuur de waardestijging van reistijdwinst ongeveer de helft van de groei van de reële loonvoet bedraagt en dat wordt gerekend met verschillende relatieve prijsstijgingen in alternatieve scenario's voor de economie, met een gemiddelde prijsstijging van rond de 1 procent. De werkgroep adviseerde de bestaande praktijk te continueren en de te hanteren parameters voor de waardestijging van de reistijdwinst opnieuw te laten vaststellen door CPB en PBL in het kader van de nieuwe WLO-studie. De huidige werkgroep ziet geen aanleiding om deze aanbeveling te herzien.

#### *Effecten op CO<sub>2</sub>-uitstoot*

De werkgroep vindt het belangrijk dat de kosten en baten van klimaatverandering op een zorgvuldige manier worden meegenomen in MKBA's. In de Nederlandse systematiek worden effecten op de CO<sub>2</sub>-uitstoot monetair gewaardeerd via de zogenoemde efficiënte CO<sub>2</sub>-prijs. De huidige CO<sub>2</sub>-prijzen zijn afgeleid op basis van

17 Als relatieve prijsontwikkelingen worden 'verstopt' in een discontovoet, is niet meer zichtbaar hoe kosten en baten worden beïnvloed door (de hoogte van) de discontovoet versus (de hoogte van) relatieve prijsontwikkelingen.

18 Het advies van de werkgroep 2015 stelt dat standaard dient te worden uitgegaan van constante relatieve prijzen; dat bij uitzondering (op basis van diepgaande analyse en gefundeerd empirisch onderzoek) hiervan kan worden afgeweken; en dat er redenen kunnen zijn om voor bepaalde typen van projecten of effecten een afwijkende relatieve prijsontwikkeling vast te leggen.



de WLO-scenario's (zie bijlage 9). De vertegenwoordigers van CPB en PBL in de werkgroep adviseren om niet in het kader van het huidige advies tot aanpassing van de CO<sub>2</sub>-prijzen over te gaan (zie bijlage 9). De werkgroep neemt dit advies over, en wijst erop dat in 2021 een nieuwe WLO-studie wordt opgestart.

#### *Natuur en ecosysteemdiensten*

Kortgezegd geldt op dit moment de afspraak dat voor ecosysteem(eind)diensten 1 procent relatieve prijsstijging de standaard is, met afwijkingmogelijkheden zoals hieronder genoemd indien deze door een MKBA-opsteller goed worden onderbouwd. De prijsstijging geldt voor niet-substitueerbare natuur. De werkgroep ziet geen aanleiding om de huidige afspraken te herzien.

De werkgroep 2015 stelde voor om in MKBA's te rekenen met een relatieve prijsstijging van 1 procent voor natuur, geoperationaliseerd als biodiversiteit, landschap en ecosysteemdiensten (voor zover het niet-substitueerbare natuur betrof).<sup>19</sup>

Deze regel is vervolgens nader onderbouwd en uitgewerkt in een policy brief van PBL uit 2017.<sup>20</sup> Natuur wordt daarbij gedefinieerd als de combinatie van de door ecosystemen geleverde stroom van diensten en de aanwezige biodiversiteit.<sup>21</sup> Voor de bepaling van de relatieve prijsstijging zijn twee factoren van belang: (1) de relatieve groeivoet van de ecosysteemdiensten die de natuur levert ten opzichte van de groeivoet van consumptie; en (2) de mate waarin deze ecosysteemdiensten substitueerbaar zijn. Het gaat bij substitutie om de vervanging van ecosysteemdiensten door andere consumptiegoederen en -diensten (niet om substitutie tussen productiefactoren en ecosysteemdiensten). Uit de empirie blijkt dat een jaarlijkse prijsstijging van 1 procent van ecosysteemdiensten ten opzichte van die van consumptiegoederen de (structurele) ontwikkeling van de relatieve schaarsteverhoudingen goed weergeeft.

De policy brief adviseert om standaard een relatieve prijsstijging van 1 procent per jaar voor ecosysteemdiensten te hanteren, met de volgende uitzonderingen die door opstellers van MKBA's dienen te worden onderbouwd:<sup>22</sup>

1. voor projecteffecten op goed substitueerbare ecosysteemdiensten en/of ecosysteemdiensten waarvan de groei niet achterblijft bij de groeivoet van consumptie, hoeft geen relatieve prijsstijging te worden gehanteerd;
2. als er nauwelijks substitiemogelijkheden zijn en/of de groeivoet ver achterblijft bij de consumptiegroei, dan kan een relatieve prijsstijging van meer dan 1 procent worden overwogen.

<sup>19</sup> Zie Rapport Werkgroep discontovoet 2015, p. 59 en 63.

<sup>20</sup> Zie Ruijs, A. en G. Renes (2017). *De discontovoet voor natuur. De relatieve prijsstijging voor ecosysteemdiensten*. PBL Policy Brief; <https://www.pbl.nl/publicaties/de-discontovoet-voor-natuur-de-relatieve-prijsstijging-voor-ecosysteemdiensten>. Zie ook de achtergrondstudie Koetse, M., G. Renes, A. Ruijs en A. de Zeeuw (2017). *Relatieve prijsstijging voor natuur en ecosysteemdiensten in de MKBA*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving. Zie ook Koetse M., G. Renes, A. Ruijs en A. de Zeeuw (2018). *Natuur verdient een lagere discontovoet*. *ESB*, 103(4766), 468-471.

<sup>21</sup> Bij ecosysteemdiensten worden intermediaire ecosysteemdiensten en ecosysteem-einddiensten onderscheiden. Einddiensten zijn die ecosysteemdiensten die van directe invloed zijn op welvaart, omdat ze in behoeftes van mensen voorzien en zo direct onderdeel zijn van de nuts- of welvaartsfunctie. Intermediaire ecosysteemdiensten hebben een indirecte relatie met welvaart, omdat ze via een productiefunctie de levering van diensten beïnvloeden. Effecten op intermediaire ecosysteemdiensten krijgen indirect een plek in de MKBA via hun effecten op de einddiensten en de waardering van een verandering in de beschikbaarheid daarvan.

<sup>22</sup> Volgens de Policy Brief mag een MKBA-opsteller afwijken van het advies, als hier goede argumenten voor zijn. De Policy Brief bespreekt in dit verband mogelijke argumenten.

De eerste uitzondering betreft bijvoorbeeld landbouwproductie, houtproductie en de bereiding van drinkwater. De tweede bijvoorbeeld lokale recreatiemogelijkheden. Voor effecten op de levering van ecosysteemdiensten door natuurgebieden waarvoor beschermingsregimes gelden moet worden gerekend met een relatieve prijsstijging van minimaal 1 procent.

## Bijlage 1 Taakopdracht

### *Onderwerp*

Het kabinet zal in 2020 een besluit nemen over de (actualisatie van de) discontovoet. De discontovoet wordt gebruikt in maatschappelijke kosten-batenanalyses (MKBA's). Om de maatschappelijk baten van overheidsbeleid – investeringen of anderszins – af te kunnen wegen tegen de maatschappelijke kosten van dit beleid is disconteren noodzakelijk. De kosten en baten zullen immers niet altijd op hetzelfde moment optreden. Met de discontovoet worden kosten of baten op verschillende momenten in de tijd onder één noemer gebracht. Langetermijneffecten hebben minder gewicht dan kortetermijneffecten bij het hanteren van een (positieve) discontovoet. Een euro in de toekomst is immers minder waard dan een euro nu, en dit wordt nog versterkt door onzekerheid over de toekomst.

De discontovoet is voor het laatst door het kabinet bepaald in 2015,<sup>23</sup> en werd destijds in principe vastgezet voor een periode van 4 jaar. Daarnaast diende de discontovoet te worden heroverwogen als er substantiële wijzigingen plaatsvonden in de reële risicovrije marktrente, of er andere duidelijke indicaties waren van veranderende rentes of risicopremies. Momenteel loopt de afgesproken periode van 4 jaar op zijn einde. Ook zijn de rentes op kapitaalmarkten de afgelopen jaren verder gedaald. Het CPB heeft daarom recent een actualisatie van de discontovoet geadviseerd.

Het advies van de werkgroep discontovoet, die het kabinet hiervoor instelt, dient zich met name te richten op de gepaste hoogte van de discontovoet, in het licht van de ontwikkelingen op de kapitaalmarkten in de afgelopen periode. Deze ontwikkelingen kunnen invloed hebben op beide componenten van de discontovoet, namelijk het risicovrije deel en de risicopremie. Een analyse over de gepaste hoogte van beide componenten is dus wenselijk.

De vorige werkgroep discontovoet heeft daarnaast uitgebreid geadviseerd over de wenselijkheid van de discontovoet voor verschillende beleidsterreinen, en sinds het vorige advies zijn verschillende studies op dit gebied verschenen. Het kabinet acht het, mede gezien de planning van het verzochte advies, niet noodzakelijk om een integrale analyse van deze (of andere) beleidsterreinen te herhalen, maar vraagt de werkgroep wel om – waar nodig – de specifieke discontovoeten te actualiseren op basis van beschikbare literatuur. Dat geldt ook voor overige methodologische aspecten: als er relevante nieuwe (wetenschappelijke) inzichten zijn, of de huidige beleidsmatige toepassing leidt tot knelpunten, dient het advies die te adresseren.

### *Opdracht aan de werkgroep*

De werkgroep wordt gevraagd een aanbeveling te doen over de te hanteren discontovoet, gezien de genoemde recente ontwikkelingen op kapitaalmarkten. Voor de te hanteren methodiek kan het advies van de vorige Werkgroep discontovoet als startpunt dienen, waar nodig aangepast aan nieuwe (wetenschappelijke) inzichten. Het advies dient zowel academisch onderbouwd te zijn, als (in de uitwerking) goed toepasbaar te zijn in de beleidspraktijk.

23 Tweede Kamer, vergaderjaar 2015-2016, 29 352, nr. 6.

Specifieke vragen:

- Wat is een gepaste hoogte van de discontovoet in de komende periode? Wat is daarbij de invloed van de ontwikkelingen op de kapitaalmarkten op zowel de risicovrije discontovoet en de risicopremie?
- Zijn er nieuwe inzichten die vragen om een actualisatie van de discontovoet voor specifieke beleidsterreinen?
- Voldoet de methodologie zoals in 2015 vastgesteld of zijn er nieuwe inzichten die vragen om een aanpassing daarvan?

*Organisatie van het onderzoek*

- De werkgroep zal een technisch karakter hebben en bestaan uit vertegenwoordigers van verschillende ministeries, namelijk FIN, AZ, SZW, EZK, IenW, OCW, BZK en VWS. Ook het CPB, DNB en PBL zullen als onafhankelijke experts deelnemen aan de werkgroep. Het staat de werkgroep vrij om externe expertise te betrekken.
- De werkgroep wordt voorgezeten door een onafhankelijke voorzitter.
- Het interdepartementale kernteam MKBA wordt periodiek geïnformeerd over het onderzoek.
- De werkgroep zal haar advies uitbrengen in het voorjaar van 2020. De omvang van het rapport is maximaal 30 bladzijdes, exclusief samenvatting.

## Bijlage 2 Samenstelling werkgroep en secretariaat

### **Voorzitter**

Henk Don Zelfstandig onafhankelijk adviseur

### **Werkgroep**

Gerbert Romijn	Centraal Planbureau
Dirk Broeders	De Nederlandsche Bank
Michiel Stal	Ministerie van Algemene Zaken
Aafke Belterman	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
Sander Gerritsen	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Dirk Simon Buytendorp	Ministerie van Financiën (tot 24 augustus 2020)
Allard Postma	Ministerie van Financiën
Gijs van der Vlugt	Ministerie van Financiën (vanaf 24 augustus 2020)
Mauro Stel	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
Ted Reininga	Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap
Joost Baeten	Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid
Valentin Neevel	Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport
Gusta Renes	Planbureau voor de Leefomgeving

### **Secretariaat**

Sander Hoogendoorn	Centraal Planbureau
Wouter Hogervorst	Ministerie van Financiën (tot 1 mei 2020)
Jos Jansen	Ministerie van Financiën (vanaf 1 mei 2020)
Abraham Miro	Ministerie van Financiën
Bert Hof	Planbureau voor de Leefomgeving

## Bijlage 3 Vergelijking met advies 2015

Deze bijlage biedt een overzicht van de belangrijkste wijzigingen ten opzichte van het advies uit 2015 van de vorige werkgroep discontovoet.

### **Standaarddiscontovoet en risicopremie**

- De werkgroep adviseert een risico-gewogen standaarddiscontovoet van 2¼ procent (gecorrigeerd voor inflatie), opgebouwd uit een risicovrij deel (oftewel: de risicovrije discontovoet) van –1 procent en een risicopremie van 3¼ procent. In 2015 was het advies een reële risico-gewogen standaarddiscontovoet van 3 procent, een risicovrije discontovoet van 0 procent en een risicopremie van 3 procent.
- De werkgroep adviseert de hoogte van de discontovoet en de risicopremie voor een periode van vijf jaar vast te stellen, maar deze opnieuw te bezien indien binnen deze termijn de lange rente met meer dan 1 procentpunt wijzigt of als er andere duidelijke aanwijzingen zijn dat bepaalde rendementseisen substantieel zijn veranderd. In het advies uit 2015 was deze periode vier jaar en de drempelwaarde een wijziging met meer dan 1½ procentpunt.

### **Afwijkingen van de standaarddiscontovoet**

- De werkgroep adviseert om twee uitzonderingen te maken op de risico-gewogen standaarddiscontovoet (vaste, verzonken kosten en sterk niet-lineair verlopende baten), die gelden op het niveau van kosten- en batenstromen. Het advies uit 2015 beval uitzonderingen aan voor specifieke beleidsterreinen zoals infrastructuur en onderwijs, die van kracht waren op projectniveau.

### **Nader onderzoek**

De werkgroep adviseert om nader onderzoek uit te laten voeren naar:

- a) typen kosten of baten die een duidelijk afwijkend risicoprofiel kennen, inclusief de hoogte van de toe te passen discontovoeten;
- b) de meest geschikte discontocurve voor de zeer lange termijn (dit vraagstuk speelt vooral bij klimaatbeleid).

Het onderzoek zou gereed moeten zijn voor aanvang van een volgende werkgroep discontovoet.

### **Gevoeligheidsanalyses**

- De werkgroep adviseert in relatie tot het gebruik van toekomstscenario's – waarbij het ene scenario een duidelijk hogere welvaart kent dan het andere – een gevoeligheidsanalyse te verplichten bij de uitvoering van MKBA's. Ook beveelt de werkgroep aan om deze gevoeligheidsanalyses uiterlijk bij een volgende werkgroep discontovoet te evalueren. Het advies uit 2015 bevatte deze aanbevelingen niet.

### **Relatieve prijzen**

- De werkgroep heeft gekozen voor een inhoudelijke scheiding tussen relatieve prijzen en de discontovoet. Onderzoeken naar en de bepaling van relatieve prijsontwikkelingen vinden plaats buiten de werkgroep discontovoet om, bijvoorbeeld in de vorm van WLO-scenario's, MKBA-leidraden en -werkwijzers voor specifieke werkterreinen, of binnen een specifiek domein voorgeschreven of geadviseerde kengetallen. Het advies uit 2015 sorteerde reeds voor op dit onderscheid.



## Bijlage 4 Discontovoet voor de Nederlandse economie (CPB)

# CPB Memo

**Aan:** Werkgroep Discontovoet 2020

**Contactpersoon**  
Sander Hoogendoorn

**Datum:** 5 juni 2020

**Kop:** Discontovoet voor de Nederlandse economie

## Inleiding

**Op verzoek van de Werkgroep Discontovoet 2020 heeft het CPB een analyse uitgevoerd naar de risicogewogen discontovoet (hierna: discontovoet) voor de bezittingen van huishoudens en investeringen in de Nederlandse economie.** Dit memo beschrijft de belangrijkste bevindingen, inclusief een voorstel voor de hoogte van de discontovoet.

**De analyse van de discontovoet voor de Nederlandse economie bouwt voort op de eind 2019 verschenen Vergrijzingsstudie van het CPB.**<sup>24</sup> Voor de huishoudens en hun rendementseisen op bezittingen sluit dit memo aan bij de uitkomsten van deze studie. Het vereiste rendement op investeringen in de Nederlandse economie komt tot stand op basis van zogeheten *weighted average cost of capital (WACC)*. Bij de berekeningen gebaseerd op deze methode is, net als bij de rendementseisen voor de bezittingen van huishoudens uit de Vergrijzingsstudie, gebruik gemaakt van cijfers over 2019. Beide methoden zijn ook gehanteerd ter onderbouwing van het advies van de vorige Werkgroep Discontovoet uit 2015.<sup>25</sup>

**Voor de impact van de coronacrisis op de discontovoet zijn verschillende scenario's denkbaar, maar momenteel zijn veel bepalende factoren nog hoogst onzeker.**<sup>26</sup> Desondanks probeert de analyse een mogelijk beeld te schetsen aan de hand van een gevoeligheidsanalyse, zowel voor de bezittingen van huishoudens als de investeringen in de Nederlandse economie. Dit beeld kan er vanwege de huidige, grote onzekerheid binnen afzienbare tijd weer aanzienlijk anders uitzien.

## Discontovoet voor bezittingen van huishoudens

**Op basis van hun rendementseisen voor bezittingen (eigen vermogen) komt de discontovoet voor huishoudens in Nederland uit op 2,5%.**<sup>27</sup> Deze discontovoet volgt uit de Vergrijzingsstudie van

<sup>24</sup> CPB (2019), Vergrijzingsstudie: Zorgen om morgen (pagina 70-72), CPB Boek, 17 december 2019 ([link](#)).

<sup>25</sup> Werkgroep Discontovoet (2015), Rapport werkgroep Discontovoet 2015 (pagina 77-84), 13 november 2015 ([link](#)).

<sup>26</sup> CPB (2020), Scenario's economische gevolgen coronacrisis, CPB Scenario's, 26 maart 2020 ([link](#)).

<sup>27</sup> De bezittingen van huishoudens betreffen alle activa waarop een claim rust van Nederlandse huishoudens. Die claim kan zowel voortkomen uit privaat vermogen (bijvoorbeeld het bezit van vastgoed of aandelen) als uit burgerschap (zoals het eigendom van overheden en woningbouwcoöperaties) als uit juridische vorderingen (bijvoorbeeld bij pensioenaanspraken of levensverzekeringen). De benadering via de rendementseisen van huishoudens op bezittingen in brede zin – afgeleid uit marktinformatie – biedt daarmee inzicht in de optimale discontovoet vanuit (maatschappelijk) welvaartspectief.

het CPB en geeft weer hoeveel tegemoetkoming huishoudens verlangen voor uitstel van consumptie. Ofwel: hoe huishoudens een toekomstige euro waarderen ten opzichte van een euro nu. Tabel 1 biedt aan de hand van gewogen gemiddeldes de cijfermatige onderbouwing voor de discontovoet van 2,5% in reële termen. Uit de berekeningen van het CPB voor de vorige Werkgroep Discontovoet in 2015 – gebaseerd op het bruto vermogen van huishoudens – volgde een standaard discontovoet van 3,05%. Verder valt uit tabel 1 op te maken dat het verschil tussen een discontovoet gebaseerd op het bruto of netto (eigen) vermogen van huishoudens beperkt is. Een nadere toelichting op de totstandkoming van de cijfers is te vinden in (de bijlage van) de Vergrijzingsstudie.

**Tabel 1 Discontovoet voor bezittingen van huishoudens (in reële termen, vetgedrukt)**

	Mld euro	Rendement, nov. 2018 t/m okt. 2019	Rendement, stand op 31 okt. 2019
Vastgoed	1638	2,44	2,65
Aandelen	823	3,94	4,15
Obligaties	1110	-0,24	-0,43
Overig	338	3,94	4,15
Bruto vermogen	3909	<b>2,14</b>	<b>2,22</b>
Schuld – hypotheek	726	1,34	1,55
Schuld – overig	121	1,34	1,55
Eigen vermogen	3062	<b>2,34</b>	<b>2,41</b>

## Discontovoet voor investeringen in Nederlandse economie

**De discontovoet voor een gemiddelde bedrijfsinvestering in de Nederlandse economie kan afwijken van die voor de bezittingen van huishoudens.** Dit als gevolg van een eventueel verschil in het vereiste rendement op vastgoed, aandelen of obligaties voor huishoudens en de rendementseis voor een gemiddeld investeringsproject in Nederland.

**Voor de discontovoet van een gemiddelde bedrijfsinvestering maakt de analyse gebruik van de methode van *weighted average cost of capital (WACC)*.**<sup>28</sup> Daarmee sluit de huidige analyse aan bij de methode die in 2015 is benut voor de vorige Werkgroep Discontovoet. Bij de berekening van de WACC zijn in lijn met de Vergrijzingsstudie van het CPB cijfers over 2019 gehanteerd.<sup>29</sup> Een meer

<sup>28</sup> De WACC geeft inzicht in het vereiste rendement op een gemiddeld investeringsproject van een Europees, niet-financieel bedrijf. Voor zover MKBA-projecten eenzelfde risicoprofiel kennen als een dergelijk investeringsproject zegt dit ook iets over de rendementseis voor een gemiddeld MKBA-project. Een verschil met het vereiste rendement op de bezittingen van huishoudens duidt op een bèta die afwijkt van 1 voor een gemiddeld investeringsproject en/of gemiddeld MKBA-project. Dit kan overigens ook te maken hebben met tekortkomingen in de meting van rendementseisen voor de bezittingen van huishoudens. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan specifieke invloeden van beleid op kapitaalmarkten en het ontbreken van enkele belangrijke componenten van het vermogen van huishoudens zoals *human capital*, *social capital* en *natural capital*. Met de WACC wordt in ieder geval een tweede, aanvullende manier aangeboord om zicht te krijgen op de discontovoet.

<sup>29</sup> De financiering van een gemiddeld investeringsproject door een Europees, niet-financieel bedrijf bestaat voor circa 60% uit vreemd vermogen (Europese Commissie / Eurostat, 2019). Het vereiste reële rendement op vreemd vermogen komt voort uit het gewogen gemiddelde van: (1) de marktaandelen van uitgegeven AAA-, AA-, A-, BBB- en zogeheten *high yield*-obligaties (Europese Centrale Bank, 2019), en (2) de bijbehorende rendementseisen volgens de Commissie Parameters



gedetailleerde uitleg over deze methode is te vinden in (de bijlage van) het vorige advies van de Werkgroep Discontovoet.

**Aan de hand van de WACC komt de discontovoet voor een gemiddelde bedrijfsinvestering in Nederland uit op 2,5%.** Dit volgt uit tabel 2 over de discontovoet voor een gemiddelde investering in de Nederlandse economie, uitgesplitst naar een tarief voor de vennootschapsbelasting (vpb) van 0% en 25%.<sup>30</sup> In vergelijking met de discontovoet voor de bezittingen van huishoudens uit tabel 1 valt de WACC voor een gemiddeld investeringsproject in beide gevallen beperkt lager uit als geen rekening wordt gehouden met de vpb en beperkt hoger indien dat wel het geval is. De onderliggende cijfers voor de berekening van de WACC zijn te vinden in de bijlage van dit memo. Tijdens de vorige Werkgroep Discontovoet in 2015 kwam de analyse van het CPB bij vpb-tarieven van 0% en 25% uit op een discontovoet van 3,34% en 4,09%.

**Tabel 2** Discontovoet voor investeringen in Nederlandse economie (in reële termen)

	Bezittingen huishoudens (eigen vermogen)	Gemiddelde investering in Nederlandse economie (op basis van WACC)	
		Vpb=0%	Vpb=25%
Rendement, nov. 2018 t/m okt. 2019	2,34	2,16	2,70
Rendement, stand op 31 okt. 2019	2,41	2,20	2,76

## Gevoeligheidsanalyse voor impact van coronacrisis

**De huidige coronacrisis kan leiden tot een andere discontovoet voor zowel de bezittingen van huishoudens als de investeringen in de Nederlandse economie.** Via een gevoeligheidsanalyse wordt geprobeerd een beeld te krijgen van de mogelijke impact. Daarvoor wordt gebruik gemaakt van de meest recente cijfers (tot en met april 2020) over de inflatie en het vereiste rendement op de bezittingen van huishoudens. Het beeld dat hieruit volgt is echter met grote onzekerheid omgeven.

**De impact van de coronacrisis op de discontovoet voor de Nederlandse economie lijkt tot op heden beperkt.** Tabel 3 laat zien dat de discontovoet voor de bezittingen van huishoudens in de gevoeligheidsanalyse beperkt lager dan in tabel 1 uitkomt op 2,23%. Een vergelijkbaar beeld is af te leiden met betrekking tot de discontovoet voor investeringen in de Nederlandse economie. Uit de gevoeligheidsanalyse volgt een beperkt lagere discontovoet dan in tabel 2 van 2,08% en 2,62% bij een tarief voor de vennootschapsbelasting (vpb) van 0% en 25%.

(2019). Het vereiste rendement op eigen vermogen in reële termen is gebaseerd op de rendementseis voor aandelen uit de Vergrijzingsstudie van het CPB (2019).

<sup>30</sup> De gehanteerde vpb-tarieven van 0% en 25% kunnen worden gezien als een onder- en bovengrens van het effectieve tarief voor de vpb in Nederland.

Tabel 3 Gevoeligheidsanalyse voor impact van coronacrisis

	Bezittingen huishoudens (eigen vermogen)	Gemiddelde investering in Nederlandse economie (op basis van WACC)	
		Vpb=0%	Vpb=25%
Rendement, nov. 2018 t/m okt. 2019	2,34	2,16	2,70
Rendement, stand op 31 okt. 2019	2,41	2,20	2,76
Gevoeligheidsanalyse impact coronacrisis	2,23	2,08	2,62

## Voorstel voor hoogte van discontovoet

Het voorstel van het CPB voor de hoogte van de discontovoet voor de Nederlandse economie komt uit op 2,5%. Deze discontovoet volgt uit de analyse van de rendementseisen voor zowel de bezittingen van huishoudens, investeringen in de Nederlandse economie als de gevoeligheidsanalyse voor de impact van de coronacrisis. Het huidige voorstel voor de hoogte van de discontovoet valt beperkt lager uit dan de analyse van het CPB voor de vorige Werkgroep Discontovoet in 2015.

## Bijlage: Weighted average cost of capital

Deze bijlage bevat de onderliggende cijfers voor de berekening van de *weighted average cost of capital (WACC)* in tabel 2 en 3 van dit memo. De WACC in reële termen wordt beschreven door de onderstaande vergelijking. Daarbij vormen  $VV$  en  $EV$  het benodigde vreemd en eigen vermogen dat wordt ingezet om het investeringsproject te financieren,  $k_{VV}$  en  $k_{EV}$  de vereiste reële rendementen op dat vermogen en  $T$  betreft het tarief voor de vennootschapsbelasting (vpb). Aan de hand van deze vergelijking en de cijfers in Tabel B1 kan de WACC uit tabel 2 en 3 worden berekend.

$$WACC_{reëel} = \frac{VV}{VV + EV} k_{VV, reëel} + \frac{EV}{VV + EV} k_{EV, reëel} / (1 - T)$$

Tabel B1 Weighted average cost of capital (in reële termen)

	Rendement, nov. 2018 t/m okt. 2019	Rendement, stand op 31 okt. 2019	Gevoeligheidsanalyse impact coronacrisis
$\frac{VV}{VV + EV}$	0,59	0,59	0,59
$k_{VV, reëel}$	0,92%	0,84%	0,79%
$\frac{EV}{VV + EV}$	0,41	0,41	0,41
$k_{EV, reëel}$	3,94%	4,15%	3,94%
$T$	0%/25%	0%/25%	0%/25%
$WACC_{reëel}$	2,16 (T=0%) 2,70 (T=25%)	2,20 (T=0%) 2,76 (T=25%)	2,08 (T=0%) 2,62 (T=25%)

## Bijlage 5 De ontwikkeling van de risicovrije reële rente (DNB)

DeNederlandscheBank

EUROSYSTEEM

**Van** Broeders, D.W.G.A. (Dirk)      **Aan** Werkgroep Discontovoet      **Via**

**Datum:** 15 juni 2020

**Kenmerk:** T045-1236844074-462

**Onderwerp:**

De ontwikkeling van de risicovrije reële rente<sup>31</sup>

### Kernpunten

- De reële risicovrije rente is niet rechtstreeks waarneembaar en leiden we daarom af van de marktprijzen rente- en inflatiederivaten. De reële risicovrije rente vinden we door de nominale Eonia-swaprente te verminderen met de inflatieswaprente.
- De reële risicovrije rente met een looptijd van 10 jaar bedroeg begin maart – 1,3 procent.<sup>32</sup> Ten tijde van het vorige advies in 2015 bedroeg de vergelijkbare reële risicovrije rente – 0,6 procent. De daling is gedreven door een lagere Eonia-swaprente. De inflatieswaprente is maar licht gedaald. De reële risicovrije rente met een looptijd van 30 jaar bedroeg begin maart eveneens – 1,3 procent.
- De risicopremie op aandelen is eveneens niet direct waarneembaar, maar de ontwikkeling hiervan hangt samen met de ontwikkeling van de spread op bedrijfsobligaties. De spread op bedrijfsobligaties lag begin maart op 200 basispunten. Dit is 50 basispunten lager dan bij het vorige advies.
- De waargenomen spread op bedrijfsobligaties is een compensatie voor het verwachte verlies op een obligatie plus de risicopremie die risicomijdende beleggers vereisen om dit type obligaties aan te houden.

<sup>31</sup> Dirk Broeders is Senior Risk Manager bij de divisie Financiële Markten van De Nederlandsche Bank en Hoogleraar Finance aan Maastricht University. Met dank aan Mark Mink en Paul Wessels.

<sup>32</sup> Deze notitie is geschreven aan het begin van het uitbreken van de Corona pandemie. De lange termijn gevolgen van deze crisis zijn in hoge mate onzeker. In maart zijn rentes opgeveerd, waarbij markttechnische en crisis-gerelateerde stressfactoren een rol speelden. In april is de Duitse kapitaalmarkt weer gedaald in de richting van pre-crisis niveaus. Een situatie waarin risicovrije rentes voorlopig laag blijven lijkt het meest waarschijnlijke scenario.

## Inleiding

**Deze notitie beschrijft de ontwikkeling van de reële risicovrije rente ten behoeve van de Werkgroep Discontovoet.** De opdracht aan DNB is als volgt geformuleerd in de Startnotitie van de werkgroep:

*Voor de eerste methode (financiële arbitrage) zullen CPB en DNB een kwantitatieve analyse uitvoeren. Deze analyses dienen ten eerste een inschatting te maken van de rendementseisen voor de Nederlandse economie (CPB). Daarnaast dient de analyse in te gaan op de hoogte en de ontwikkeling door de tijd - in ieder geval sinds het vorige advies - van de risicovrije rente en de risicopremie (DNB). Hun analyses zullen worden gepresenteerd in een werkgroepvergadering, waarna ruimte is voor vragen en discussie.*

**Deze notie bestaat uit twee delen. Deel A gaat in op de ontwikkeling van de risicovrije reële rente.** Omdat de reële risicovrije rente niet rechtstreeks waarneembaar is leiden we deze af van de ontwikkeling van de nominale rente en de inflatieswaprente. Deel B beschrijft de ontwikkeling van de risicopremie. De aanpak in deze notitie is dezelfde als die in 2015 is gevolgd bij de totstandkoming van het vorige advies.

### *Deel A. Ontwikkeling reële risicovrije rente*

#### Inleiding op de risicovrije reële rente

**De reële risicovrije rente is het rendement dat een belegger ontvangt op een investering waarvan de kasstroom volledig wordt gecorrigeerd voor inflatie en die volledig vrij is van tegenpartijrisico oftewel kredietrisico.** Dit is om meerdere redenen een theoretisch construct. De inflatie is om te beginnen niet uniek gedefinieerd. Zo zijn verschillende definities van prijsinflatie in omloop (De Haan *et al.*, 2016). De ECB meet de inflatie van de consumentenprijzen, en daarmee de definitie van prijsstabiliteit, af aan de geharmoniseerde consumentenprijsindex (HICP). Naast deze HICP is ook de nationale Consumentenprijsindex (CPI) een belangrijke inflatiemaatstaf. Deze index vindt vaak toepassing in nationale

doeleinden, zoals bij de indexering van minimumlonen en pensioenen. Verder is geen enkele investering volledig risicovrij; ook een belegging in overheidspapier met een AAA-kredietbeoordeling heeft een kleine kans om niet volledig tot uitkering te komen. In de praktijk is risicovrij daarom slechts bij benadering mogelijk. Idealiter leiden we de voor Nederland relevante reële risicovrije rente af van de prijzen van liquide, prijsgeïndexeerde Nederlandse staatsobligaties. Dergelijke obligaties zijn echter niet in omloop. De coupon en/of de aflossing op de obligaties die de Nederlandse Staat uitgeeft worden niet geïndexeerd. Nederland heeft overigens wel een AAA rating (Standard & Poors). Dit betekent een klein kredietrisico.

**Omdat de reële risicovrije rente niet rechtstreeks waarneembaar volgen we een benaderingsmethode.** Een goede benadering van de reële risicovrije rente ( $rr$ ) is mogelijk door gebruik te maken van de volgende definitie voor de nominale risicovrije rente ( $r$ ):

$$r = rr + \pi + rp.$$

Deze vergelijking geeft aan dat beleggers in een nominale obligatie een rendement eisen dat gelijk is aan de reële risicovrije rente ( $rr$ ), een compensatie voor de inflatieverwachting ( $\pi$ ) en een vergoeding voor de onzekerheid over de toekomstige inflatie in de vorm van een inflatierisicopremie ( $rp$ ). Hieruit volgt een vergelijking voor de reële risicovrije rente:

$$rr = r - (\pi + rp) = r - s.$$

**De elementen aan de rechterzijde van de vergelijking zijn wel waarneembaar.** De nominale rente ( $r$ ) leiden we af uit Eonia-swapcontracten. De Eonia (Euro OverNight Index Average) is het eendaags-renteniveau voor het eurogebied. De Eonia is een belangrijke referentierente voor de beprijzing van afgeleide financiële producten (derivaten). Omdat de Eonia betrekking heeft op interbancaire leningen met een looptijd van slechts één dag bevat deze slechts heel kleine risicopremies, zodat een daaruit afgeleide lange rente vrijwel risicovrij

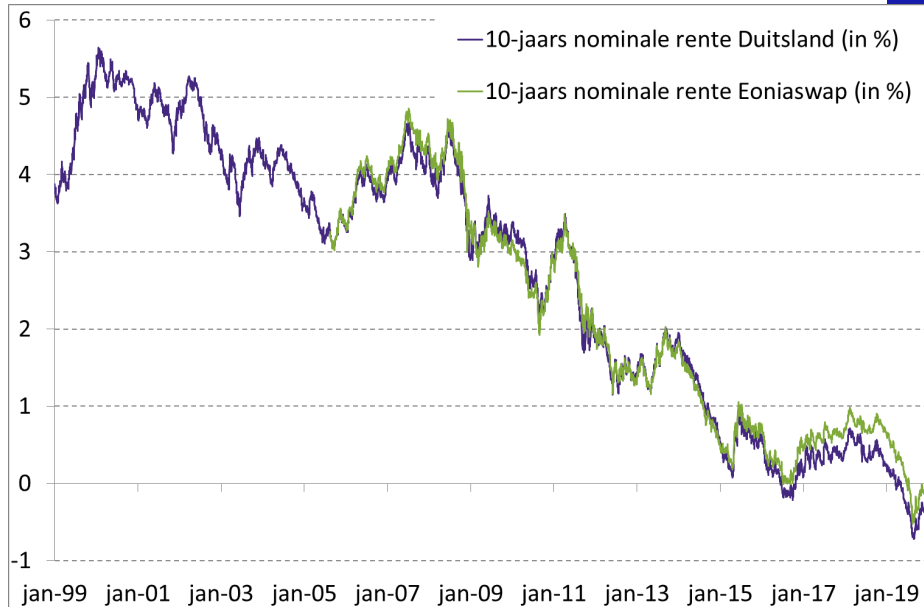
is.<sup>33</sup> Rentes zijn looptijdafhankelijk. Met het oog op het langetermijnkarakter van de meeste publieke investeringen nemen we in eerste aanleg de nominale risicovrije rente met een lange looptijd, in dit geval de 10-jaars nominale rente. Later kijken we ook naar langere looptijden.

**De inflatieverwachting ( $\pi$ ) en de inflatierisicopremie ( $rp$ ) leiden we af uit inflatieswaps.** Een inflatieswap is een contract dat inflatierisico overdraagt van de ene marktpartij naar de andere. De swap houdt in dat de ene marktpartij een vaste rente betaalt over een gegeven hoofdsom, terwijl de andere deelnemer in ruil daarvoor een variabele rente betaalt die gekoppeld is aan een inflatie-index. De vaste rente wordt de ‘inflatieswaprente’ ( $s$ ) genoemd en deze weerspiegelt de som van de inflatieverwachting en de inflatierisicopremie ( $s = \pi + rp$ ). Inflatieswaps zijn liquide financiële instrumenten en worden voor veel (lange) looptijden verhandeld. Om consistent te zijn met de looptijd van de nominale rente kiezen we ook hier voor in eerste instantie de 10-jaars inflatieswaprente.

De actuele ontwikkeling van de nominale risicovrije marktrente ( $r$ )  
**Uit Eonia-renteswaps blijkt dat de 10-jaars risicovrije nominale rente de afgelopen jaren substantieel is gedaald en sinds begin 2019 negatief is.** Figuur 1 illustreert het verloop over de afgelopen 20 jaar. De nominale rente ( $r$ ) voor een looptijd van 10 jaar bedroeg begin maart – 40 basispunten. Ter vergelijking toont de figuur ook de rente op 10-jaars nominale Duitse staatsobligaties, die hetzelfde patroon volgt en doorgaans dicht bij de Eonia-swaprente in de buurt ligt. De swaprente blijkt daarmee een goede indicator van de nominale risicovrije rente.

<sup>33</sup> De Eonia houdt overigens per 2022 op met bestaan en voor nieuwe transacties vanaf 1 januari 2020 mag ze niet meer als referentierente worden gebruikt. Dit is een gevolg van het Libor schandaal. In plaats hiervan is een nieuwe referentierente geïntroduceerd, de Euro Short Term Rate (€STR). Deze is voor het eerst gepubliceerd op 2 oktober 2019. Het verschil tussen beide is beperkt van omvang. Omdat van de €STR geen historie beschikbaar is gebruiken we Eonia in deze notitie.

Figuur 1: Ontwikkeling 10-jaars nominale risicovrije rentes ( $r$ )



### De actuele ontwikkeling van de inflatieswaprente ( $s$ )

**De inflatieswaprente ligt min of meer op hetzelfde niveau als begin 2015 ten tijde van het advies van de vorige werkgroep.**

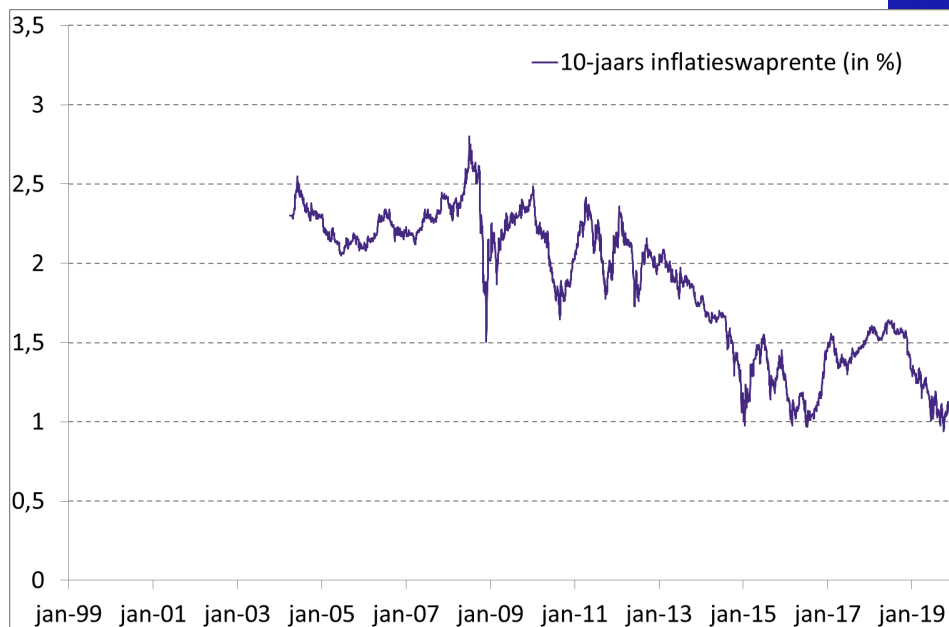
Figuur 2 toont het verloop van de inflatieswaprente. De inflatieswaprente ( $s$ ) voor een looptijd van 10 jaar bedroeg begin maart 90 basispunten. Opvallend is dat de inflatieswaprente sinds een jaar of zeven lager is dan de inflatiedoelstelling van de ECB van 2 procent en momenteel zelfs op 1 procent ligt.<sup>34,35,36</sup>

34 De inflatiedoelstelling is als volgt: "The primary objective of the ECB's monetary policy is to maintain price stability. The ECB aims at inflation rates of below, but close to, 2% over the medium term."

35 Die 1 procent weerspiegelt de som van de inflatieverwachting en de inflatierisicopremie. De aldus ingeprijsde inflatie kan hoger liggen dan 1 procent als de inflatierisicopremie negatief is. Een interessante vraag is welke factor de lage inflatieswaprente drijft. Camba-Mendez en Werner (2017) en Broeders, Goy, Petersen en de Vette (2020a) betogen dat de substantiële daling voornamelijk wordt veroorzaakt door een daling van de inflatierisicopremie die al enige jaren negatief is. Kort gezegd betekent dit dat marktpartijen een steeds groter gewicht toekennen aan een deflatiescenario. Marktpartijen zien hierbij hoofdzakelijk structurele factoren zoals vergrijzing, toenemende marktwerking en technologische vooruitgang als hoofdredenen voor het uitblijven van een olopende inflatie. Verder is 'Japanificatie' een thema onder beleggers. In een dergelijk scenario blijft de eurozone voor lange tijd afhankelijk van de ECB voor het op peil houden van de kredietverlening. Als gevolg van de coronacrisis wordt een dergelijk langdurig scenario steeds realistischer.

36 Broeders, Goy, Petersen en de Vette (2020b) bereken dat de ingeprijsde inflatieverwachting in maart 1,3 procent bedroeg. Volgens de ECB-enquête onder professionele voorspellers bedroeg de verwachte inflatie op lange termijn in de eurozone 1,7 procent in het eerste kwartaal van 2020 ([www.ecb.europa.eu/stats/ecb\\_surveys/survey\\_of\\_professional\\_forecasters/html/index.en.html](http://www.ecb.europa.eu/stats/ecb_surveys/survey_of_professional_forecasters/html/index.en.html)). Deze enquête-uitkomst houdt geen rekening met de voor de werkgroep relevante inflatierisicopremie.

Figuur 2: Ontwikkeling 10-jaars inflatieswaprente (s)

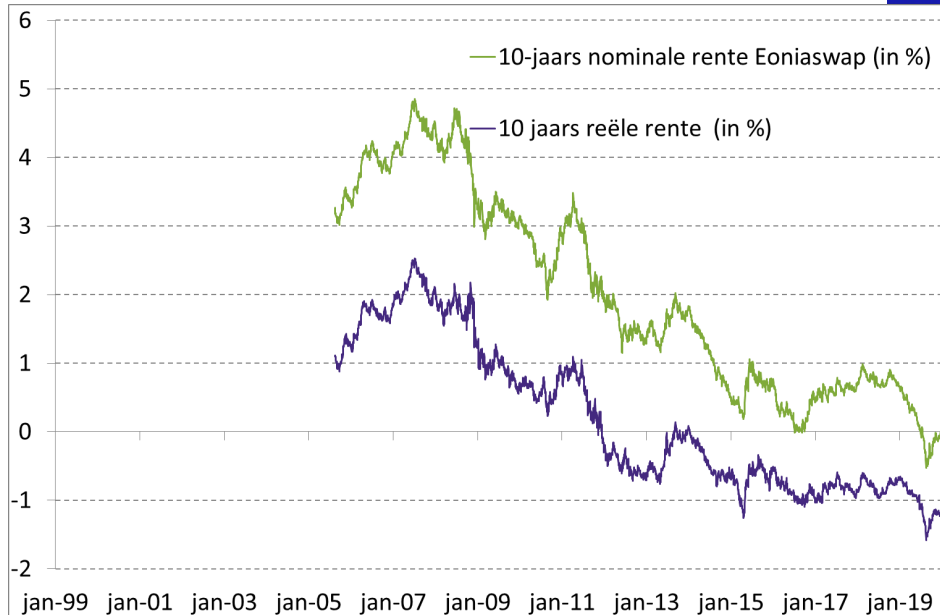


De actuele ontwikkeling van de reële risicovrije marktrente ( $r - s$ )

**Met de twee voorgaande bouwstenen laten we nu het verloop van de reële risicovrije rente zien.** Dit wordt getoond in Figuur 3 waar de 10-jaars reële risicovrije rente is berekend door de 10-jaars nominale Eonia-swaprente (uit Figuur 1) te verminderen met de 10-jaarsinflatieswaprente (uit Figuur 2). Ter vergelijking is de nominale 10-jaars Eonia-swaprente ook afgebeeld. Uit de informatie in rente- en inflatie-swapcontracten volgt dat de reële risicovrije rente de afgelopen jaren gestaag is gedaald en al een aantal jaren negatief is. De reële risicovrije marktrente ( $r - s$ ) voor een looptijd van 10 jaar bedroeg begin maart – 130 basispunten. Ten tijde van het vorige advies in 2015 bedroeg de vergelijkbare reële risicovrije rente –60 basispunten. Ten opzichte van het advies van de vorige werkgroep van begin 2015 is de reële risicovrije rente dus met ongeveer 70 basispunten gedaald. Dit komt met name door een daling van de nominale risicovrije rente. De inflatieswaprente is slechts beperkt gedaald.



Figuur 3: Ontwikkeling 10-jaars reële risicovrije rente ( $rr = r - s$ )



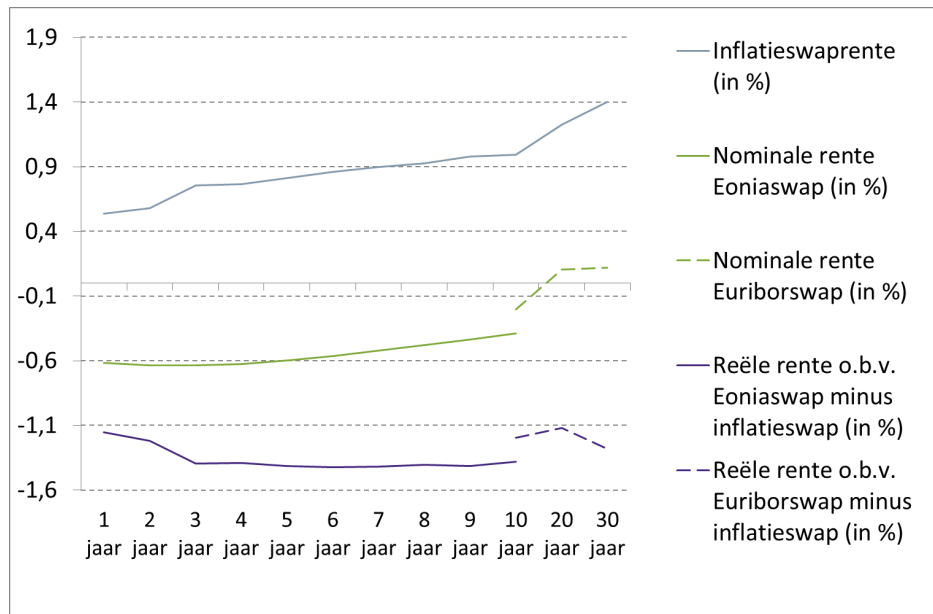
### Rentetermijnstructuur

**Rentes zijn looptijdafhankelijk wat tot uitdrukking komt in de rentetermijnstructuur.** De termijnstructuur van de nominale rente, de inflatieswaprente en de reële risicovrije rente per begin maart 2020 wordt getoond in Figuur 4. De figuur toont dat voor looptijden tot 10 jaar nominale en reële rentes slechts beperkt variëren met de looptijd. Omdat voor looptijden vanaf 10 jaar geen nominale Eonia-swaprentes beschikbaar zijn, is gebruikgemaakt van de nominale rente op Euribor-swapcontracten. Dit leidt tot een sprong in de figuur van ongeveer 20 basispunten.<sup>37</sup> De nominale rente ( $r$ ) voor een looptijd van 30 jaar bedroeg begin maart 10 basispunten. Dit is 50 basispunten hoger dan de nominale rente met een looptijd van 10 jaar. HICP-inflatieswaps zijn tot een looptijd van 30 jaar beschikbaar. De inflatieswaprente ( $s$ ) voor een looptijd van 30 jaar bedroeg begin maart 140 basispunten. Dit is eveneens 50 basispunten hoger dan de inflatieswaprente met een looptijd van 10 jaar. Het verschil tussen de nominale rente en de inflatieswaprente geeft de termijnstructuur voor de reële risicovrije

<sup>37</sup> De Eonia rente wordt afgeleid van leningen met een maximale duur van één dag waardoor het tegenpartijrisico verwaarloosbaar klein is. Euribor kent een iets hoger tegenpartijrisico omdat het leningen met een looptijd tot een jaar vertegenwoordigt. Dit verklaart de sprong in de curve.

rente. De reële risicovrije rente nominale rente ( $rr$ ) voor een looptijd van 30 jaar bedroeg begin maart – 130 basispunten. Dit is hetzelfde als voor een looptijd van 10 jaar.<sup>38</sup>

*Figuur 4. Rentetermijnstructuren*



### Deel B. Ontwikkeling van de risicopremie

#### Inleiding op de aandelenrisicopremie

**De aandelenrisicopremie is het verwachte reële rendement op aandelen minus de reële risicovrije rente.** Idealiter wordt de risicopremie op aandelen berekend door het effectieve rendement op total return equity swaps te verminderen met de reële risicovrije rente. Met dit soort swapcontracten wordt het (gerealiseerde) rendement op een aandelenindex geruild tegen een vaste rente. Omdat deze contracten beperkt en alleen ‘over the counter’ worden verhandeld zijn de marktprijzen niet beschikbaar. De aandelenrisicopremie is dus niet waarneembaar. Een maatstaf die wel waarneembaar is en die hier dicht

<sup>38</sup> De 30 jaars nominale rente waarmee pensioenfondsen hun pensioenverplichtingen disconteren bedroeg eind februari 36 basispunten. Op basis van deze rente bedraagt de reële risicovrije rente voor een looptijd van 30 jaar in maart nog altijd - 100 basispunten. De 30 jaarsrente voor pensioenfondsen ligt iets boven de Euribor-swaprente door het opwaartse effect van de Ultimate Forward Rate. De UFR het 10-jaars voortschrijdend gemiddelde van de in de markt geobserveerde 20-jaars forward rate.

bij in de buurt komt is de spread op bedrijfsobligaties. Verder kan de aandelenrisicopremie worden afgeleid uit het historisch gemiddelde aandelenrendement, maar dit soort schattingen is met veel onzekerheid omgeven. Bovendien is er geen garantie dat de historie representatief is voor de toekomst. Een manier om hier rekening mee te houden is door correcties toe te passen op historische gemiddeldes. Deze route is in 2019 door de Commissie Parameters gevolgd.

#### Ontwikkeling spread bedrijfsobligaties

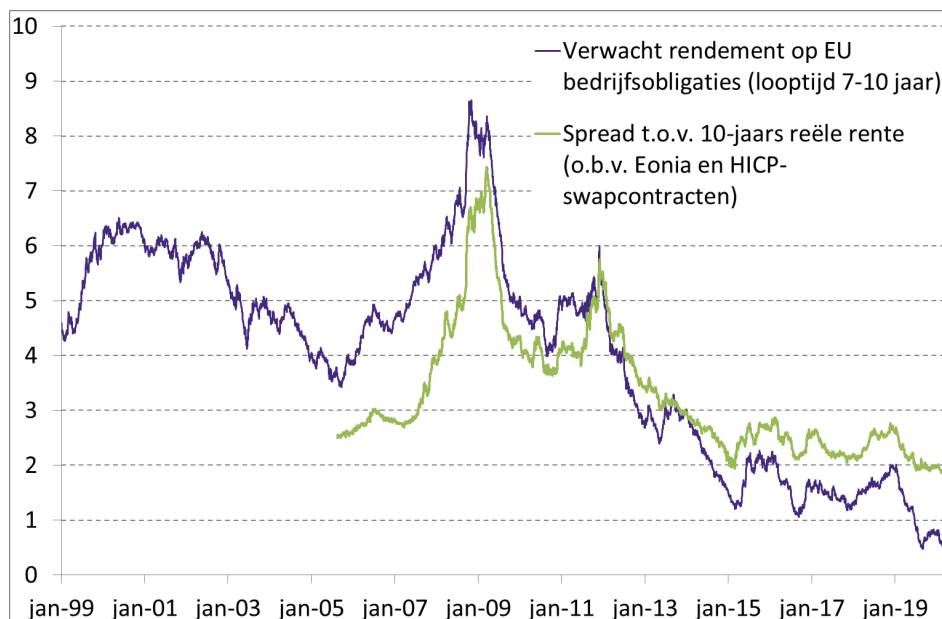
**De ontwikkeling van de risicopremie volgt uit de spread op bedrijfsobligaties.** Die spread is een maatstaf die vooruitkijkt en gelijk aan het verwachte rendement op bedrijfsobligaties minus het risicovrije rendement. Hoewel het verwachte rendement op bedrijfsobligaties gemiddeld genomen lager ligt dan op aandelen, worden de fluctuaties in aandelen- en obligatierendementen beiden gedreven door de financiële vooruitzichten van de onderneming en de algemene marktomstandigheden.<sup>39</sup> De verandering in het verwachte obligatierendement is zodoende een indicator van de verandering in het verwachte aandelenrendement en daarmee de risicopremie op aandelen. Figuur 5 toont het verwachte rendement en de spread (berekend als verwacht rendement minus de risicovrije reële rente) op de Markit Iboxx index van Europese bedrijfsobligaties met een looptijd van 7-10 jaar. Het verwachte rendement lag begin maart op 60 basispunten. De spread ligt hoger omdat de reële risicovrije rente negatief is. De spread op bedrijfsobligaties lag begin maart op 200 basispunten. Dit is 50 basispunten lager dan bij het vorige advies. Het is derhalve redelijk om in het verlengde daarvan met een lagere risicopremie op aandelen te rekenen.

<sup>39</sup> Een bedrijfsobligatie is samengesteld uit een risicovrije obligatie ( $B$ ) en een short positie ( $P$ ) in een putoptie op de activa van het bedrijf. Deze putoptie geeft het risico weer dat de onderneming de bedrijfsobligatie niet volledig kan aflossen. Op grond van de put-call pariteit weten we dat dit hetzelfde is als een aandeel in de onderneming ( $S$ ) en een short positie in een calloptie ( $C$ ) op de activa van het bedrijf, die weergeeft dat de belegger in een bedrijfsobligatie niet het opwaartse potentieel van aandelen heeft. In formulevorm geldt dus  $B - P = S - C$ . De prijsvorming van de bedrijfsobligatie wordt dus (mede) bepaald door het risico van het aandeel.

**De waargenomen spread op bedrijfsobligaties fungeert overigens als een bovengrens voor de risicopremie op obligaties.** De

waargenomen spread is namelijk een compensatie voor het verwachte verlies op een obligatie plus de risicopremie die risicomijdende beleggers vereisen om dit type obligaties aan te houden. Voor een zuivere schatting van de risicopremie is daarom een correctie van de spread voor het verwachte verlies nodig. Het verwachte verlies wordt ook wel de *expected loss* genoemd en het product van de *probability of default* en de *loss given default* ( $EL = PD \times LGD$ ). Na correctie voor het verwachte verlies komt de risicopremie op obligaties lager uit. Stel bijvoorbeeld dat de credit spread 200 basispunten is, de default probability 1% en de loss given default 70%. De expected loss is in dat geval gelijk aan 70 basispunten. De risicopremie is dan gelijk aan de spread minus het verwachte verlies en is dus  $200-70=130$  basispunten.

*Figuur 5. Ontwikkeling rendement en spread op EU bedrijfsobligaties*



Wat heeft de Commissie Parameters in 2019 geadviseerd?

**Als referentie kijken we tot slot naar wat de Commissie Parameters pensioenen heeft geadviseerd.** Deze commissie adviseert over het *totale* aandelenrendement. In het kader van de

pensioenwetgeving heeft de Commissie Parameters in 2019 het totale aandelenrendement waar pensioenfondsen maximaal mee mogen rekenen verlaagd van 7,0 procent, zoals dat in 2014 door de commissie was vastgesteld, naar 5,8 procent. Dit is een nominaal meetkundig aandelenrendement.<sup>40</sup> Het bijbehorende reële verwachte meetkundig aandelenrendement is volgens de Commissie Parameters 3,9 procent. Een gelijkgewogen beleggingsportefeuille bestaande uit langlopende obligaties en aandelen heeft dan bijvoorbeeld een verwacht reëel rendement van  $(-1,3 + 0,5 * 5,2 =)$  1,30 procent.

**De Commissie Parameters rekent met een langjarig historisch gemiddelde voor het nominale rendement van 7,1 procent.** De commissie geeft twee overwegingen ter verlaging van dit historische aandelenrendement. Allereerst is het historisch rendement sterk beïnvloed door een herwaardering van aandelen en stijgende koers-winstverhoudingen. Wanneer voor de toekomst wordt gerekend met een constante koers-winstverhouding, dan vervalt dit herwaarderingseffect en komt het rendement lager uit. Dit leidt tot een verlaging met 0,5%-punt. Ten tweede ligt de huidige reële risicovrije rente 1,6% onder het historisch gemiddelde. Gegeven de onzekerheid over het verband tussen rente en aandelenrendement, adviseert de commissie om deze lagere rente voor de helft te verwerken in het aandelenrendement. Dit leidt tot een tweede verlaging met 0,8%-punt. De totale verlaging bedraagt derhalve 1,3%-punt ten opzichte van het langjarig historisch gemiddelde voor het nominale rendement.

#### *Literatuur*

Commissie Parameters (2019), Advies Commissie Parameters, <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2019/06/11/advies-commissie-parameters>.

Dennis Bonam, Gabriele Galati, Irma Hindrayanto, Marco Hoerberichts,

<sup>40</sup> Het meetkundige rendement is de beste maatstaf voor het werkelijke rendement dat een belegger over de tijd haalt.

Anna Samarina en Irina Stanga (2019), Inflation in the euro area since the Global Financial Crisis, DNB Occasional Studies 17–3, De Nederlandsche Bank.



Haan, Jakob de, Marco Hoeberichts, Renske Maas en Federica Teppa (2016), Belang en betekenis van inflatie in het eurogebied, DNB Occasional Studies 14-3, De Nederlandsche Bank.

Broeders, Dirk, Gavin Goy, Annelie Petersen en Nander de Vette (2020a), What drives low market-based inflation measures? A technical decomposition of the inflation-linked swap rate, VBA Journaal, voorjaar.

Broeders, Dirk, Gavin Goy, Annelie Petersen en Nander de Vette (2020b), Gauging the impact of COVID-19 on market-based inflation expectations, <https://voxeu.org/>.

Camba-Mendez, G. en T. Werner (2017), The inflation risk premium in the post-Lehman period, ECB Working Paper, nr. 2033.

## Bijlage 6 De Ramsey-regel

De werkgroep neemt een besluit over de hoogte van de discontovoet op basis van informatie uit drie bronnen: (1) het beleggings- en investeringsgedrag van huishoudens en bedrijven (bijlage 4); (2) financiële markten (bijlage 5); en (3) een normatieve benadering afgeleid uit de welvaartstheorie (Ramsey-regel). Dit sluit ook aan bij de drie benaderingen in hoofdstuk 1 van Gollier (2013). Deze bijlage bespreekt de Ramsey-regel, en berekent een bandbreedte van de discontovoet volgens deze regel op basis van de beschikbare literatuur en data voor Nederland.<sup>41</sup>

### 1. De wereld van de Ramsey-regel

De Ramsey-regel biedt een analytisch kader om de (maatschappelijke) discontovoet (*social discount rate*, SDR) te bepalen. De discontovoet is het (minimaal) vereiste rendement op publieke investeringsprojecten. Het theoretische kader beschrijft hoe de overheid (sociale planner) uitgaande van een maatschappelijke welvaartsfunctie, de verwachte consumptiegroei en het risicoprofiel van de consumptiegroei over de tijd optimale keuzes kan maken met betrekking tot sparen en investeren. Centraal staat de vraag hoeveel extra (verwachte) consumptie in de toekomst nodig is om een verlies aan consumptie in het heden te compenseren. In het optimum kan de overheid de maatschappelijke welvaart niet vergroten door de (verwachte) consumptie anders te verdelen over de tijd.

Het standaardmodel bestaat uit twee elementen. Allereerst een maatschappelijke welvaartsfunctie:

$$W = \sum_{t=0} e^{-\delta t} E u(c_t)$$

De maatschappelijke welvaart  $W$  is een gewogen som van het (verwachte) nut  $Eu(c)$  dat burgers in het heden en in de toekomst ontlene aan hun consumptie (per hoofd)  $c$ . Daarbij gaat het om consumptie in brede zin, alles waar mensen waarde aan ontlene. Dat kan consumptie van goederen en diensten zijn, maar bijvoorbeeld ook vrije tijd, natuur, veiligheid, woonomgeving, welzijn en gezondheid. De overheid weegt het nut van de burgers op verschillende tijdstippen op basis van een pure tijdsvoorkeur  $\delta$ . Deze parameter beschrijft de mate van ongeduldigheid van de overheid, als vertegenwoordiger van alle huidige en toekomstige burgers. Een positieve  $\delta$  impliceert dat nut in de toekomst minder zwaar wordt gewogen dan nut in het heden.

De nutsfunctie  $u(c)$  die consumptie in nut of welvaart vertaalt is in de praktijk vaak de zogeheten iso-elastische nutsfunctie:<sup>42</sup>

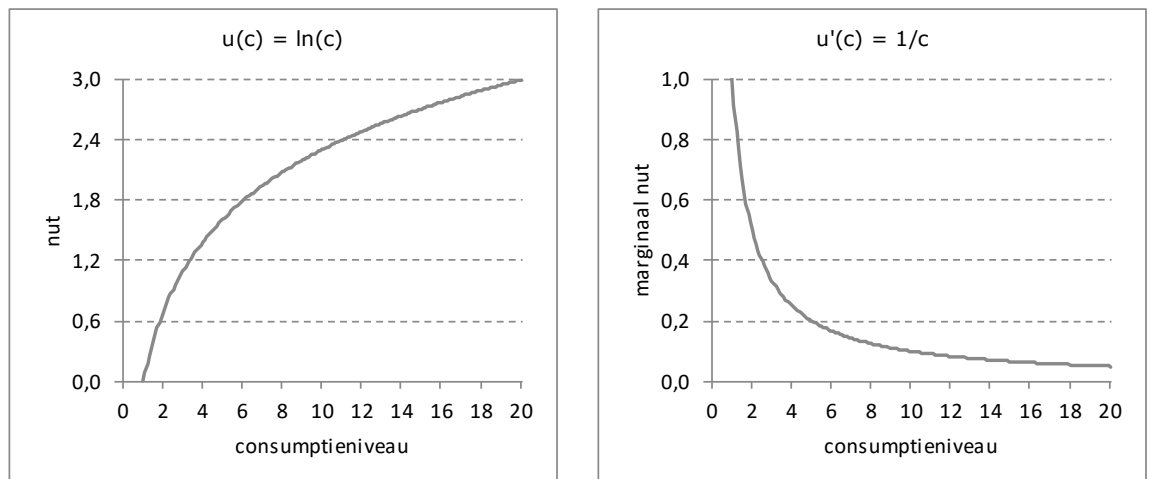
41 Er is een digitale technische bijlage (excel-bestand) beschikbaar met rekenschema's en de onderliggende gegevens van de figuren.

42 De algemene eisen aan de nutsfunctie zijn:  $u'(c) > 0$ ,  $u''(c) < 0$  en  $u'''(c) > 0$ . De aversie tegen verschillen over de tijd (ook risico-aversie) is gedefinieerd door  $-cu''(c)/u'(c)$  en de bereidheid om onzekerheid te verminderen (neiging tot prudentie) door  $-cu'''(c)/u''(c)$ . Voor de iso-elastische nutsfunctie zijn deze grootheden constanten,  $\gamma$  respectievelijk  $\gamma + 1$ . De iso-elastische nutsfunctie staat ook bekend als een CRRA-nutsfunctie (*constant relative risk aversion*).

$$u(c) = \frac{c^{1-\gamma}}{1-\gamma}$$

De parameter  $\gamma$  meet de aversie tegen verschillen of veranderingen in consumptieniveau van burgers op verschillende tijdstippen. Deze parameter kan ook worden geïnterpreteerd als een maatstaf voor risico-aversie in geval van onzekerheid. Het gaat dan om aversie tegen verschillen die optreden als gevolg van verschillende economische omstandigheden. Hoe hoger  $\gamma$ , hoe groter de aversie. Als  $\gamma = 1$  resulteert de logaritmische nutsfunctie:  $u(c) = \ln(c)$ . Figuur 1 laat voor deze functie zien hoe nut en marginaal nut ( $u'(c) = 1/c$ ) afhangen van het consumptieniveau. Meer consumptie verhoogt het nut, maar het extra (marginale) nut neemt af naarmate het consumptieniveau hoger is. Verder geldt dat hoe hoger de consumptie is, hoe minder gevoelig het (marginale) nut is voor een gegeven schok.

Figuur 1. Logaritmische nutsfunctie ( $\gamma = 1$ )



Het tweede element van het standaardmodel is het veronderstelde stochastische proces van de consumptie. De simpelste en klassieke veronderstelling is dat de consumptie lognormaal is verdeeld over de tijd. De gemiddelde groei op het verwachte groeipad (oftewel trendgroei) bedraagt  $g$  en de variantie van de jaarlijkse afwijking (groeienschok) is  $\sigma^2$ .<sup>43</sup> Daarnaast wordt verondersteld dat economische schokken niet gecorreleerd zijn in de tijd: een negatieve schok in dit jaar zorgt niet voor een grotere of lagere kans op weer een negatieve schok volgend jaar.

## 2. De Ramsey-regel

### *De Ramsey-regel voor een risicovrij project*

De literatuur richt zich voornamelijk op het beoordelen van een project dat zelf risicovrij is of daarmee vergelijkbaar is doordat de verwachte kasstromen (op de een of andere manier) geconverteerd zijn in zekerheidsequivalenten. Het specifieke projectrisico is dus nihil. De zogeheten Ramsey-regel formuleert het (minimaal)

43 Dit stochastische proces kent een *drift parameter*  $\mu$  die de verwachte groei weergeeft. De (gemiddelde) groei van de verwachte consumptie ( $g$ ) is gelijk aan  $\mu + 0,5 \sigma^2$ . Het numerieke verschil tussen  $\mu$  en  $g$  is in het algemeen klein: een  $\mu$  van 1,98% genereert een gemiddelde groei  $g$  van 2,00% als  $\sigma^2 = 0,04$ . In de tekst worden de begrippen trendgroei, verwachte groei en gemiddelde groei op het verwachte pad daarom door elkaar gebruikt, in de berekeningen wordt wel rekening gehouden met het verschil tussen  $g$  en  $\mu$ .



vereiste rendement dat de overheid moet hanteren bij het accepteren van een risicovrij project:

$$rf = \delta + \gamma g - 0,5\gamma(\gamma + 1)\sigma^2$$

met:

- $rf$ : risicovrije discontovoet;
- $\delta$ : tijdsvoorkeur uit de welvaartsfunctie, die de relatieve waardering beschrijft van nut nu versus 1 jaar later;
- $g$ : gemiddelde (consumptie)groei per jaar op het verwachte groeipad;
- $\gamma$ : aversie tegen veranderingen in consumptieniveau;
- $\sigma^2$ : variantie van de (consumptie)groei.

De risicovrije Ramsey-regel bestaat uit drie termen die geassocieerd zijn met drie verschillende motieven om de toekomst te disconteren.

1. Pure tijdsvoorkeur ( $\delta$ ). Een positieve waarde van  $\delta$  impliceert dat de overheid netto-opbrengsten (per definitie) minder zwaar weegt naarmate deze verder in de toekomst liggen. Dit betekent ook dat de overheid het nut of welzijn van burgers die nu nog niet aanwezig zijn, de toekomstige generaties, minder zwaar weegt dan dat van de huidige bevolking. Het Ramsey-raamwerk impliceert echter niet dat  $\delta$  gelijk is (of dient te zijn) aan een (gewogen) gemiddelde van de veelal positieve tijdsvoorkeur van de individuen die de huidige samenleving vormen. De maatschappelijke tijdsvoorkeur  $\delta$  kent daarmee een sterk normatief karakter. De meningen hierover verschillen dan ook sterk tussen experts. Voor een samenleving die volledige onpartijdig is tussen generaties geldt  $\delta = 0$ . Ramsey (1928) zelf vond dit vanuit moreel oogpunt de best verdedigbare positie.<sup>44</sup>
2. Vermogenseffect ( $\gamma g$ ). De overheid is terughoudender met het opgeven van consumptie in het heden als burgers in de toekomst sowieso rijker zijn vanwege trendmatige groei ( $g > 0$ ). Hoe groter de aversie tegen verschillen  $\gamma$ , hoe sterker dit vermogenseffect. De lagere investeringsbereidheid vertaalt zich in een hoger geëist rendement op projecten, oftewel een hogere discontovoet.
3. Voorzorgsmotief ( $-0,5\gamma(\gamma+1)\sigma^2$ ).<sup>45</sup> Deze term is altijd negatief. Als de onzekerheid over de consumptie in de toekomst toeneemt (stijging  $\sigma^2$ ) wordt het nut van burgers in de toekomst gevoeliger voor economische schokken (met name voor negatieve schokken), waardoor hun verwachte nut afneemt. Uit voorzorg wil de overheid daarom het verwachte consumptieniveau in de toekomst verhogen. Het nut wordt daardoor ook weer iets minder gevoelig voor schokken (zie figuur 1). Een toename van economische onzekerheid leidt zo tot meer sparen en investeren uit voorzorg, en dus een lager geëist rendement op projecten.

De bovenstaande Ramsey-regel staat ook wel bekend als de uitgebreide Ramsey-regel (*extended Ramsey rule*, ERR). De klassieke of simpele Ramsey regel (*simple Ramsey rule*, SRR) abstraheert van het voorzorgsmotief:  $rf = \delta + \gamma g$ . In veel papers figureert deze versie van de Ramsey regel, mede omdat in conventionele calibraties de derde term numeriek gering is in vergelijking met de tweede term. Ter illustratie:

44 De welvaartsfunctie veronderstelt dat er altijd toekomstige burgers zullen zijn. Stern (2007) houdt rekening met een uitsterfrisico door een vaste component  $L = 0,1\%$  in de Ramsey-regel op te nemen. Deze vaste component heeft echter niets te maken met de pure tijdsvoorkeur, die Stern overigens op 0 zet ( $\delta = 0$ ).

45 Meer algemeen kan het voorzorgseffect worden geschreven als  $-0,5\gamma\rho\sigma^2$ , waarbij  $\rho$  de neiging tot prudentie is. Voor de iso-elastische nutsfunctie geldt  $\rho = \gamma + 1$ .

stel  $\delta = 0$ ,  $\gamma = 2$ ,  $g = 1,8$  en  $\sigma^2 = 0,036^2$ . Dan is volgens de simpele Ramsey-regel de discontovoet 3,73% en volgens de uitgebreide Ramsey-regel 3,34%.

De geringe omvang van het voorzorgseffect hangt echter sterk samen met de simpele modellering van economische risico's. Zo wijst Barro (2006) erop dat er met een kleine kans economische rampen plaatsvinden, waarbij grote economische schade optreedt. Als hiermee rekening wordt gehouden valt de discontovoet significant lager uit, zoals Gollier (2013) met een simpel voorbeeld laat zien. Stel dat er 2% kans is dat de economie eenmalig 10% van de productie permanent verliest en dat voor het overige de economische risico's hetzelfde proces volgen als in het bovenstaande numerieke voorbeeld. De verwachte groei valt daardoor ca. 0,2 procentpunt lager uit en de volatiliteit van de economische schokken neemt toe. De uitgebreide Ramsey regel levert dan als discontovoet 2,79% op, een daling met 0,55 procentpunt. Daarvan kan ca. 0,4 procentpunt worden beschouwd als een neerwaartse aanpassing van het vermogenseffect. Gollier (2011) benut de tijdreeksen voor de economische groei van 190 landen tussen 1969 en 2010 om het voorzorgseffect te ramen. Hij vindt dan een gemiddeld voorzorgseffect van 1 procentpunt.

#### *De Ramsey-regel voor een project met onzekere netto-opbrengsten*

In de praktijk zijn projecten niet risicovrij, en zijn de te disconteren kasstromen te beschouwen als verwachte waarden die met onzekerheid zijn omgeven. In dat geval is de zogeheten risico-gewogen Ramsey-regel van toepassing. De correcte discontovoet is dan de risicovrije discontovoet plus een project-specifieke risicopremie. De vereiste risicopremie wordt in de Ramsey-wereld bepaald in het zogeheten *consumption-based capital asset pricing model*, oftewel CCAPM. In dit model wordt projectrisico afgemeten aan de (verwachte) toename van de volatiliteit van de consumptiegroei  $\sigma^2$  (het macro-risico), mocht het project doorgaan. Het projectrisico wordt gemeten met de zogeheten consumptie-bèta  $\beta$ . Een gemiddeld project heeft netto-opbrengsten die in proportie met de economische groei variëren; de  $\beta$  is dan 1. Een project met  $\beta > 1$  heeft meer dan proportioneel hoge netto-opbrengsten als de economische groei relatief hoog is, en meer dan proportioneel lage netto-opbrengsten als de economische groei relatief laag is. Zo'n project vergroot het macro-risico. Voor projecten met  $\beta < 1$  geldt het omgekeerde. Voor een risicovrij project geldt  $\beta = 0$ .

De eenheidsprijs van risico – “de” macro-economische risicopremie – is de risicopremie voor het gemiddelde project (waarvoor geldt  $\beta = 1$ ); deze bedraagt  $\gamma\sigma^2$  in het CCAPM en is altijd positief. De project-specifieke risicopremie is de hoeveelheid risico ( $\beta$ ) maal de eenheidsprijs van risico ( $\gamma\sigma^2$ ):

$$rp_i = \gamma\sigma^2\beta_i$$

met:

- $rp_i$ : risicopremie voor project  $i$ ;
- $\beta_i$ : consumptie-bèta van project  $i$ .

De risico-gewogen Ramsey-regel heeft in de praktijk veelal betrekking op het gemiddelde project en luidt dan als volgt:

$$rr = \delta + \gamma g - 0,5\gamma(\gamma + 1)\sigma^2 + \gamma\sigma^2$$

met:

- $rr$ : risico-gewogen discontovoet.

De positieve risicopremie indiceert een geringere investeringsbereidheid voor het gemiddelde project. Het voorzorgseffect en de risicopremie werken tegen elkaar in. Rekening houden met een gemiddeld projectrisico leidt er dus toe dat de discontovoet dichterbij de klassieke, simpele Ramsey-regel komt te liggen. Als  $\gamma = 1$  (logaritmische nutsfunctie) reduceert de risico-gewogen Ramsey-regel tot de simpele Ramsey-regel  $\delta + \gamma g$ . Als  $\gamma > 1$  (relatief grote aversie tegen verschillen en risico's) domineert het voorzorgsmotief. Gegeven de lage numerieke waarde van  $\sigma^2$  (zeg 0,04) gaat het in het standaardgeval om een zeer beperkt kwantitatief effect. In het numerieke voorbeeld hierboven met  $\gamma = 2$  is de risico-gewogen discontovoet 2,96%, terwijl de simpele Ramsey-regel 3,00% voorschrijft.

#### *De Ramsey-regel en financiële prijzen*

De Ramsey-regel en het CCAPM hebben ook implicaties voor de risicovrije rente en de risicopremie die in de financiële markten gelden. Uitgaande van economisch evenwicht, optimale consumptieplanning en wrijvingsloze kredietmarkten, is de hoogte van de risicovrije rente gelijk aan de discontovoet volgens de uitgebreide Ramsey-regel, en de hoogte van de risicopremie gelijk aan de consumptie- $\beta$  maal de macro-economische risicopremie. In de standaard-calibratie van de Ramsey-regel is de risicopremie echter (veel) lager dan de waargenomen risicopremie in financiële markten, terwijl de risicovrije discontovoet vaak juist (veel) hoger is dan de geobserveerde gemiddelde reële risicovrije rente in historische datareeksen. Deze inconsistenties tussen theorie en financiële data staan bekend als de *risk premium puzzle* (Mehra en Prescott 1985) respectievelijk de *risk-free rate puzzle* (Weil 1989).

De literatuur biedt verschillende mogelijke verklaringen voor beide puzzels.<sup>46</sup> Het uitgangspunt daarbij is veelal dat de simpele (onconditionele) variantie van de consumptiegroei van een historische tijdreeks een (zeer) slechte empirische benadering is van het economische risico dat daadwerkelijk in de financiële markten wordt geprijsd. Een deel van de literatuur specificeert dan ook een complexer stochastisch proces voor de consumptiegroei, waardoor  $g$  en  $\sigma^2$  bijvoorbeeld tijdsafhankelijk worden en het risico een persistent karakter krijgt (zie ook paragraaf 3). Een ander deel start vanuit het inzicht dat de risicopremie uiteindelijk een vergoeding is voor de (additionele) volatiliteit van het (marginaal) nut van consumptie, en werkt daarom met een andere nutsfunctie  $u(c)$  in de welvaartsfunctie  $W$ . Een bekend voorbeeld is een nutsfunctie met gewoontevorming (*habit formation*). Het nut van consumptie hangt dan (mede) af van een referentieniveau dat vaak afhangt van het consumptieniveau in het (recente) verleden. In dat geval zal het vermogenseffect van positieve trendgroei kleiner zijn vanwege gewenning, terwijl het voorzorgseffect (veel) groter is, omdat het (marginaal) nut van consumptie zeer gevoelig wordt voor tegenvallende en vooral negatieve groei, en economische schokken bovendien lang kunnen doorwerken via hun impact op het referentieniveau. Gewoontevorming zorgt zo voor een lagere risicovrije discontovoet en een hogere macro-economische risicopremie vergeleken met het conventionele Ramsey-raamwerk.

46 Zie Ludvigson (2013) en Breeden, Litzemberger en Jia (2015a,b) voor een uitgebreid overzicht van de relevante theoretische en empirische literatuur.

### 3. De Ramsey-regel en de tijdshorizon

De discontovoet volgens de (uitgebreide) Ramsey-regel hangt niet af van de tijdshorizon. De discontovoet kent een vlakke termijnstructuur: de mate van discontering tussen tijdstippen 0 en 1 is hetzelfde als die tussen tijdstippen 100 en 101 of die tussen 500 en 501. Dit komt omdat het macro-economische risico in het standaardmodel per veronderstelling niet afhangt van de tijdshorizon. Afwijkingen van het trendmatige groeipad worden verondersteld niet gecorreleerd te zijn in de tijd (geen seriecorrelatie).

In de literatuur wordt langs twee lijnen betoogd dat de risicovrije discontovoet (discontocurve) dalend verloopt (*declining discount rate*, DDR). De eerste lijn benadrukt dat het macro-economische risico toeneemt met de tijdshorizon, met name op de lange termijn. De tweede lijn beschouwt de consequenties van parameteronzekerheid ( $\delta$ ,  $\gamma$ ,  $g$ ,  $\sigma^2$ ) of meningsverschillen tussen experts (of burgers) over de discontovoet en zijn determinanten.

#### *Toenemend macro-economisch risico*

De algemene versie van de uitgebreide Ramsey-regel definieert de risicovrije discontovoet voor elke tijdshorizon  $t$ :

$$r_t = \delta + \gamma g_t - 0.5\gamma(\gamma + 1) \frac{\text{Var}(X_t)}{t},$$

met:

- $r_t$ : risicovrije discontovoet voor horizon  $t$
- $g_t$ : gemiddelde groei (per jaar) op het verwachte consumptiepad voor horizon  $t$
- $X_t$ : afwijking van het verwachte groeipad voor horizon  $t$

Er is inmiddels een uitgebreide literatuur die laat zien dat economische schokken in het algemeen een persistente invloed hebben op de consumptie als deze op een rijkere en meer realistische wijze worden gemodelleerd (Gollier 2008; Arrow et al. 2014). Dit vergroot de risico's op de lange termijn vergeleken met de risico's op de korte termijn, waardoor het macro-economische risico toeneemt met de tijdshorizon. Vanwege het voorzorgseffect heeft de risicovrije discontocurve daarom een dalend verloop. Kasstromen die verder in de toekomst optreden worden lichter gediscoteerd dan kasstromen in de meer nabije toekomst.

Gollier (2008) leidt voor een aantal concrete gevallen de correcte, dalende discontocurve af. Een voorbeeld is een modellering waarbij de economie in een gunstig of in een slecht groeiregime (diepe recessie, zoals de financiële crisis of de coronacrisis) kan zitten en er steeds een kans is dat de economie overgaat van het ene regime naar het andere (*two-state Markov switching model*). De parameters  $g$  en/of  $\sigma^2$  zijn een gewogen gemiddelde van de respectieve parameterwaarden in beide regimes. Empirische schattingen voor de VS laten zien dat het slechte regime een sterk negatieve verwachte groei kent en het gunstige regime een (licht) bovengemiddelde positieve groei. Het gunstige regime is zeer persistent; het ongunstige regime is matig persistent, waardoor de economie soms een paar jaar daarin kan blijven hangen. Per saldo zit de Amerikaanse economie 96% van de tijd in het gunstige groeiregime. Gollier (2008) laat zien dat discontovoet in dat regime

dalend verloopt.<sup>47</sup> De discontovoet voor tijdshorizon 100 jaar is bijna 1 procentpunt lager dan die voor tijdshorizon 1 jaar. Park (2018) leidt de gegeneraliseerde versie van de uitgebreide Ramsey-regel af die bij deze stochastische structuur past.

#### *Onzekerheid over parameters*

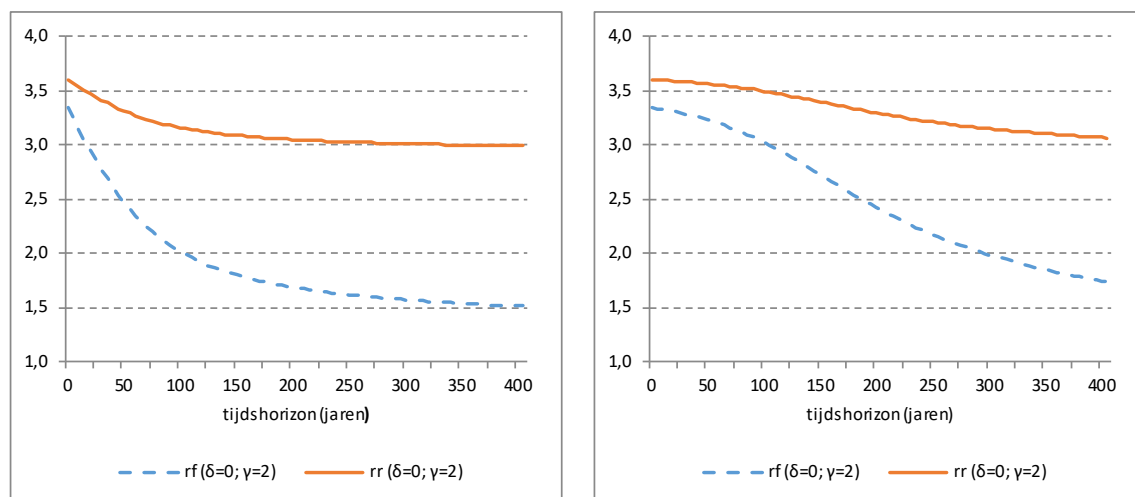
Onzekerheid over de determinanten van de discontovoet leidt ook tot een dalende discontocurve. Gollier (2008) analyseert onzekerheid over het economische groeiproces. Stel dat vanwege onzekerheid over de technologische vooruitgang de verwachte groei op lange termijn met een gelijke kans (50%) óf 0,8% óf 2,8% bedraagt; er is geen onzekerheid over  $\sigma^2$ . De verwachte groei is 1,8%. Voor horizon  $t = 1$  is de verdeling gecentreerd rond 1,8% met spreiding  $\sigma^2$ . In de loop van de tijd zullen de overheid en private partijen aan de hand van de groeirealisaties (schokken) leren welk scenario de werkelijkheid is. Dat impliceert een positieve correlatie in de percepties van de groeidynamiek, waardoor de onzekerheid stijgt als de horizon toeneemt. Voor horizon  $t = 100$  is de verwachte groei nog steeds 1,8%, maar de verdeling is nu geconcentreerd in de staarten; de linker staart is gecentreerd rond 0,8% en de rechter staart rond 2,8%. De variantie van die verdeling is een veelvoud van  $\sigma^2$ . De bandbreedte van de groei en de onzekerheid rond het groeipad nemen dus toe met de horizon. Dit resulteert in een toenemend voorzorgseffect en een dalende risicovrije discontovoet. Voor de zeer lange termijn gaat deze naar de waarde in het scenario met de laagste discontovoet volgens de uitgebreide Ramsey-regel. Gollier (2008) bespreekt ook een soortgelijk geval waarbij de onzekerheid de grootte van  $\sigma^2$  betreft, met kwalitatief vergelijkbare resultaten.

#### *De macro-economische risicopremie en de tijdshorizon*

In de literatuur is er veel steun voor het idee dat de risicovrije discontovoet daalt met de tijdshorizon op grond van een sterker wordend voorzorgsmotief. Deze discontovoet is van toepassing bij een risicovrij project. Deze papers maken (impliciet of expliciet) de veronderstelling dat bij praktische toepassingen de toegenomen macro-economische onzekerheid correct verwerkt wordt in lagere zekerheidsequivalenten van de verwachte kasstromen. De reden daarvoor is dat dit onderzoeksveld zich primair richt op het waarderen van tijdsverschillen (*time discounting*), en niet op het waarderen van verschillen die samenhangen met verschillende omstandigheden (*valuation of state-contingent claims*). In de financiële economie (inclusief het consumptie-CAPM) is het daarentegen gebruikelijk om de verwachte waarden van de kasstromen niet aan te passen, maar de te hanteren discontovoet aan te passen met een risicopremie om adequaat rekening te houden met onzekerheid. In de Ramsey-wereld (consumptie-CAPM) neemt de macro-economische risicopremie dan ook toe met de tijdshorizon. Dit betekent dat het tijdsprofiel van de risico-gewogen discontovoet  $rr$  (het minimaal geëiste rendement) wordt bepaald door twee tegengestelde effecten: een dalende risicovrije discontovoet en een stijgende risicopremie op een gemiddeld project (met  $\beta = 1$ ). Figuur 2 toont beide discontovoeten voor de genoemde voorbeelden van Gollier (2008), waarvoor geldt  $\delta = 0$  en  $\gamma = 2$ . Het verschil tussen beide curves is de risicopremie.

47 In het ongunstige regime verloopt de discontovoet stijgend (en is negatief voor korte horizonnen), omdat de verwachting van een transitie naar het gunstige regime een zeer sterk vermogens-effect genereert.

Figuur 2. Risicovrije en risico-gewogen discontocurve bij onzekerheid over  $g$  of  $\sigma^2$



Bron: Gollier (2008) voor  $rf$ , eigen berekeningen voor  $rr$ .

De figuur laat zien dat de risico-gewogen discontovoet relatief ongevoelig is voor dit type onzekerheid (vergeleken met de risicovrije discontovoet). In het voorbeeld geldt dat de (constante) risico-gewogen discontovoet 3,6% bedraagt. Bij onzekerheid over de trendgroei (linker figuur) daalt de risicovrije discontovoet geleidelijk met bijna 2 procentpunt op de zeer lange termijn, de risico-gewogen discontovoet met 0,6 à 0,7 procentpunt. Voor horizon 50 jaar is de risico-gewogen discontovoet ongeveer 3,3%, dus 0,3 procentpunt lager dan de Ramsey-regel aangeeft. In het voorbeeld is sprake van een relatief sterk voorzorgseffect, omdat  $\gamma$  een relatief hoge waarde heeft (zie paragraaf 4). De neiging om meer te investeren uit voorzorg domineert daarom de neiging om in minder riskante projecten te investeren, waardoor per saldo het door de overheid geëiste rendement op investeringsprojecten afneemt. Hoe zwakker het voorzorgsmotief (neiging tot prudentie), hoe kleiner de daling van de risico-gewogen discontovoet.<sup>48</sup> In geval van onzekerheid over de volatiliteit (rechter figuur) of de mogelijkheid van een zeldzame economische crisis geldt in kwalitatieve zin hetzelfde verhaal.

#### Fundamentele onzekerheid op de lange termijn

In de bovenstaande voorbeelden heeft de onzekerheid betrekking op slechts één parameter. De overige karakteristieken van de kansverdeling van de groei zijn bekend verondersteld. In werkelijkheid is er (grote) onzekerheid over alle parameters, zeker op de zeer lange termijn. De trendgroei en de volatiliteit rond het groeipad in de komende eeuwen zijn in feite onbekend, omdat deze mede afhangen van onvoorspelbare gebeurtenissen zoals technologische vooruitgang, politieke en sociale onrust, veranderingen in klimaat en milieu, pandemieën, etc. Freeman en Groom (2016) laten zien dat hoe meer overeenstemming er is over de karakteristieken van de kansverdeling (verwachting, variantie, scheefheid, kurtosis, minimum, maximum, etc.), hoe nauwer de bandbreedte is waarin de "echte" (risicovrije) discontovoet zich bevindt. Deze bandbreedte wordt na een horizon van 75 jaar echter zo breed (zelfs als een deel van de karakteristieken vastligt of als bekend wordt verondersteld) dat de overheid in de praktijk er nauwelijks richting

48 De risico-gewogen discontovoet vertoont zelfs een licht stijgend verloop als  $\gamma < 1$ . Voor  $\gamma = 0,5$  gaat het om een stijging van 0,15 procentpunt op de zeer lange termijn.

aan kan ontlenuen.<sup>49</sup> Empirisch gezien is het verloop van de discontovoet voorbij een horizon van 75 jaar de facto onbekend. Deze fundamentele onzekerheid hangt samen met het feit dat de discontovoet in de verre toekomst vooral wordt bepaald door de kans op zeldzame, extreme gebeurtenissen, de uiterste linker staart van de kansverdeling. Door gebrek aan data is het niet mogelijk een nauwkeurig, objectief beeld van de linker staart te krijgen.

#### 4. De numerieke invulling van de Ramsey-regel

De waarden van de parameters in de Ramsey-regel zijn niet direct waar te nemen en bevatten in geval van de tijdsvoorkeur en aversie tegen verschillen ook een normatieve component. Empirische schattingen zijn conditioneel op de opgelegde theoretische structuur, het gespecificeerde stochastische proces van de consumptie en de beschikbare data. Schattingen van de numerieke waarden van de cruciale parameters lopen dan ook uiteen. Het uitgebreide survey van Drupp et al. (2018) onder ongeveer 180 academische experts brengt deze verscheidenheid goed in beeld. 12 van de 13 experts van het panel in Arrow et al. (2014) deden aan het survey mee.

De onderzoekers hebben alle experts gevraagd naar hun concrete, numerieke aanbeveling voor de lange termijn risicovrije maatschappelijke discontovoet (horizon-onafhankelijk). Daarnaast is gevraagd naar hun numerieke inschatting van  $\delta$ ,  $\gamma$ ,  $g$  en de verwachte reële risicovrije rente (meer dan 100 jaar in de toekomst). Ten slotte is de experts gevraagd aan te geven in hoeverre de overheid de hoogte van de discontovoet zou moeten laten bepalen door normatieve overwegingen (gewicht tussen 0 en 100%), en wat een acceptabele bandbreedte voor de discontovoet zou zijn. Veel experts hebben gebruik gemaakt van de ruimte om hun keuzes nader toe te lichten. De onderzoekers hebben deze kwalitatieve informatie ook benut.

De belangrijkste uitkomsten van het onderzoek staan in figuur 3 en zijn als volgt samen te vatten:

- *Risicovrije discontovoet  $r_f$* . Meest genoemde waarde 2%; mediaan 2%; gemiddelde 2,27%; bandbreedte 0-4%; de bandbreedte 1-3% dekt 68% van de respondenten.
- *Maatschappelijke pure tijdsvoorkeur  $\delta$* . Meest genoemde waarde 0%; mediaan 0,5%; gemiddelde 1,1%; bandbreedte 0-2%.
- *Aversie tegen verschillen en risico's  $\gamma$* . Meest genoemde waarde 1; mediaan 1; gemiddelde 1,35; bandbreedte 0,5-2.<sup>50</sup>
- *Verwachte trendgroei  $g$  (Verenigde Staten)*. Meest genoemde waarde 2,0%; mediaan 1,6%; gemiddelde 1,7%; bandbreedte 1-2%.
- *Gewicht van normatieve overwegingen*. Meest genoemde waarde 50%; mediaan 70%; gemiddelde 61,5%; bandbreedte 20-100%.

49 Dit is ook af te lezen aan de grote verschillen tussen de (risicovrije) discontocurves die zijn voorgesteld in de literatuur. Zie bijvoorbeeld Figuur 4 in Arrow et al. (2014).

50 Groom en Maddison (2019) gebruiken diverse methoden en een meta-analyse om  $\gamma$  te schatten voor het Verenigd Koninkrijk. Hun centrale schatting is 1,5 met een smal betrouwbaarheidsinterval. De hypothese  $\gamma = 1$  wordt overtuigend verworpen.

Figuur 3. Opmvattingen experts over de risicovrije discontovoet en zijn determinanten

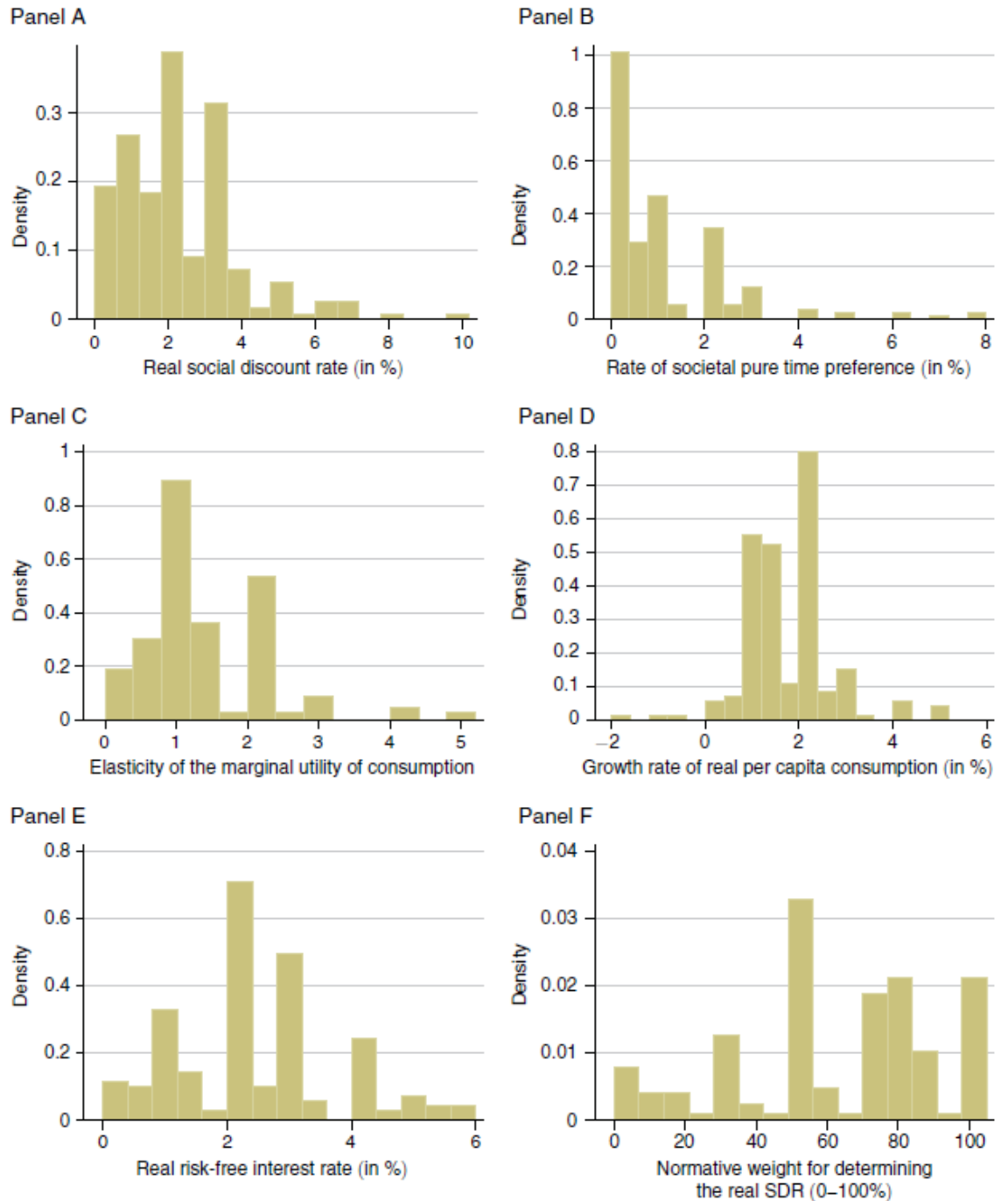


FIGURE 1

*Notes:* This figure provides histograms of expert recommendations and forecasts on discounting determinants. Panel A shows the real long-term SDR (in percent); panel B, the rate of societal pure time preference (in percent); panel C, elasticity of marginal utility of consumption; panel D real growth rate of per capita consumption (in percent); panel E, real risk-free interest rate (in percent); and panel F, the normative weight for determining the SDR (in percent).

Bron: Drupp et al. (2018).



Uit de antwoorden is voor iedere respondent de (impliciete) discontovoet volgens de klassieke Ramsey-regel  $\delta + \eta g$  te berekenen. De onderzoekers vergelijken deze vervolgens met de discontovoet die daadwerkelijk is aanbevolen om zo inzicht te krijgen in de manier waarop de experts met het Ramsey-raamwerk omgaan. Figuur 4 toont de verdeling van het verschil tussen aanbeveling en de klassieke Ramsey-regel.

Figuur 4. Verschil tussen aanbevolen discontovoet door experts en de simpele Ramsey-regel

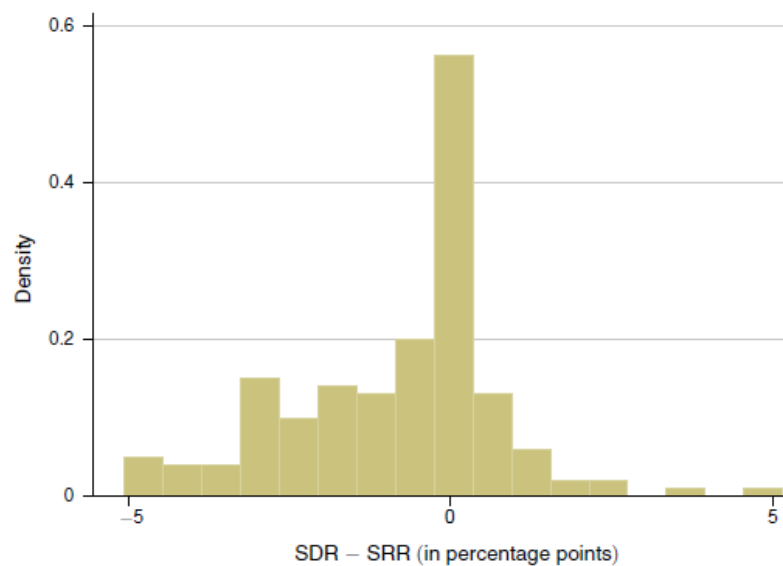


FIGURE 2

Note: Histogram of the difference between the recommended SDR and the imputed simple Ramsey Rule ( $SRR = \delta + \eta \times g$ ), in the interval  $[-5.5, 5.5]$ .

Bron: Drupp et al. (2018).

De meeste experts lijken niet zonder meer de Ramsey-regel toe te passen. Voor 36 experts geldt dat hun aanbeveling consistent is met de (uitgebreide) Ramsey-regel.<sup>51</sup> Gemiddeld ligt de aanbevolen discontovoet 1,21 procentpunt lager dan de simpele Ramsey-regel impliceert. De mediaan van de aanbeveling is 2%, die van de indirect bepaalde SRR 3%. Voor een meerderheid van de experts lijkt dit verschil gedreven te zijn door een veel groter voorzorgseffect dan de uitgebreide Ramsey-regel impliceert en een daaraan gerelateerde voorkeur voor een dalende discontocurve. Zo ligt de aanbevolen discontovoet van experts die in hun toelichting aangeven dat de discontovoet zou moeten afnemen met de horizon gemiddeld 0,70 procentpunt lager dan die van de andere experts. Hetzelfde geldt voor experts die wijzen op economische onzekerheid (0,69 procentpunt lager) en overwegingen rond klimaat en milieu (0,97 procentpunt lager).

De aanbevelingen van de experts bevatten (waarschijnlijk) een aanzienlijke normatieve component. Ongeveer 80% vindt dat voor de overheid normatieve overwegingen medebepalend dienen te zijn voor de hoogte van de discontovoet (figuur 4). Hoe sterker deze overtuiging, hoe lager de aanbevolen discontovoet. De discontovoet van een expert die geen enkel gewicht aan normatieve aspecten toekent is gemiddeld 2 procentpunt hoger dan de aanbeveling van een expert die

51 Het voorzorgseffect in de uitgebreide Ramsey-regel is bij een standaard-calibratie klein genoeg om binnen de bandbreedte van de 0-categorie te vallen.

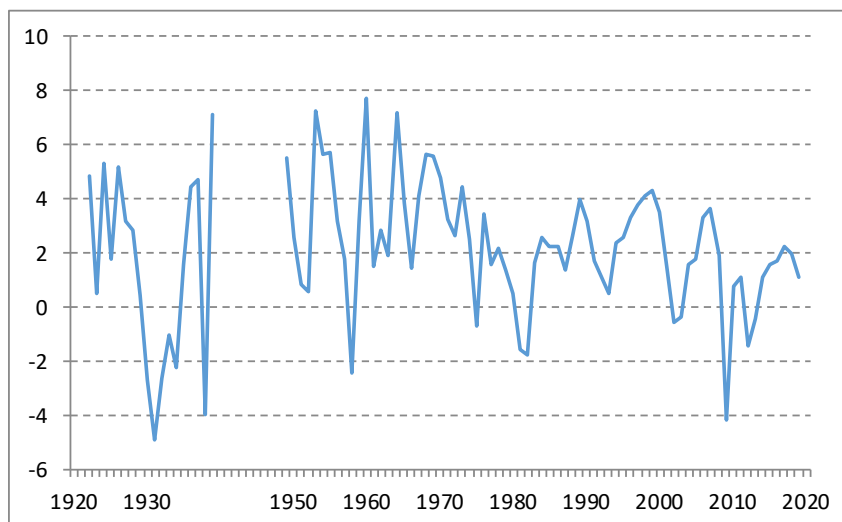
een gewicht van 100% hanteert. Een kleine minderheid van de experts beveelt een hogere discontovoet aan dan de Ramsey-regel. Deze experts baseren hun aanbeveling overwegend op niet-normatieve argumenten, zoals de kapitaalkosten van de private sector.

## 5. Een bandbreedte voor Nederland

In het vorige rapport (2015) is een bandbreedte van de risico-gewogen discontovoet volgens de Ramsey-regel bepaald. De ondergrens is berekend op basis van  $\delta = 0$ ,  $\gamma = 1$ ,  $g = 1$  en  $\sigma^2 = 0,04$ ; de bovengrens op basis van  $\delta = 2$ ,  $\gamma = 2$ ,  $g = 2$  en  $\sigma^2 = 0,04$ . Dit leidde tot de bandbreedte 1,00–5,96% voor de risico-gewogen discontovoet. De gebruikte waarden voor  $\delta$  en  $\gamma$  waren afkomstig uit internationaal beschikbaar empirisch onderzoek; de gehanteerde waarden voor  $g$  en  $\sigma^2$  waren toegesneden op de Nederlandse economie. De onderzoeksresultaten van Drupp et al. (2018) laten zien dat de toen gehanteerde grenswaarden voor  $\delta$  en  $\gamma$  nog steeds actueel zijn, met uitzondering van de ondergrens voor  $\gamma$ . Deze zou 0,5 moeten zijn.

De bandbreedte voor  $g$  is niet meer actueel. In de Vergrijzingsstudie *Zorgen voor morgen* uit 2019 raamt het CPB de (gemiddelde) bbp-groei op 1,1% in de periode 2021-2060. De geraamde bevolkingsgroei bedraagt 0,17% per jaar. De geraamde bbp-groei per capita op de lange termijn bedraagt dus 0,93%. Net zoals in 2015 wordt uitgegaan van een bandbreedte van 1 procentpunt. Dat sluit ook aan bij de uitkomsten in Drupp et al. (2108) over de groeiverwachtingen. De gebruikte bandbreedte voor  $g$  in dit rapport is daarom 0,5–1,5%. De macro-economische onzekerheid  $\sigma^2$  is berekend als de variantie van de reële bbp-groei per capita voor de langste tijdreeks die CBS op Statline publiceert. Deze beslaat de periode 1922–2019 met uitzondering van de jaren 1940–1948 (zie figuur 5). De standaarddeviatie bedraagt 2,54% in deze periode. Voor de Ramsey-regel is  $\sigma^2$  gesteld op 0,0625.

Figuur 5. Reële bbp-groei per capita Nederland, 1922–2019.



Bron: CBS.

Op basis van bovenstaande uitgangspunten is de nieuwe ondergrens 0,26% en de bovengrens 4,94%. Zie tabel 1.

Tabel 1. Berekende bandbreedte risico-gewogen discontovoet 2020

	<b>Methode 2015</b>	<b>Methode 2015 en catastroferisico</b>
Ondergrens ( $\delta=0; \gamma=0,5; g=0,5$ )	0,26%	0,18%
Bovengrens ( $\delta=2; \gamma=2; g=1,5$ )	4,94%	4,48%
<i>PM Bandbreedte in 2015 rapport</i>		
Ondergrens ( $\delta=0; \gamma=1; g=1$ )	1,00%	-
Bovengrens ( $\delta=2; \gamma=2; g=2$ )	5,96%	-

Bron: Eigen berekeningen. In de berekeningen voor 2020 is verondersteld  $\sigma^2 = 0,0625$ ; in de berekeningen voor 2015  $\sigma^2 = 0,04$ . Het catastroferisico betreft een eenmalig permanent productieverlies van 10% met een kans van 2%.

De gehanteerde methode gebruikt een numerieke schatting van het macro-economische risico  $\sigma^2$  die berekend is als de (onconditionele) variantie van de beschikbare tijdreeks voor de economische groei. In de literatuur is overeenstemming dat dit kengetal het daadwerkelijke risico onderschat waarmee overheid en private partijen worden geconfronteerd. De economische dynamiek is aanzienlijk groter dan een stabiele lognormale kansverdeling zonder positieve correlatie van de schokken in de tijd suggereert. Het voorzorgseffect wordt daardoor systematisch te laag ingeschat, en het vermogenseffect te hoog. Zoals de coronacrisis illustreert staat de economie ook bloot aan extreme schokken die met een kleine kans optreden. Een eenvoudige manier om met dergelijke catastroferisico's rekening te houden is te veronderstellen dat met een kleine kans (zeg 2%) de economie een permanent productieverlies (zeg 10%) te verwerken krijgt en dat voor het overige (98% kans) het standaardproces van toepassing is (zie p. 4 van deze bijlage). Daardoor valt de verwachte groei ca. 0,2 procentpunt lager uit. In deze vormgeving blijft de discontovoet onafhankelijk van de tijdshorizon. De bovengrens ( $\gamma = 2$ ) wordt nu 4,48% en de ondergrens ( $\gamma = 0,5$ ) 0,18%.

## 6. Conclusie

- De Ramsey-regel biedt een theoretisch gefundeerd denkkader met betrekking tot de discontovoet: hoe moet deze worden geïnterpreteerd, en welke overwegingen kunnen leiden tot een hogere of lagere waarde?
- De elementen uit de formule zijn niet waarneembaar, zijn deels normatief van karakter en de numerieke inschattingen van de economische groei en volatiliteit zijn met (fundamentele) onzekerheid omgeven, zeker op de langere termijn.
- Veel experts zijn voorstander van een dalende discontovoet voor een risicovrij project, vooral op de lange termijn (voorbij 75 jaar in de toekomst). Voor een horizon tot 75 jaar is de risicovrije discontovoet relatief vlak. Voor de risico-gewogen discontovoet geldt dat deze minder gevoelig is voor de tijdshorizon, omdat tegenover een dalende risicovrije discontovoet een stijgende macro-economische risicopremie staat.
- Voorbij horizon 75 jaar is de bandbreedte van de discontovoet zo wijd dat de Ramsey-regel de facto empirisch niet te bepalen is. De benodigde informatie ontbreekt simpelweg.
- Experts zijn in grote meerderheid van mening dat het voor de overheid passend is ook normatieve/ethische overwegingen te betrekken bij het vaststellen van de discontovoet.

- Een update van de bandbreedte zoals die in het rapport uit 2015 is berekend leidt tot de volgende aanpassing: een ondergrens van 0,3% (was 1,0%) en een bovengrens van 5,0% (was 6,0%).
- Indien de berekeningsmethode bij de modellering van de onzekerheid ook rekening houdt met een klein risico op een extreem slechte uitkomst (catastroferisico), wordt de bandbreedte 0,2–4,5%.

## Literatuur

Arrow, K.J., M.L. Cropper, C. Gollier, B. Groom, G. Heal, R.G. Newell, W.D. Nordhaus, R.S. Pindyck, W.A. Pizer, P.R. Portney, T. Sterner, R.S.J. Tol en M.L. Weitzman (2014). Should governments use a declining discount rate in project analysis? *Review of Environmental Economics and Policy* **8**: 145–63.

Barro, R.J. (2006). Rare disasters and assets markets in the twentieth century. *Quarterly Journal of Economics* **121**: 823–866.

Breeden, D.T., R.H. Litzenberger en T. Jia (2015a). Consumption-based asset pricing, Part 1: Classic theory and tests, measurement issues, and limited participation. *Annual Review of Financial Economics* **7**: 35–83.

Breeden, D.T., R.H. Litzenberger en T. Jia (2015b). Consumption-based asset pricing, Part 2: Habit formation, conditional risks, long-run risks, and rare disasters. *Annual Review of Financial Economics* **7**: 85–131.

Drupp, M.A., M.C. Freeman, B. Groom en F. Nesje (2018). Discounting disentangled. *American Economic Journal: Economic Policy* **10**: 109–134.

Freeman, M.C. en B. Groom (2016). How certain are we about the certainty-equivalent long-term social discount rate? *Journal of Environmental Economics and Management* **79**: 152–168.

Gollier, C. (2008). Discounting with fat-tailed economic growth. *Journal of Risk and Uncertainty* **37**: 171–186.

Gollier, C. (2011). On the underestimation of the precautionary effect in discounting. *Geneva Risk and Insurance Review* **36**: 95–111.

Gollier, C. (2013). *Pricing the Planet's Future: The Economics of Discounting in an Uncertain World*. Princeton: Princeton University Press.

Groom, B. en D. Maddison (2019). New estimates of the elasticity of marginal utility for the UK. *Environmental and Resource Economics* **72**: 1155–1182.

Ludvigson, S. (2013). Advances in consumption-based asset pricing: Empirical tests. In *Handbook of the Economics of Finance, Vol. 2*, red. G.M. Constantinides, M. Harris en R.M. Stulz: 799–906. Amsterdam: Elsevier.

Mehra, R. en E.C. Prescott (1985). The equity premium puzzle. *Journal of Monetary Economics* **15**: 145–161.

Park, S. (2018). A generalization of the Ramsey rule on the discount rate with regime switching. *Economics Letters* **170**: 147–150.

Ramsey, F.P. (1928). A mathematical theory of saving. *Economic Journal* **38**: 543–49.

Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Weil, P. (1989). The equity premium puzzle and the risk-free rate puzzle. *Journal of Monetary Economics* **24**: 401-421.

## Bijlage 7 Systematiek voor afwijkingen van de standaarddiscontovoet

### Afwijkingen op het niveau van typen kosten- en batenstromen

Voor toepassing van de discontovoet in MKBA's voor en door de Rijksoverheid geldt de standaardwaarde, tenzij er sprake is van specifieke uitzonderingsgronden. De werkgroep beveelt aan om deze uitzonderingsgronden te definiëren op het niveau van kosten- en batenstromen. Hiermee wordt het risico voorkomen dat een afwijkend macro-economisch risico niet tot uiting komt in de netto contante waarde (NCW) van een maatregel (doordat op alle posten een afwijkende discontovoet wordt toegepast, terwijl maar een deel daarvan aan het criterium voor een afwijkende discontovoet voldoet).

#### *Toelichting*

Voor toepassing van een discontovoet in MKBA's voor en door de Rijksoverheid geldt de standaardwaarde, tenzij er sprake is van specifieke uitzonderingsgronden. Dit leidt tot de vraag *op welk niveau* uitzonderingen van de standaarddiscontovoet worden gedefinieerd en toegepast: op het niveau van een type beleidsmaatregel of project; of op het niveau van een type kosten- of batenstroom, in beginsel los van het type beleidsmaatregel of project. Dit is van belang omdat een beleidsmaatregel of project met verschillende kosten- en batenstromen gepaard kan gaan. Denk aan de aanleg van een weg, wat bijvoorbeeld gepaard kan gaan met (vaste) aanlegkosten, (deels variabele) onderhoudskosten, reistijdwinsten (die meer dan proportioneel hoger kunnen zijn in een scenario met hogere economische groei en hogere verkeersgroei), minder gezondheidsschade door schadelijke gassen als verkeer wordt weggeleid van dichterbevolkte gebieden en doorsnijding van natuur- en recreatiegebieden.

Het gaat bij een verhoogde (verlaagde) bèta in de kern om een hoger (lager) dan gemiddeld macro-economisch risico van kosten- en batenstromen. Dat wil zeggen dat kosten- en batenstromen meer (minder) samenhang vertonen met de stand van de economie dan dat consumptie dat doet. De werking hiervan bij baten is als volgt:

- Als (positieve) baten hoger zijn bij hogere economische groei, en lager bij een lagere economische groei, en dat in dezelfde mate als consumptie, dan hebben deze baten een bèta gelijk aan 1, waardoor de standaarddiscontovoet geldt;
- Als (positieve) baten hoger zijn bij hogere economische groei, en lager bij een lagere economische groei, en dat in grotere mate dan consumptie, dan hebben deze baten een bèta hoger dan 1, dus een hogere discontovoet dan standaard, waardoor ze nu minder waard zijn;
- Als (positieve) baten hoger zijn bij hogere economische groei, en lager bij een lagere economische groei, en dat in kleinere mate dan consumptie, dan hebben deze baten een bèta kleiner dan 1, dus een lagere discontovoet dan standaard, waardoor ze nu meer waard zijn;

In bovenstaande kan voor "(positieve) baten" ook worden gelezen "kosten (en negatieve baten, d.w.z. negatieve, gemonetariseerde welvaartseffecten)". Met dien verstande dat het dan gaat om de absolute waarde

- Als kosten (en negatieve baten, d.w.z. negatieve, gemonetariseerde welvaartseffecten) in absolute zin hoger zijn bij hogere economische groei, en lager bij een lagere economische groei, en dat in dezelfde mate als consumptie, dan hebben deze een bèta gelijk aan 1, waardoor de standaarddiscontovoet geldt;
- Als kosten (en negatieve baten) in absolute zin hoger zijn bij hogere economische groei, en lager bij een lagere economische groei, en dat in grotere mate dan consumptie, dan hebben deze een bèta hoger dan 1, dus een hogere discontovoet dan standaard, waardoor ze nu minder waard zijn;
- Als kosten (en negatieve baten) in absolute zin hoger zijn bij hogere economische groei, en lager bij een lagere economische groei, en dat in kleinere mate dan consumptie, dan hebben deze een bèta kleiner dan 1, dus een lagere discontovoet dan standaard, waardoor ze nu meer waard zijn.

Het stellen van voorwaarden en het toepassen van een afwijkende discontovoet geheel op het niveau van het type project of beleidsmaatregel gaat met nadelen gepaard. Binnen één type project (bijvoorbeeld wegaanleg) kan er verschil zijn in welke kosten- en batenstromen wel of niet optreden. Kosten- en batenstromen kunnen verschillen in hun risicoprofiel. Het idee van een macro-economisch risicovoller project hoeft niet tot uiting te komen in de netto contante waarde (NCW) van dat project als op alle posten een hogere discontovoet wordt toegepast. Stel dat één batenpost of één kostenpost een hoger risicoprofiel heeft. Het toepassen van een hogere discontovoet (vanwege dat hogere risicoprofiel) op alle kosten en alle baten zou dan bijvoorbeeld kunnen leiden tot een hogere netto contante waarde (in vergelijking met de standaarddiscontovoet), wat het hogere risicoprofiel niet weerspiegelt. Of één (baten)post met een hoger risicoprofiel wordt toegepast op alle baten, terwijl die geen afwijkend risicoprofiel kennen.

Daarnaast is het niet altijd mogelijk of praktisch werkbaar om projecten of beleidsmaatregelen onder één type te brengen, bijvoorbeeld als er combinaties van verschillende ingrepen worden uitgevoerd (bijvoorbeeld wonen, werken en recreatie).

Het advies van de vorige werkgroep schreef afwijkingen voor van de in MKBA's toe te passen standaarddiscontovoet met betrekking tot publieke fysieke investeringen en onderwijs. De huidige aanbeveling wijkt hiervan af door de focus te verleggen van type project naar type kosten- of batenstroom.

### **Hoogte van bèta's en afwijkende typen kosten en baten**

De aanbeveling is om een bèta van 0,8 op vaste, verzonken kosten toe te passen en een bèta van 1,2 op baten die op sterk niet-lineaire wijze afhangen van de stand van de economie. Overige typen kosten en baten houden een bèta van 1, waardoor op de meeste kosten en baten de standaarddiscontovoet van 2,25% van toepassing is.

Met een bèta van 0,8 resulteert een toe te passen discontovoet van: risicovrije discontovoet + bèta \* risicopremie =  $-/- 1\% + 0,8 * 3,25\% = 1,6\%$ .

Met een bèta van 1,2 resulteert een toe te passen discontovoet van: risicovrije discontovoet + bèta \* risicopremie =  $-/- 1\% + 1,2 * 3,25\% = 2,9\%$ .

### *Toelichting*

Het rapport van de werkgroep discontovoet 2015 noemt twee oorzaken waarom investeringen in publieke fysieke infrastructuur een hoger dan gemiddeld risicoprofiel hebben. Deze zijn door de huidige werkgroep geïdentificeerd als vaste, verzonken kosten en sterk niet-lineair verlopende (reistijd)baten. In het genoemde rapport wordt voor investeringen in publieke fysieke infrastructuur een bèta van 1,5 vastgesteld. Deze bèta geldt vervolgens voor alle kosten en baten van een investering in publieke fysieke infrastructuur.<sup>52</sup> In de kabinetsbrief<sup>53</sup> als reactie op de CPB-notitie Discontovoet Onderwijs<sup>54</sup> is een bèta van 1,25 vastgesteld voor onderwijsprojecten. Ook hiervoor geldt dat het toepassen van één afwijkende discontovoet op alle kosten en baten de resultaten substantieel kan beïnvloeden, zonder dat dit noodzakelijkerwijs aansluit bij het afwijkende risicoprofiel.<sup>55</sup>

Het huidige voorstel is te zien als een verfijning hiervan. Het voorkomt dat kosten en baten die geen hoger risicoprofiel hebben, toch een lagere contante waarde krijgen. Dit geldt voor de niet vaste/verzonken kosten en voor de baten. Het toepassen van een bèta van 1,5 op alle kosten en baten kan tot uitkomsten van MKBA's leiden die niet in lijn zijn met het afwijkende risicoprofiel.

De aanbeveling om een bèta van 0,8 op vaste, verzonken kosten toe te passen doet recht aan het idee dat vaste, verzonken kosten minder samenhangen met de stand van de economie dan consumptie, en daardoor een hoger risicoprofiel kennen (lagere discontovoet). Vaste kosten zijn niet afhankelijk van het gebruik (de benutting), en daardoor in de meeste gevallen minder afhankelijk van de stand van de economie. Verzonken kosten houden in dat de investering nadat deze is gedaan niet op alternatieve wijze kan worden aangewend, bijvoorbeeld door een alternatieve benutting of door verkoop. De afwijkende bèta geldt niet voor kosten die een substantiële variabele component hebben of als er substantiële baten zijn te verwachten bij alternatieve aanwending.

De aanbeveling om een bèta van 1,2 toe te passen op baten die op sterk niet-lineaire wijze afhangen van de stand van de economie sluit aan bij het idee dat deze baten meer samenhangen met de stand van de economie dan consumptie doet en dat dit een hogere bèta rechtvaardigt. Als er een (meer dan theoretische) mogelijkheid bestaat om het gebruik (van de geleverde dienst) te reguleren middels bijvoorbeeld prijsbeleid, dan zal de afhankelijkheid van de stand van de economie minder sterk zijn.

Het huidige advies bevat geen aanbeveling om een afwijkende bèta te hanteren voor baten die minder samenhangen met de stand van de economie dan consumptie doet. De reden hiervoor is een praktische: het uitwerken van een criterium dat

52 Hierover wordt vermeld (p. 57): "De werkgroep discontovoet heeft besloten geen onderscheid te maken tussen de discontovoet voor kosten en die voor baten. Het is echter de vraag of deze benadering voldoende recht doet aan de grote gevoeligheid van de netto-baten van projecten waarbij congestie vanwege capaciteitsknelpunten een rol spelen, hierbij gaat het vooral wegenprojecten. Daarom adviseert de werkgroep hier de komende jaren verder onderzoek naar te doen." Dat onderzoek heeft naar ons weten niet plaatsgevonden.

53 Aanpassing discontovoet onderwijs in maatschappelijke kostenbatenanalyses, 29 maart 2018, 2018-0000041690, brief van de minister van Financiën en de minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap.

54 De CPB-notitie Discontovoet onderwijs (gedateerd 17/11/2017; auteurs A. Houkes-Hommes en R. Aalbers) doet de aanbeveling om voor investeringen in onderwijs uit te gaan van een bèta van minimaal 1 en maximaal 1,5. Het maximum van 1,5 is gebaseerd op de bèta bij publieke fysieke investeringen.

55 Genoemde CPB-notitie stelt dat onderwijskosten voor een deel vast en verzonken kunnen zijn en dat er (onderwijs)baten kunnen zijn die minder samenhangen met de stand van de economie dan consumptie.



concreet genoeg is, werd binnen het bestek van de huidige werkgroep niet haalbaar geacht.

Hieronder volgen voorbeelden van specifieke kosten en baten die in aanmerking komen voor een discontovoet die afwijkt van de standaardwaarde. Deze voorbeelden zijn niet bedoeld als een volledige opsomming. In de toepassingspraktijk van MKBA zal per geval moeten worden bekeken of er kosten en/of baten zijn die in aanmerking komen voor een discontovoet die afwijkt van de standaardwaarde.

#### *Voorbeelden vaste, verzonken kosten*<sup>56</sup>

Bij vaste, verzonken kosten is de hoogte (grotendeels) onafhankelijk van het gebruik en kan de gedane investering in de praktijk (vrijwel) niet worden teruggedraaid of alternatief worden aangewend (al dan niet door verkoop). Het is moeilijk aan deze voorwaarden concrete getallen te verbinden als harde scheidslijn. Als kosten voor een substantieel deel afhangen van het gebruik, kan de standaarddiscontovoet worden toegepast. Als van alternatieve aanwending (bijvoorbeeld verkoop) substantiële baten zijn te verwachten, kan eveneens de standaarddiscontovoet worden gebruikt.

Investerings in publieke fysieke infrastructuur gaan vaak, maar niet altijd gepaard met vaste, verzonken kosten. Op het gebied van verkeer en vervoer (transportinfrastructuur) kan worden gedacht aan het aanleggen van wegen, vaarwegen, dijken, spoorinfrastructuur, havens en sluizen. In de energiesector kan worden gedacht aan de transport- en distributie-infrastructuur voor energie, en ook aan een deel van de productiefaciliteiten, namelijk die welke moeilijk verkoopbaar zijn zoals gascentrales en kernenergiecentrales.

Het gaat er bij de eventuele verkoopbaarheid en alternatieve benutting van investeringen om dat dit niet alleen een theoretisch idee is, maar in de praktijk ook echt zal kunnen plaatsvinden.

#### *Voorbeelden baten die sterk niet-lineair verlopen in benutting/economische groei*

Het belangrijkste voorbeeld hiervan zijn reistijd-baten en vervoertijd-baten (goederenvervoer) die ontstaan als een capaciteitsknelpunt wordt opgelost. Deze baten hangen af van de benutting die weer afhangt van de stand van de economie. De (sterke) niet-lineariteit ligt hem erin dat bij lage economische groei de baten zeer laag kunnen zijn omdat de gegenereerde extra capaciteit dan niet of nauwelijks wordt benut, terwijl bij hoge economische groei de baten juist onevenredig hoog kunnen uitvallen. Bij hogere economische groei neemt zonder oplossing van het knelpunt de kans op files toe, waardoor de baten van het oplossen van het knelpunt niet-lineair verlopen met de economische groei.

Reis- en vervoertijd-baten die ontstaan als een capaciteitsknelpunt wordt opgelost en die kunnen worden beïnvloed door een vorm van regulering zoals prijsbeleid vallen *niet* onder deze categorie. In dat geval kan middels regulering de sterke niet-lineariteit worden opgeheven, bijvoorbeeld door de prijs te verlagen kan de vraag worden gestimuleerd. Het gaat hierbij om regulering die in de praktijk ook daadwerkelijk zal worden toegepast en effectief is, dus bijvoorbeeld niet het tot nu

<sup>56</sup> De CPB-notitie over de discontovoet voor onderwijsinvesteringen beredeneert dat onderwijskosten voor een deel vast en verzonken kunnen zijn. Dit voldoet niet aan de hier geformuleerde criteria, waardoor voor deze kosten geen afwijkende discontovoet geldt.

toe theoretische concept van kilometerbeprijzing op de weg, of de beperkte mogelijkheid om middels prijsverlagingen het OV-gebruik te stimuleren.

Reistijdbaten van een verbeterde afhandeling van vliegverkeer bij luchthavens, van verbeterde afhandeling van vracht bij overslagpunten en van vrachtverkeer per spoor horen bijvoorbeeld niet tot deze categorie baten, als hier effectief prijsbeleid wordt toegepast of een andere vorm van 'toegangsregulering' plaatsvindt. Baten van verbeterde distributie-infrastructuur van energie vallen hier ook niet onder, omdat hier sprake is van beprijzing.

Bijlage 8 Discontovoet en scenario's in MKBA's (CPB en PBL)

## Discontovoet en scenario's in MKBA's: naar een werkbare oplossing

Notitie aan de werkgroep discontovoet

1 juli 2020

**Bert Hof (PBL)**  
**Gusta Renes (PBL)**  
**Gerbert Romijn (CPB)**

## Hoofdpunten

Het gebruik van scenario's impliceert ook het gebruik van een discontovoet die bij dat scenario hoort. Desalniettemin adviseren we om een over scenario's ongedifferentieerde discontovoet te hanteren. Weliswaar zijn er argumenten om te differentiëren, maar er is geen wetenschappelijke literatuur om daar een kwantitatieve inschatting van te maken. We adviseren wel om met een gevoeligheidsanalyse deze onzekerheid over de discontovoet in beeld te brengen.

**In de huidige Nederlandse MKBA-praktijk zijn de effecten van onzekerheid over toekomstige ontwikkelingen hanteerbaar gemaakt door deze toekomstige ontwikkelingen vast te leggen in verschillende scenario's.** Deze toekomstscenario's worden deterministisch toegepast om kosten en baten in MKBA's te kunnen berekenen. Deze praktijk heeft als voordeel dat de effecten van onzekerheid over toekomstige ontwikkelingen relatief eenvoudig en begrijpelijk zichtbaar wordt gemaakt.

1. **Als de welvaart verschilt tussen verschillende toekomstscenario's, houdt een hogere welvaart in de toekomst een hogere discontovoet nu in.** Dit komt doordat bij een hogere toekomstige welvaart de extra toekomstige baten van een investering minder worden gewaardeerd dan bij een lagere toekomstige welvaart. Naarmate de verwachte welvaartsstijging hoger is, is men dus minder bereid nu kosten te dragen voor een gegeven toekomstige opbrengst. Dat is ook de kern van de zogeheten Ramseyregel die zegt dat de discontovoet hoger is naarmate de verwachte toekomstige welvaartsstijging hoger is.
2. **In de huidige Nederlandse MKBA-praktijk varieert de discontovoet evenwel niet met het gehanteerde toekomstscenario.** Dit kan dus een in de Nederlandse MKBA praktijk ingebakken foutenbron zijn bij de bepaling van MKBA-saldi. Maar leidt het ook systematisch tot fouten ten aanzien van de beslisinformatie? Een te hoge discontovoet in een scenario met lagere welvaart (of een te lage discontovoet in een scenario met hogere welvaart) leidt in het algemeen tot te hoge contante waardes van kosten en baten in het hoge welvaartsscenario ten opzichte van het lage welvaartsscenario. Dit zorgt bijvoorbeeld voor risico's dat het teken van het saldo binnen een scenario niet goed is ingeschat, of dat een onzuivere vergelijking wordt gemaakt tussen beleidsmaatregelen of varianten. In verband met de vele combinaties van variabelen die hierbij een rol spelen (zoals omvang en timing van kosten en baten, afhankelijkheid van kosten en baten van scenario's en de welvaartsverschillen tussen scenario's) zijn deze risico's niet eenvoudig te voorspellen. Een kwantitatieve illustratie laat enerzijds zien dat deze risico's in de praktijk zouden kunnen uitmaken, anderzijds dat deze risico's ook niet altijd zullen optreden.
3. **Als er geen geschikte evidentie is welke invloed scenario's precies hebben op de discontovoet, lijkt een standaard per scenario gedifferentieerde discontovoet een stap te ver.** Om met behoud van de Nederlandse scenariopraktijk discontovoeten scenario-afhankelijk te maken is in ieder geval informatie vereist over de wijze waarop verschillende welvaartsniveaus kunnen worden vertaald (vanwege verschillen in de hoogte van het grensnut) naar verschillende hoogtes van de discontovoet. Dit gaat met praktische uitdagingen gepaard. Zo hoeft de welvaart in een hogegroei-scenario niet op alle aspecten hoger te liggen dan in een lagegroei-scenario. Hogere economische groei kan bijvoorbeeld gepaard gaan met een slechtere kwaliteit van de leefomgeving of meer ongelijkheid.
4. **Een alternatieve oplossing is om aan de geldende discontovoeten die niet scenario specifiek zijn gevoeligheidsanalyses toe te voegen.** In dat geval wordt de discontovoet onder het scenario met hogere welvaart in een gevoeligheidsanalyse opgehoogd en tegelijkertijd de discontovoet in het scenario met lagere welvaart in dezelfde mate verlaagd. Dit is in zekere zin een 'light'-variant van het hanteren van scenariospecifieke discontovoeten. Uitgaande van de huidige scenario's voor

- welvaart en leefomgeving (WLO, zie [www.wlo2015.nl](http://www.wlo2015.nl)) liggen de opslag op de discontovoet in het hoge scenario en de even grote afslag in het lage scenario in de bandbreedte van 0 tot 0,75%-punt.
5. **Als genoemde gevoeligheidsanalyse dezelfde tekens van de saldo's laten zien als bij de oorspronkelijke berekening, dezelfde beslisinformatie opleveren per beleidsmaatregel en bij vergelijking van beleidsmaatregelen of varianten dezelfde voorkeursvolgorde, dan is dat een aanwijzing dat de uitkomsten van de MKBA met één discontovoet robuust zijn voor eventuele correcties die samenhangen met verschillen in welvaartsniveaus.** Als saldo's, beslisinformatie of voorkeursvolgorde gaan veranderen, is evenwel een nadere analyse vereist naar wat dat betekent voor de interpretatie van de MKBA-resultaten (in relatie tot de welvaartsverschillen tussen de scenario's).

Dit zijn de bevindingen van de onderzoekers van PBL en CPB op basis van een nadere beschouwing van de literatuur en theoretische, empirische en praktische afwegingen die in de afgelopen jaren in discussie zijn geweest.<sup>57 58</sup>

## Leeswijzer

Paragraaf 1 licht de Nederlandse MKBA-praktijk van scenario-analyse toe. Hierbij is sprake van verschillende, deterministisch toegepaste toekomstscenario's met discontovoeten die niet expliciet afhangen van het gehanteerde toekomstscenario. Paragraaf 2 gaat in op de vraag waarom een discontovoet zou moeten afhangen van het gehanteerde toekomstscenario. Paragraaf 3 beredeneert welk risico er is op verkeerde beslisinformatie door discontovoeten toe te passen die geen rekening houden met verschillen in welvaart tussen toekomstscenario's. Paragraaf 4 geeft een oplossingsrichting hiervoor aan.

<sup>57</sup> Deze discussie is met name vormgegeven middels interne memo's van Free Huizinga en Carl Koopmans en heeft geprofiteerd van gesprekken met CPB- en PBL-collega's en externe experts.

<sup>58</sup> Deze notitie gaat in op de relatie tussen scenario's en de discontovoet en gaat niet specifiek in op de te hanteren relatieve prijzen.

# 1 De Nederlandse MKBA-praktijk

In de Nederlandse MKBA-praktijk worden kosten en baten berekend onder verschillende toekomstscenario's. Het idee hierachter is dat de toekomst onzeker is en dat toekomstige autonome ontwikkelingen de hoogte van kosten en baten van een beleidsmaatregel kunnen beïnvloeden. Deze ontwikkelingen kunnen betrekking hebben op de omvang van het probleem dat (of de kans die) wordt geadresseerd door de beleidsmaatregel (zoals de invloed van de groei van wegverkeer op de effectiviteit van infrastructurele maatregelen). Of op ontwikkelingen in relatieve (schaduw)prijzen en daardoor op de monetaire waardering van effecten (via veranderingen in de schaarsteverhoudingen).

Door verschillende toekomstscenario's op te stellen die in voldoende mate van elkaar verschillen, maar wel realistisch zijn, wordt het mogelijk om te laten zien in welke mate kosten en baten variëren met verschillende toekomstbeelden. Op die manier wordt niet alleen inzichtelijk gemaakt hoe groot de kosten en baten van een project of beleidsmaatregel zijn, maar ook hoe (on)zeker ze zijn.

Deze praktijk heeft als voordeel dat de effecten van onzekerheid over toekomstige ontwikkelingen relatief eenvoudig en begrijpelijk zichtbaar wordt gemaakt. Door de toepassing van scenario's kan ook expliciet rekening worden gehouden met niet-lineaire afhankelijkheden die bijvoorbeeld optreden bij verkeerscongestie, waar met een paar tienden van procenten extra verkeer, de files en bijbehorende reistijdverliezen met tientallen procenten kunnen oplopen. Of bij waterveiligheid, waar de gemiddeld benodigde dijkhoogte geen enkel inzicht biedt, behalve dat we dan de helft van de tijd met natte voeten zitten. Dit doet zich ook voor bij de druk op de kwaliteit van de leefomgeving, die in de scenario's expliciet wordt gemaakt door de verschillen tussen de scenario's in de toename van de schaduwkosten voor klimaat, schone lucht, bodem en water en, natuur en biodiversiteit.

Het uitgangspunt van scenario-analyses wordt de laatste 15 jaar gevormd door de zogeheten Welvaarts- en Leefomgevingsscenario's (WLO).<sup>59</sup> In de praktijk is het soms nodig deze WLO-scenario's aan te vullen met ontwikkelingen in autonome variabelen die voor de berekening van kosten en baten van belang zijn<sup>60</sup>. Deze autonome variabelen kunnen ook betrekking hebben op een beleidsmaatregel die geen onderdeel is van de in de MKBA bestudeerde beleidsmaatregel.<sup>61</sup>

In de huidige Nederlandse praktijk van scenario-analyses liggen de autonome ontwikkelingen per scenario vast. De verschillende toekomstscenario's worden feitelijk deterministisch toegepast om de kosten en baten te kunnen berekenen. De toegepaste discontovoet is daarbij niet scenario-afhankelijk.

<sup>59</sup> Zie <https://www.wlo2015.nl/>.

<sup>60</sup> Bijvoorbeeld het effect van de zelfdoevende sigaret in een MKBA van verplichte rookmelders.

<sup>61</sup> Bijvoorbeeld het al dan niet invoeren van rekeningrijden wanneer de aanleg van een nieuwe weg wordt overwogen, of het al dan niet 'sowieso' uitvoeren van infrastructurele maatregelen wanneer de organisatie van een sportevenement wordt overwogen.

## 2 Waaron de discountvoet zou moeten afhangen van het gehanteerde scenario

Kern van het probleem is dat de welvaart verschilt tussen scenario's. Een hogere welvaart in de toekomst betekent een hogere discountvoet nu, omdat bij een hogere welvaart de waardering voor baten in de toekomst lager is dan bij een lagere welvaart.<sup>62</sup> Eenvoudig gesteld: als je nu al weet dat je in de toekomst rijker zal worden, is een investering nu minder waard, omdat je minder waarde hecht aan de extra's die dit oplevert dan als je weet dat je in de toekomst niet rijker zal worden, of juist armer.

### Discountvoeten en de Ramseyregel

In de meest eenvoudige vorm van de 'Ramseyregel' volgt dit uit:  $d = \delta + \gamma g$ , waarbij  $d$  de discountvoet is,  $\delta$  de tijdvoorkeursvoet,  $\gamma$  de intertemporele substitutie-elasticiteit van consumptie (en de relatieve risico-afkeer) en  $g$  de verwachte groeivoet van consumptie. Merk hierbij op dat deze vorm andere invloeden op het 'nut' (de welvaart) dan via consumptie negeert en uitgaat van één 'consumptiebundel' (waar verschillende goederen en diensten in kunnen zitten, waaronder niet-marktdiensten als veiligheid, kwaliteit van de leefomgeving, natuur en biodiversiteit).

De Ramseyregel die rekening houdt met onzekerheid luidt:  $d = \delta + \gamma g - \frac{1}{2}(1+\gamma)\gamma\sigma^2$ , met  $\sigma^2$  de variantie van de groeivoet van de consumptie.

Als de samenhang tussen projectbaten en economische groei expliciet wordt meegenomen luidt de regel:  $d = \delta + \gamma g - \frac{1}{2}(1+\gamma)\gamma\sigma^2 + \beta\gamma\sigma^2$ , waarbij  $\beta$  de mate weergeeft waarin de verwachte projectbaten meebewegen met de consumptie. De laatste term wordt vanuit een project of andere beleidswijziging ook wel geïnterpreteerd als een 'risicopremie'. Bij een  $\beta$  van 1 beweegt het project op dezelfde manier mee met de stand van de economie als consumptie dat doet, wordt de standaard risicopremie gehanteerd en resulteert de in MKBA's toe te passen discountvoet.

### Relatie met Nederlandse MKBA-praktijk

Een scenario-afhankelijke discountvoet wordt niet gehanteerd in de Nederlandse MKBA-praktijk. Wel worden er gevoeligheidsanalyses gedaan voor de discountvoet, maar deze worden niet gedifferentieerd naar scenario.

Als de lijn zou worden gevolgd dat welvaartsverschillen leiden tot verschillende discountvoeten, zou voor elk scenario met een eigen discountvoet moeten worden gerekend, à la de Ramseyregel, gebaseerd op de verschillen in welvaart tussen de twee scenario's. Dit vereist in ieder geval informatie over de wijze waarop verschillende welvaartsniveaus kunnen worden vertaald (vanwege verschillen in de hoogte van het grensnut) naar verschillende hoogtes van de discountvoet. Hoewel de Ramseyregel in zijn eenvoudigste vorm hier wel wat over zegt, is de praktijk weerbarstiger dan de vereenvoudigende aannames over nutsfuncties, welvaartmaatstaven en welvaartsgroei, die eraan ten grondslag liggen. Zo hoeft de welvaart in een hogegroeienscenario niet op alle aspecten hoger te liggen dan in een lagegroeienscenario. Hogere economische groei kan bijvoorbeeld gepaard gaan met een slechtere kwaliteit van de leefomgeving of meer ongelijkheid. Ook hoeft de intertemporele voorkeur niet 1-op-1 gekoppeld te zijn aan de risicovoorkeur (als er al überhaupt van kan worden uitgegaan dat nutsfuncties in de tijd of tussen individuen scheidbaar zijn). Ten slotte is het de vraag of de welvaartsgroei kan

62 Dit komt door afnemend grensnut. Naarmate iemand al meer van iets heeft geeft een extra eenheid minder nut.

worden gemodelleerd als een eenvoudige normaal verdeelde toevalswandeling ('random walk') met trend maar zonder geheugen.

Met deze complicaties is er geen geschikt wetenschappelijk inzicht welke discontovoet bij een bepaald scenario hoort. Daarmee lijkt een standaard per scenario gedifferentieerde discontovoet een stap te ver.

### 3 Welke risico's zijn er op beslisfouten?

Deze paragraaf gaat ervan uit dat de Nederlandse praktijk van scenario-analyses blijft gehandhaafd. Scenario's worden deterministisch toegepast, met scenario-onafhankelijke discontovoeten. De fout die dan wordt gemaakt door toepassing van een scenario-onafhankelijke discontovoet hangt af van wat er 'eigenlijk' toegepast had moeten worden.

Stel dat alle relevante kosten en baten van een beleidsmaatregel kunnen worden ingeschat, dat er twee toekomstscenario's zijn opgesteld (H en L) die de autonome ontwikkelingen bevatten die van invloed zijn op de omvang van kosten en baten, en bovendien dat de welvaart op alle aspecten hoger ligt in scenario H ten opzichte van scenario L. Het doel van de twee toekomstscenario's is om te laten zien wat de hoogte van de kosten en baten is en hoe het saldo daarvan varieert tussen de twee toekomstbeelden H en L.

Vanwege afnemend grensnut zou de waardering van de euro's aan kosten en baten in termen van welvaart (nut) in scenario H minder hoog moeten zijn dan in scenario L. Dit wordt genegeerd als er één discontovoet wordt toegepast, die geen rekening houdt met verschillen in grensnut tussen de scenario's. Het effect hiervan op de omvang van het saldo is niet eenduidig, want dat hangt af van de timing en omvang van kosten en baten, van de verschillen tussen de twee scenario's en van de mate waarin kosten en baten variëren tussen de scenario's.

Wat wél duidelijk is, is dat de contante waardes van kosten en baten in het hoge welvaartsscenario worden 'overgewaardeerd' ten opzichte van de contante waardes in het lage welvaartsscenario. Dit geeft risico's op verkeerde beslisinformatie, die de vorm kan aannemen van:

- a) het omslaan van het teken van het saldo van een beleidsmaatregel in een scenario;
- b) vertekende omvang van saldi, wat vooral verkeerde beslisinformatie kan opleveren als tekens van saldi verschillen tussen scenario's;
- c) vertekende vergelijkingen tussen beleidsmaatregelen of varianten.



### **Overwaardering kosten en baten in hoge welvaartsscenario**

Stel dat de gehanteerde discontovoet dicht bij de waarde ligt die zou horen bij het lage welvaartsscenario. Dan worden de uitkomsten in dat scenario correct verdisconteerd (d.w.z. rekening houdend met het hogere grensnut bij lagere welvaart), maar ligt de 'fout' bij de te lage discontovoet in het hoge welvaartsscenario. Ligt de gehanteerde discontovoet dicht bij de waarde die zou horen bij het hoge welvaartsscenario, dan worden de uitkomsten in dat scenario correct verdisconteerd, maar ligt de 'fout' bij de te hoge discontovoet in het lage welvaartsscenario. Ligt de gehanteerde discontovoet in tussen de waarde die zou horen bij het lage en de waarde die zou horen bij het hoge welvaartsscenario, dan worden de uitkomsten in beide scenario's niet correct verdisconteerd. De discontovoet in H is te laag, die in L te hoog. Er is één overeenkomst tussen deze verschillende mogelijkheden: de kosten en baten in het hoge welvaartsscenario worden in termen van contante waardes 'overgewaardeerd' ten opzichte van de kosten en baten in het lage welvaartsscenario.

#### **ad a. Risico op verkeerd teken van het saldo**

Een risico is dat een te hoge of lage discontovoet ervoor zorgt dat het teken van het MKBA-saldo in een scenario verkeerd wordt weergegeven (ten opzichte van de situatie waarin de discontovoeten worden toegepast die bij de welvaartsniveaus in de verschillende scenario's passen). Zo zou een positief saldo in het hoge welvaartsscenario bij toepassing van een te lage discontovoet kunnen maskeren dat dit saldo bij een hogere discontovoet negatief zou zijn. Een negatief saldo in het lage welvaartsscenario zou bij toepassing van een te hoge discontovoet kunnen maskeren dat dit saldo bij een lagere discontovoet positief zou zijn.

De consequentie hiervan is dat de saldo's van de MKBA - als deze fout zich voordoet - niet de juiste beslisinformatie geven. Op basis van positieve (negatieve) saldo's in beide scenario's zou de conclusie bijvoorbeeld kunnen worden getrokken dat de maatregel de welvaart altijd (nooit) bevordert, terwijl één van deze saldo's misschien een ander teken zou moeten hebben. Of het teken van het saldo wisselt tussen de scenario's, terwijl één van die saldo's 'onterecht' positief of negatief is.

#### **ad. b Risico op vertekende informatie bij verschillende tekens van saldi tussen de scenario's**

Ook als een te hoge of lage discontovoet op zich niet zorgt voor een verkeerd teken van het MKBA-saldo in een scenario, treden er risico's op verkeerde beslisinformatie op. Dit is met name het geval als het teken verschilt tussen de scenario's (zie onderstaand tekstvak). In dat geval is de uitkomst van een MKBA niet eenduidig. Het risico bestaat dat in de beslissing om de beleidsmaatregel al dan niet door te voeren verkeerde beslisinformatie wordt aangeleverd doordat de contante waardes van kosten en baten in het hoge welvaartsscenario te hoog zijn ingeschat (vanwege een te lage discontovoet) ten opzichte van de contante waardes in het lage welvaartsscenario.

### Risico op vertekende informatie en de tekens van saldi bij de scenario's

Stel dat bij toepassing van twee toekomstscenario's in beide scenario's het saldo van baten minus kosten van een beleidsmaatregel positief is. De scenario-analyse geeft dan als informatie dat de MKBA een batig saldo geeft voor de beschouwde beleidsmaatregel onder de verschillende toekomstbeelden. Dat het positieve saldo in scenario H met een hogere discontovoet anders van omvang zou zijn, of het positieve saldo in scenario L met een lagere discontovoet anders van omvang zou zijn, heeft dan geen grote consequenties. Eenzelfde redenering geldt als beide scenario's een negatief saldo van baten minus kosten kennen.

Blijft over de situaties dat de saldo's van teken wisselen tussen de scenario's. In het geval van een positief saldo onder scenario H en een negatief saldo onder scenario L geeft de scenario-analyse als informatie dat bij hoge welvaart de beleidsmaatregel 'uit kan', maar bij lage welvaart niet. De kosten en baten in scenario H zouden vanwege het afnemende grensnut evenwel een hogere discontovoet moeten hebben, of de kosten en baten in scenario L een lagere discontovoet. De omvang van het positieve saldo in scenario H of het negatieve saldo in scenario L zou dan anders uitvallen. In het geval van een negatief saldo onder scenario H en een positief saldo onder scenario L geeft de scenario-analyse als informatie dat bij lage welvaart de beleidsmaatregel 'uit kan', maar bij hoge welvaart niet. Denk aan arbeidsmarktbeleid dat bij lagere welvaart (meer werkloosheid) meer effect zal sorteren. De kosten en baten in scenario H zouden vanwege het afnemende grensnut evenwel een hogere discontovoet moeten hebben, of de kosten en baten in scenario L een lagere discontovoet. De omvang van het negatieve saldo in scenario H of het positieve saldo in scenario L zou dan anders uitvallen.

### ad. c Risico op vertekende informatie bij vergelijking van maatregelen of varianten

Bij de vergelijking van beleidsmaatregelen of varianten kunnen bovengenoemde risico's op fouten ook een rol spelen. Denk aan een saldo van een variant dat door toepassing van een te hoge of lage discontovoet van teken verandert. Of denk aan het vergelijken van twee beleidsmaatregelen, waarbij de ene beleidsmaatregel een negatief saldo heeft in scenario H en een positief saldo in scenario L, en de andere beleidsmaatregel een positief saldo heeft in scenario H en een negatief saldo in scenario L. Gemiddeld genomen zouden deze beleidsmaatregelen indien met één discontovoet wordt gewerkt gelijkwaardig kunnen zijn, terwijl dat resultaat is verkregen met te laag verdisconteerde kosten en baten in scenario H of te hoog verdisconteerde kosten en baten in scenario L.

Zelfs als de tekens van saldo's tussen scenario's hetzelfde zijn en niet zouden omslaan met de 'correcte' discontovoet, zou een vergelijking tussen twee beleidsmaatregelen ten onrechte tot de keuze voor de ene beleidsmaatregel kunnen leiden. Zie het voorbeeld in Tabel 3.1. Met de toegepaste discontovoet (eerste rij) zijn beleidsmaatregelen A en B gemiddeld genomen identiek, maar met toepassing van scenariospecifieke discontovoeten kan beleidsmaatregel A de voorkeur krijgen.

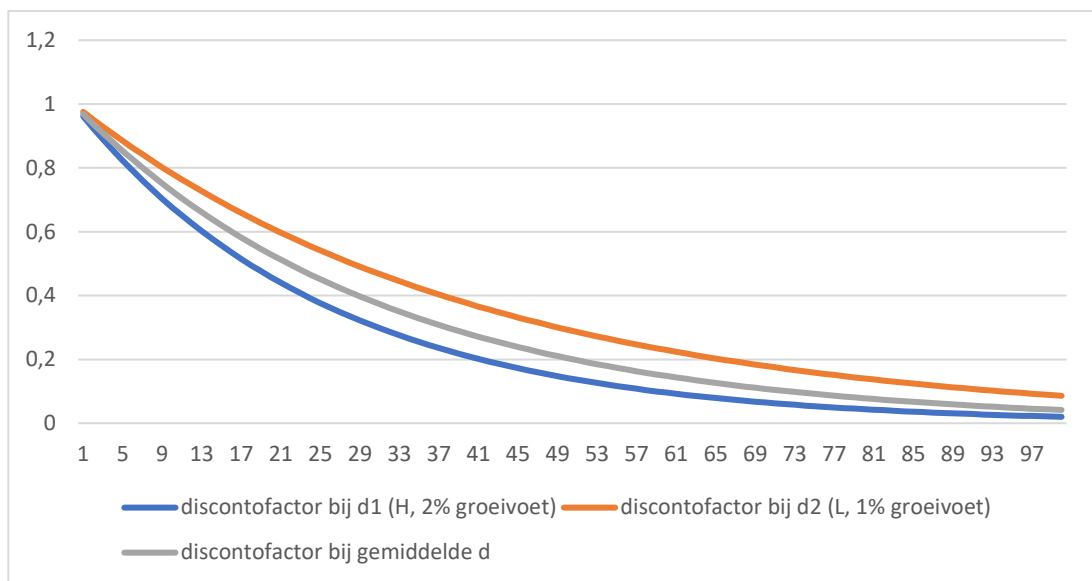
Tabel 3.1 Fictieve illustratie van risico op vertekende informatie bij vergelijking van maatregelen

	Beleidsmaatregel A		Beleidsmaatregel B		B -/- A	
	Scenario H	Scenario L	Scenario H	Scenario L	Scenario H	Scenario L
Saldo's berekend met discontovoet die hoort bij H	100	100	140	60	40	-40
Saldo's berekend met discontovoet die hoort bij H resp. L.	100	175	140	151	40	-24

### Hoe groot is de kans dat beslisfouten optreden?

Of bovenstaande beslisfouten daadwerkelijk zouden kunnen optreden, kan worden geïllustreerd met enkele berekeningen. We gaan uit van de Ramseyregel met onzekere consumptiegroei en samenhang tussen projectbaten en economische groei en veronderstellen dat alleen de groeivoet verschilt tussen twee scenario's. Als we uitgaan van 2% groei in het hoge groeiscenario H en 1% in het lage groeiscenario L (comform WLO 2015) en voor de overige parameters gemiddelde waarden invullen uit het werkgroepadvies uit 2015, resulteert een discontovoet in scenario H van 4,0% (d1) en in scenario L van 2,5% (d2).<sup>63</sup> Figuur 3.1 geeft de resulterende discontofactoren per jaar aan.<sup>64</sup>

Figuur 3.1 Verloop discontofactoren bij groeivoeten van 1% en 2%



De grijze lijn in de figuur geeft aan wat de discontofactor is bij een gemiddelde discontovoet (in dit geval 3,2%)– zeg de huidige wijze van verdisconteren. De blauwe en oranje lijnen geven aan wat de discontofactor zou zijn geweest als bovenstaande scenariospecifieke discontovoeten zouden zijn gehanteerd. Ter verdere vergelijking: 1 miljoen euro die elk jaar terugkeert levert volgens de *gemiddelde* discontovoet over de hele periode van 100 jaar verdisconteerd 29,6 miljoen euro op; bij de

63 We maken gebruik van de Ramseyregel  $d = \delta + \gamma g - \frac{1}{2}(1+\gamma)\gamma\sigma^2 + \beta\gamma\sigma^2$ . De gekozen parameterwaarden zijn  $\delta=0,01$ ,  $\gamma=1,5$ ,  $\sigma^2=0,0004$ ,  $\beta=1$ .

64 Zie de Bijlage A voor een soortgelijke analyse op de mogelijke invloed van dalende discontovoeten in de tijd.

*scenariospecifieke* discontovoeten is dit 24,6 (H) en 36,8 (L) miljoen euro. Dit is voldoende verschil om tot beslisfouten te kunnen leiden.

Bij grotere groeiverschillen wordt dit effect logischerwijze ook groter. Bij 0 procent groei in L en 5 procent in H levert 1 miljoen euro die elk jaar terugkeert volgens de gemiddelde discontovoet over de hele periode van 100 jaar verdisconteerd 20,9 miljoen euro op; bij de scenariospecifieke discontovoeten is dit 11,8 (H) en 63,4 miljoen (L).

Als weer als groeivoeten 1% en 2% worden gekozen, maar de bovengrens van de intertemporele substitutie-elasticiteit wordt gekozen uit het werkgroepadvies uit 2015 (2), levert 1 miljoen euro die elk jaar terugkeert volgens de gemiddelde discontovoet over de hele periode van 100 jaar verdisconteerd 24,7 miljoen euro op; bij de scenariospecifieke discontovoeten is dit 20,0 (H) en 32,0 miljoen (L).

#### *Samenvatting*

Het toepassen van één discontovoet die geen rekening houdt met verschillen in grensnut tussen toekomstscenario's zorgt voor een 'overwaardering' van contante waardes van kosten en baten in het hoge welvaartsscenario ten opzichte van de contante waardes in het lage welvaartsscenario. Dit geeft risico's op verkeerde beslisinformatie:

- het teken van een MKBA-saldo in een scenario kan verkeerd worden weergegeven;
- ook als tekens van saldo's correct zijn, kan er sprake zijn van vertekende beslisinformatie, wat met name speelt als het teken van het saldo verschilt tussen de scenario's;
- de vergelijking tussen beleidsmaatregelen of varianten zou onzuiver kunnen worden, zelfs als de tekens van saldo's correct zijn en hetzelfde tussen de scenario's.

Of deze risico's optreden is aan de ene kant afhankelijk van de omvang en timing van kosten en baten en de variatie in kosten en baten tussen scenario's, en aan de andere kant van de parameterwaarden die een rol spelen bij de vaststelling van de discontovoet, zoals de verschillen in welvaart of groeivoet tussen de scenario's en de hoogte van de intertemporele substitutie-elasticiteit. Illustratieve berekeningen laten zien dat bij parameterwaarden zoals toegepast in het werkgroepadvies uit 2015 inderdaad verschillen in uitkomsten resulteren die tot verkeerde beslisinformatie zouden kunnen leiden.

## 4 Oplossingsrichting

Paragraaf 3.1 illustreert dat als de bestaande praktijk van deterministisch toegepaste scenario's wordt voortgezet zonder scenariospecifieke discontovoeten, risico's op vertekende beslisinformatie bestaan. Eén oplossingsrichting is om scenario-afhankelijke discontovoeten te introduceren (zie paragraaf 2). Dit zou informatie vereisen over de wijze waarop verschillende welvaartsniveaus kunnen worden vertaald (vanwege verschillen in de hoogte van het grensnut) naar verschillende hoogtes van de discontovoet. Ook dient dan te worden bedacht hoe om te gaan met enkele praktische beperkingen, met name dat de welvaart in scenario 1 niet op alle aspecten hoger hoeft te liggen dan in scenario 2 (zoals genoemd in paragraaf 2).

Een alternatieve oplossingsrichting is het verplicht uitvoeren van specifieke gevoeligheidsanalyses op de discontovoet. Een manier om dit vorm te geven is om in beginsel de geldende discontovoeten toe te passen (die niet scenariospecifiek zijn) en als gevoeligheidsanalyse een opslag toe te voegen onder het scenario met hogere welvaart en een afslag van dezelfde omvang onder het scenario met lagere welvaart. Deze opslag-afslag ligt – bij de huidige WLO-scenario's – in de bandbreedte 0 tot 0,75%-punt.

Bijlage B geeft aan waar deze bandbreedte op gebaseerd is. Per scenario wordt elk MKBA-saldo dus eenmaal herberekend, met toepassing van een scenariospecifieke discontovoet.<sup>65</sup>

Als gevoeligheidsanalyses dezelfde tekens van de saldo's laten zien als bij de oorspronkelijke berekening, dezelfde beslisinformatie opleveren per beleidsmaatregel en bij vergelijking van beleidsmaatregelen of varianten dezelfde voorkeursvolgorde, dan is dat een aanwijzing dat de uitkomsten van de MKBA met één discontovoet robuust zijn voor eventuele correcties die samenhangen met verschillen in welvaartsniveaus. Als tekens van saldo's, beslisinformatie of voorkeursvolgorde gaan veranderen, is een nadere analyse vereist op wat dat betekent voor de interpretatie van de MKBA-resultaten (in relatie tot de welvaartsverschillen tussen de scenario's).

### Mogelijke invulling nadere analyse

Zo'n nadere analyse zou in een aantal stappen kunnen plaatsvinden:

- Waarom leidt de gevoeligheidsanalyse tot andere tekens van saldo's, beslisinformatie of voorkeursvolgorde?
  - Wat is de invloed van de omvang en timing van kosten en baten?
  - Wat is de invloed van de afhankelijkheid van de omvang van kosten en baten van het toekomstscenario (variatie tussen scenario's)?
- Hoe groot is het verschil in welvaart tussen de gehanteerde scenario's? Is dit eenduidig of scoort het ene scenario bijvoorbeeld beter op aspect A en slechter op aspect B in vergelijking met het andere scenario?
- Geeft de gevoeligheidsanalyse al met al aan dat rekening houden met welvaartsverschillen betekent dat de conclusies van de MKBA veranderen, of spelen er andere mechanismes?

## Literatuur

Arrow, K.J., M.L. Cropper, C. Gollier, B. Groom, G. Heal, R.G. Newell, W.D. Nordhaus, R.S. Pindyck, W.A. Pizer, P.R. Portney, T. Sterner, R.S.J. Tol en M.L. Weitzman (2014). Should governments use a declining discount rate in project analysis? *Review of Environmental Economics and Policy* **8**: 145–63.

Van Bavel, B.J.P., Rijkman, A., Hardeman, S.(2019). Economisch Statistische Berichten, volume 104, issue 4772s, pp. 22 - 25

Drupp, M.A., M.C. Freeman, B. Groom en F. Nesje (2018). Discounting disentangled. *American Economic Journal: Economic Policy* **10**: 109-134.

Freeman, M., B. Groom en M. Spackman (2018). Social Discount Rates for Cost-Benefit Analysis : A Report for HM Treasury.

Gollier, C. (2008). Discounting with fat-tailed economic growth. *Journal of Risk and Uncertainty* **37**: 171-186.

<sup>65</sup> Deze gevoeligheidsanalyse is het meest betekenisvol als de geldende discontovoet niet specifiek past bij een scenario met hoge welvaart of juist lage welvaart, maar daar tussenin ligt.

Gollier, C. en J.K. Hammit (2014). The Long-Run Discount Rate Controversy, *Annual Review of Resource Economics*, Vol. 6:273-295.

Gollier, C. (2014). Discounting and Growth, *American Economic Review*, Vol. 104:5, pp. 534-37

Werkgroep Discontovoet (2015). Rapport Werkgroep Discontovoet.

Ruijs, A. en G. Renes (2018). De discontovoet voor natuur, de relatieve prijsstijging voor ecosysteemdiensten, PBL policy brief

SCP (2019). Sociale staat van Nederland 2019.

Weitzman, M.L. (1998). Why the Far-Distant Future Should Be Discounted at Its Lowest Possible Rate, *Journal of Environment Economics and Management* 36, 201-208

De Zeeuw, A., R. in 't Veld, D. van Soest, L. Meuleman en P. Hoogewoning (2008). Social Cost-Benefit Analysis of Environmental Policy Making, RMNO Background Study V.14.

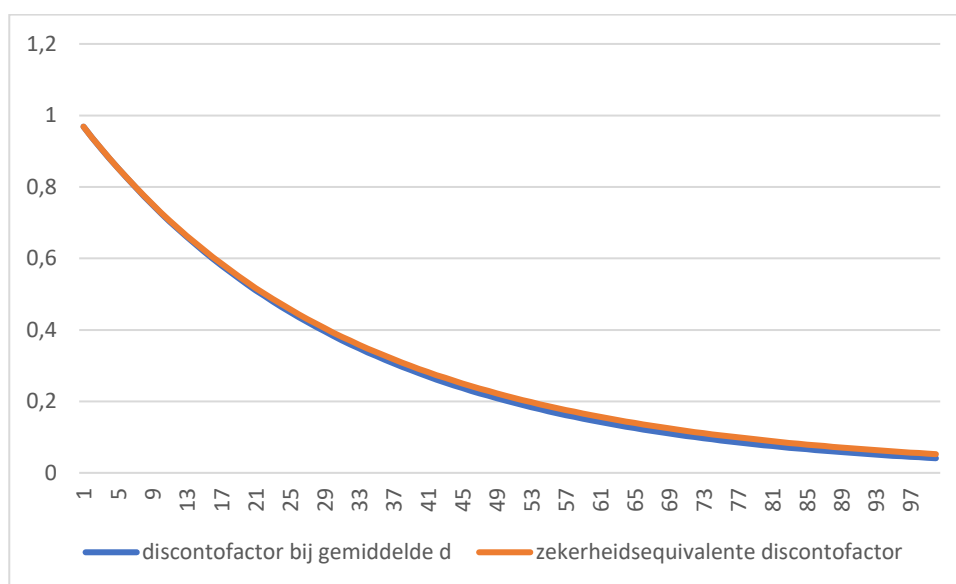
Zhu, X., S. Smulders en A. de Zeeuw (2019). Discounting in the presence of scarce ecosystem services, *Journal of Environmental Economics and Management*, Volume 98.

## Bijlage A – Dalende discontovoet op lange termijn?

In de literatuur worden verschillende redenen gegeven waarom de discontovoet dalend in de tijd zou kunnen zijn. Weitzman (1998) gaat bijvoorbeeld uit van inherente onzekerheid over toekomstige discontovoeten. Onzekere economische ontwikkelingen (verschillende scenario's) leiden tot onzekerheid in discontovoeten. Weitzman laat zien dat de toe te passen discontovoet wordt gegeven door een gewogen gemiddelde van de bij elk scenario behorende discontovoet. Weitzman laat tevens zien dat de toe te passen discontovoet (de zekerheidsequivalente discontovoet) op de zeer lange termijn tendert naar de discontovoet die bij het laagste welvaarts scenario hoort.

Deze en andere interpretaties van discontovoeten en scenario's zijn in Nederland niet gebruikelijk.<sup>66</sup> Nagegaan is wat de invloed zou zijn van dalende discontovoeten bij parameterwaarden die tot nu toe gebruikelijk zijn in de Nederlandse praktijk. Daartoe is (geïnspireerd op De Zeeuw e.a., 2008) een vergelijking gemaakt van de ontwikkeling van de discontofactor bij een vaste discontovoet in de tijd ( $d$ : de gemiddelde discontovoet van het hoge en lage groeiscenario) met de ontwikkeling van de zekerheidsequivalente discontofactor, gebaseerd op de zekerheidsequivalente discontovoet.<sup>67</sup> Zie Figuur A.1.

Figuur A.1 Verloop discontofactoren bij groeivoeten van 1% en 2%



Bij toepassing van parameters in de orde van grootte zoals in het werkgroepadvies uit 2015 blijken de discontofactoren over de eerste 100 jaar nauwelijks van elkaar af te wijken.<sup>68</sup> Zolang de discontovoet op basis van deze orde van grootte van parameters wordt vastgesteld, waarbij groeiverschillen niet veel

66 Zie Gollier (2008), Gollier & Hammit (2014), Arrow et al. (2014) en Zhu, Smulders & de Zeeuw (2019).

67 De toegepaste formule voor de discontovoet is  $d = \delta + \gamma g - \frac{1}{2}(1+\gamma)\gamma\sigma^2 + \beta\gamma\sigma^2$ . Voor de *vaste gemiddelde discontovoet* zijn  $d_1$  en  $d_2$  uitgerekend, gebaseerd op  $g_1$  en  $g_2$ . Hiervan is het ongewogen gemiddelde genomen en hieruit volgt de ontwikkeling van de discontofactor bij een vaste discontovoet in de tijd. De ontwikkeling van de *zekerheidsequivalente discontofactor* is als volgt berekend. Elk scenario heeft een specifieke discontovoet (wederom  $d_1$  resp.  $d_2$ , gebaseerd dus op  $g_1$  en  $g_2$ ) en uit die discontovoet volgt per jaar een scenariospecifieke discontofactor. Van deze scenariospecifieke discontofactoren is elk jaar het (ongewogen) gemiddelde genomen (een kans van 0,5 op elk scenario).

68 De gekozen parameterwaarden zijn  $\delta=0,01$ ,  $\gamma=1,5$ ,  $\sigma^2=0,0004$ ,  $\beta=1$ .

groter worden dan 1 procentpunt per jaar, hoeft vanuit praktisch oogpunt het toepassen van een dalende discontovoet niet te worden overwogen.

Bovenstaande conclusie kan mogelijk worden herzien bij andere parameterwaarden en vooral bij grotere groeiverschillen tussen scenario's (bijvoorbeeld 0 procent versus 5 procent). Daarnaast zou nader kunnen worden onderzocht of de verschillende veronderstellingen die tot dalende discontovoeten leiden zoals gehanteerd in de literatuur aanleiding geven om anders om te gaan met de vaststelling van de discontovoet.<sup>69</sup>

## Bijlage B - Scenario-gedifferentieerde gevoeligheidsanalyse voor de discontovoet

Om te bepalen welke percentages moeten worden gehanteerd voor de scenario-gedifferentieerde gevoeligheidsanalyse is gebruik gemaakt van de volgende bouwstenen:

1. De Ramseyregel op basis van een CRRA-nutsfunctie en met een gamma van 1,5. Dit getal is gebaseerd op een advies aan het Britse ministerie van Financiën door Freeman, Groom, Spackman ("FGS", 2018).

Methodology	$\eta$	Standard error
Equal sacrifice (Weighted)	1.515	0.047
Equal sacrifice (Historical)	1.573	0.481
Euler equation	1.584	0.205
Additive preferences (Rotterdam)	3.566	2.188
Additive preferences (CEM)	2.011	1.337
Subjective wellbeing	1.320	0.168
Pooled estimate	1.507	

Source: Groom and Maddison (2018)

In hetzelfde advies haalt FGS een studie van Drupp et al (2018) aan. Drupp et al (2018) onderzoekt de meningen over kernparameters die bepalend zijn voor de discontovoet en komt met deze methode op een iets lagere schatting voor gamma (hier eta) van 1,35. FGS concludeert dat "*empirical estimates [...] tend to range between 0,5 and 2*". Deze notitie maakt verder gebruik van een gamma van 1,5. Dit komt overigens overeen met de gemiddelde waarde van gamma zoals gehanteerd in het werkgroeprapport 2015.

<sup>69</sup> Hierbij kan er bijvoorbeeld een relatie zijn tussen welvaartsontwikkelingen enerzijds en ontwikkelingen in relatieve prijzen in verband met verschillen in schaarsteontwikkelingen anderzijds.



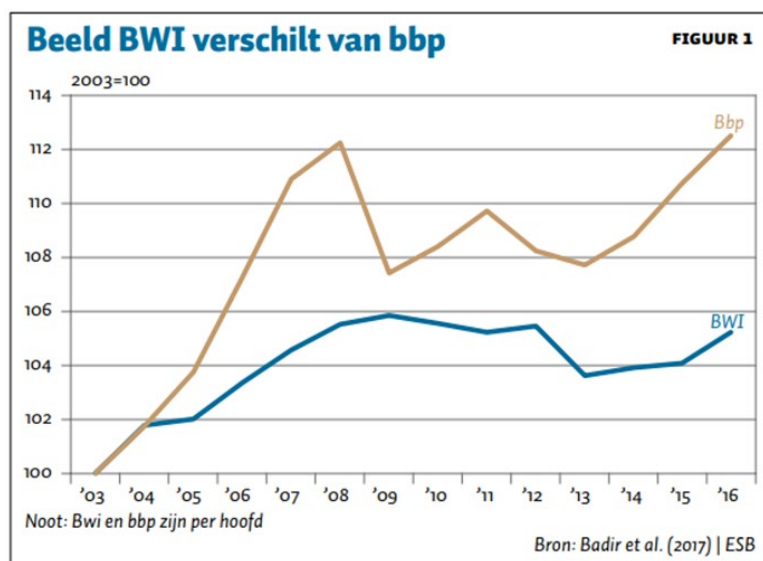
Variable	Mean	StdDev	Median	Mode	Min	Max	N
Real growth rate per capita (g)	1.70	0.91	1.60	2.00	-2.00	5.00	181
Rate of societal pure time preference ( $\delta$ )	1.10	1.47	0.50	0.00	0.00	8.00	180
Elasticity of marginal utility of consumption ( $\eta$ )	1.35	0.85	1.00	1.00	0.00	5.00	173
Real risk free interest rate (r)	2.38	1.32	2.00	2.00	0.00	6.00	176
Social Discount Rate (SDR)	2.27	1.62	2.00	2.00	0.00	10.00	181
SDR lower bound	1.12	1.37	1.00	0.00	-3.00	8.00	182
SDR upper bound	4.14	2.80	3.50	3.00	0.00	20.00	183
Social Rate of Time Preference (STP)	3.48	3.52	3.00	4.00	-2.00	26.00	172
Number of responses							197

The STP is imputed from the individual determinants: the rate of societal pure time preference, and an interaction term of the real growth rate of per-capita consumption and the elasticity of marginal utility of consumption.

**Table 2: Drupp et al. (2018) Survey Results for intergenerational discounting**

2. Als alleen de economische groei de welvaarts groei bepaalt, groeit deze met 1% (laag) of 2% (hoog) conform de WLO-scenario's uit 2015. Dan is het verschil in discontovoet tussen beide scenario's 1,5%-punt (volgens de laatstgenoemde versie van de Ramseyregel in de tekstbox over "Discontovoeten en de Ramseyregel", namelijk:  $d = \delta + \gamma g - \frac{1}{2}(1+\gamma)\gamma\sigma^2 + \beta\gamma\sigma^2$ , en met dezelfde parameters als in paragraaf 3) en is de gevoeligheidsanalyse +/- **0,75%-punt** (hoger in hoog en lager in laag).
3. Welvaarts groei omvat meer dan alleen economische groei.
  - a. Het bevat bijvoorbeeld ook natuur en het onderzoek van Ruijs en Renes (2018) laat zien dat deze veel minder groeit dan het bbp/consumptie: vandaar dat de relatieve waarde van niet-vertaalgbare natuur stijgt in de tijd.
  - b. SCP (2019, p. 363) betoogt dat "*despite the economic revival, the general objective quality of life of the Dutch is not increasing according to the Life Situation Index*".
  - c. Universiteit Utrecht en Rabobank ontwikkelden de brede welvaartsindicator (BWI). Figuur B.1 (Van Bavel, Hardeman en Rijpm, 2019, ESB) suggereert dat de BWI zich anders ontwikkelt dan het bbp en in ieder geval beduidend minder snel groeit.

**Figuur B.2 Ontwikkeling BWI (brede welvaartsindicator) en bbp**



4. Dit zijn drie aanwijzingen dat de brede welvaarts groei minder snel gaat dan de economische groei. De groei van de brede welvaart lijkt zich te bewegen tussen nul en de bbp-groei. Dat betekent dat voor de gevoeligheidsanalyse de discontovoet tussen 0,00%-punt en 0,75%-punt hoger ligt in hoog en lager in laag. Een onderbouwing voor een preciezere schatting is momenteel echter niet beschikbaar.

Bovenstaande geeft een bandbreedte voor de scenariospecifieke gevoeligheidsanalyses op de discontovoet. Hierbij tekenen we aan:

- Dit moet worden gezien als een eerste poging om dit type gevoeligheidsanalyse in de praktijk uit te gaan proberen in de komende jaren. Het is aan te bevelen om bijvoorbeeld bij de volgende werkgroep discontovoet te evalueren hoe deze praktijk heeft gefunctioneerd en welke inzichten dit heeft opgeleverd.
- De relatie tussen brede welvaarts groei en economische groei zou nader onderzocht kunnen worden. Datzelfde geldt voor de toepassing van de Ramseyregel, de nutsfunctie en hun parameters.
- Ten slotte geldt deze gevoeligheidsanalyse bij de huidige WLO-scenario's. Als er in de toekomst nieuwe scenario's worden ontwikkeld, zouden deze percentages opnieuw vastgesteld moeten worden.

## Bijlage 9 CO<sub>2</sub>-prijzen

*Auteurs: Gusta Renes (PBL) en Gerbert Romijn (CPB)*

Deze bijlage beschrijft in het kort hoe de CO<sub>2</sub>-prijzen zijn afgeleid en gaat daarna in op de verschillende redenen waarom de CO<sub>2</sub>-prijzen aangepast zouden moeten/kunnen worden. Dat betreft (i) een herziening van de (Europese) discontovoet, (ii) veranderde kostenontwikkeling van CO<sub>2</sub>-besparende energie technologieën (zoals zonne-energie en windenergie), (iii) tegenvallende CO<sub>2</sub>-uitstootreductie in de afgelopen jaren, en (iv) nieuwe inzichten ten aanzien van Europese en wereldwijde klimaatambities. Redenen (ii)-(iv) krijgen een plaats in nieuwe WLO klimaat scenario's. Een nieuwe WLO wordt in 2021 gestart. Een aanpassing nu alleen op basis van de verandering van de discontovoet (als de werkgroep daartoe besluit) vergt een substantiële inspanning terwijl de snelle opeenvolging van nieuwe CO<sub>2</sub>-prijzen wellicht ook tot verwarring bij de toepassing leidt. Een dergelijke tussentijdse partiële aanpassing achten we daarom weinig zinvol.

### *De afleiding van de CO<sub>2</sub>-prijzen in het kort*

In de WLO scenario's wordt rekening gehouden met de resultaten van het klimaatbeleid in het buitenland. In het scenario LAAG wordt uitgegaan van een lagere emissiereductie (30% in 2030 en 45% in 2050) dan in het scenario HOOG (40% in 2030 en 65% in 2050). Dit reflecteert de mate waarin (globale) samenwerking in meer of mindere mate tot emissiereductie leidt. Voor de klimaatscenario's is gerekend met het model MERGE (Aalbers et al. 2015). In een MKBA worden de baten en kosten voor beide scenario's berekend. Daarnaast wordt een onzekerheidsverkenning voorgeschreven voor het tweegradenscenario (CPB en PBL 2015b).

In de notitie *WLO-scenario's en de waardering van CO<sub>2</sub>-uitstoot in MKBA's* (CPB en PBL 2016) wordt aanbevolen om bij de waardering van veranderingen in CO<sub>2</sub>-uitstoot in MKBA's gebruik te maken van de zogenaamde efficiënte prijzen. Het efficiënte prijspad tussen nu en 2050 geeft de CO<sub>2</sub>-prijzen weer die nodig zijn om de cumulatieve CO<sub>2</sub>-reductie in een scenario tegen de laagst mogelijke kosten te realiseren.

In het geval dat de hele economie onder een koolstofbelasting of een emissiehandelssysteem valt is de efficiënte prijs gelijk aan de ETS-prijs. In scenario HOOG is dat in 2050 het geval en in scenario LAAG iets na 2050. De efficiënte prijs voor de periode tot 2050 is dan te bepalen door gebruik te maken van de regel van Hotelling.<sup>70</sup> In de tabel staan de aldus afgeleide CO<sub>2</sub>-prijzen.<sup>71</sup>

<sup>70</sup> De regel van Hotelling zegt dat in een optimale situatie de groeivoet van de prijs van een niet-hernieuwbare bron gelijk is aan de discontovoet.

<sup>71</sup> Let op dat de CO<sub>2</sub>-prijzen geen effecten op de luchtkwaliteit omvatten.

Tabel 1. Efficiënte prijs van een ton CO<sub>2</sub> (in euro per ton) in de twee WLO-scenario's en de tweegradenonzekerheidsverkenning

Scenario:		2030	2050
LAAG		20	40
HOOG		80	160
2 GRADEN	ondergrens	100	200
	bovengrens	500	1000

#### *Redenen voor aanpassing van de CO<sub>2</sub>-prijzen*

Redenen om de CO<sub>2</sub>-prijzen aan te passen kunnen liggen in een veranderde waarde van de (Europese) discontovoet en in overige ontwikkelingen die invloed hebben op de meest efficiënte manier om CO<sub>2</sub>-uitstoot te reduceren.

#### Via de discontovoet

De in de afleiding van de CO<sub>2</sub>-prijzen gebruikte discontovoet is gebaseerd op de Europese economie; deze is iets hoger ten opzichte van die in Nederland in verband met hogere economische groei in met name Oost Europa. Als in Nederland gekozen wordt voor een aanpassing van de discontovoet, kan er aanleiding zijn om ook afleiding van de CO<sub>2</sub>-prijzen aan te passen aan een nieuwe waarde van de voor Europa geldende discontovoet.

Daarbij kunnen we niet uitgaan van de CO<sub>2</sub>-prijs uit 2050 uit de WLO 2015 scenario's om met de nieuwe discontovoet de waarden voor het tijdspad tot 2030 en 2050 te berekenen. De CO<sub>2</sub>-prijzen moeten er namelijk voor zorgen dat het CO<sub>2</sub>-uitstootbudget niet wordt overschreden. Bij een lagere discontovoet stijgt de CO<sub>2</sub>-prijs minder snel. In theorie kan de nieuwe CO<sub>2</sub>-prijs in 2020 afgeleid worden; die zal hoger zijn dan op basis van de WLO 2015. In 2100 zal de resulterende prijs lager zijn dan in de WLO 2015. Ergens in de tussenliggende periode is het nieuwe prijsniveau gelijk aan het oude. De totale reductie blijft gelijk binnen een WLO-scenario, maar het tempo (de verdeling van de reductie over de tijd) gaat verschuiven. Triviaal is deze aanpassing niet; er zijn nieuwe runs met het klimaatmodel MERGE nodig met de nieuwe discontovoet.

#### Overige ontwikkelingen

Tegelijkertijd zijn er sinds 2015 ontwikkelingen geweest (anders dan via de hoogte van de discontovoet) die van invloed zijn op de CO<sub>2</sub>-prijzen. We wijzen op het lagere dan verwachte tempo in de emissiereductie tot nu toe. Dat zou om een hoger prijsniveau over het hele pad vragen. Maar er kunnen ook veranderingen zijn in de kosten van technieken. Ook veranderingen in aanpalende beleidsdomeinen hebben invloed: de huidige CO<sub>2</sub>-prijzen zijn bijvoorbeeld niet gecorrigeerd voor een stringenter luchtkwaliteitsbeleid. En er wordt bijvoorbeeld in Europa nieuw beleid gestart.

Deze elementen moeten allemaal verwerkt worden in nieuwe WLO klimaatscenario's. Deze kunnen ook nog om andere redenen anders van aard zijn dan de WLO klimaatscenario's uit 2015, bijvoorbeeld een bijstelling van wat realistische haalbaar is. In 2021 start het werk aan nieuwe WLO scenario's, inclusief klimaatscenario's.

#### *Nu geen aanpassing van de CO<sub>2</sub>-prijzen*

Nieuwe CO<sub>2</sub>-prijzen zullen al met al bepaald moeten worden op basis van een aangepaste Europese discontovoet en op basis van nieuwe klimaatscenario's. In het

kader van de aanpassing van de WLO (in 2021) is een volledige doorrekening van de klimaatscenario's op zijn plaats. Daarbij kan rekening gehouden worden met zowel een verandering in discontovoet als met overige veranderingen in de economie. Deze doorrekening zal plaatsvinden in samenhang met doorrekeningen voor andere sectoren, zoals macro-economie en demografie, mobiliteit, regionale ontwikkeling en verstedelijking en landbouw. Ook de effecten van ontwikkelingen in het buitenland kunnen dan meegenomen worden alsook additioneel flankerend beleid voor bijvoorbeeld luchtkwaliteit.

De IPCC publiceerde in 2014 een overzichtsstudie van de wetenschappelijke kennis op het gebied van klimaatverandering (IPCC 2014). De studie presenteert onder andere de CO<sub>2</sub>-prijzen bij verschillende klimaat- en economische scenario's. Hieruit resulteert een bandbreedte. Het blijkt dat de CO<sub>2</sub>-prijzen uit de tabel (uit het model MERGE) aan de bovenkant van de bandbreedte zitten. Voor het tweegradenscenario schrijft de notitie *WLO-scenario's en de waardering van CO<sub>2</sub>-uitstoot in MKBA's* een onzekerheidsverkenning voor. De bandbreedte voor deze gevoeligheidsanalyse is ruim en geeft nog goed de huidige stand van zaken weer. Recentere onderzoeken veranderen dat beeld niet.

Een partiële aanpassing van de CO<sub>2</sub>-prijzen op alleen de verandering van de (Europese) discontovoet lijkt ons niet nuttig. Het zou een tussentijdse, gedeeltelijke aanpassing van CO<sub>2</sub>-prijzen betekenen die de effecten van overige ontwikkelingen niet in beeld brengt. De CO<sub>2</sub>-prijs zou dan in het kader van de WLO-scenario's nogmaals moeten worden aangepast, wat niet efficiënt is qua onderzoek en ook niet qua toepassing in MKBA's. Ons voorstel is dan ook om de aanpassing van CO<sub>2</sub>-prijzen uit te stellen naar de ontwikkeling van nieuwe WLO-scenario's in 2021, hiernaar vooruit te verwijzen in het rapport van de huidige werkgroep discontovoet en over de nieuwe CO<sub>2</sub>-prijzen separaat te publiceren.

#### *Gebruik van CO<sub>2</sub> prijzen in MKBA's*

In de notitie *WLO-scenario's en de waardering van CO<sub>2</sub>-uitstoot in MKBA's* (CPB en PBL 2016) wordt de afleiding en het gebruik van CO<sub>2</sub>-prijzen beschreven. De CO<sub>2</sub>-prijzen zoals in de tabel opgenomen, moeten worden toegepast voor alle veranderingen in CO<sub>2</sub>-uitstoot die in een MKBA voorkomen. De CO<sub>2</sub>-prijzen zijn efficiënte prijzen die economie-breed geldig zijn; dit impliceert dat ze toegepast worden voor alle sectoren ongeacht of ze op dit moment wel of niet onder een emissiehandelssysteem of een koolstofbelasting vallen. Met het zogenaamde waterbedeffect hoeft geen rekening gehouden te worden; dit is al verwerkt in de reductiepaden van de WLO-scenario's.

De CO<sub>2</sub>-prijzen zijn gepresenteerd voor de jaren 2030 en 2050. Dit zijn veelgebruikte zichtjaren. Er wordt gerekend met een Europese discontovoet van 3,5% om de efficiënte prijs uit 2050 terug te rekenen naar 2030. Op dezelfde manier kan voor tussenliggende jaren de efficiënte prijs worden bepaald, uitgaande van de efficiënte prijs in 2050. Eenzelfde procedure geldt voor jaren na 2050, met dien verstande dat de prijs dan niet voor ieder jaar *eerder* dan 2050 met 3,5% wordt *verlaagd*, maar met ieder jaar *later* dan 2050 met 3,5% wordt *verhoogd*.

#### **Literatuur**

Aalbers, R., G. Blanford, J. Bollen en K. Folmer (2015), *Technological Uncertainty in Meeting Europe's Decarbonisation Goals*. CPB Discussion Paper 301. Den Haag: CPB.

Aalbers, R., G. Romijn en G. Renes (2016), *WLO-scenario's en de waardering van CO<sub>2</sub> uitstoot in MKBA's*. Den Haag: CPB en PBL.

CPB en PBL (2015a), *Cahier Klimaat en energie, Toekomstverkenning Welvaart en leefomgeving*. Den Haag: CPB en PBL.

CPB en PBL (2015b), *Bijsluiter bij de WLO-scenario's, Toekomstverkenning Welvaart en leefomgeving*. Den Haag: CPB en PBL.

CPB en PBL (2016), *Achtergronddocument Klimaat en energie, Toekomstverkenning Welvaart en leefomgeving*. Den Haag: CPB en PBL.

Hotelling, H. (1931), *The Economics of Exhaustible Resources*, *Journal of Political Economy* **39**: 137–175.

IPCC (2014), *Climate Change 2014: Synthesis Report*. Geneva, Switzerland: IPCC.