

# Investeringsanalyse: rendement en risico

Ir. H. Koetzier

1.	Inleiding	C2120- 3
2.	Tijdwaarde van geld	C2120- 4
2.1.	Disconteringsvoet	C2120- 4
2.2.	Netto contante waarde	C2120- 5
2.3.	Minimumrendement	C2120- 6
3.	Financiering	C2120- 7
3.1.	Belastingeffect	C2120- 7
3.2.	Risico	C2120- 8
3.3.	Vermogensstructuur	C2120- 9
4.	Bepalen van een disconteringsvoet	C2120-10
4.1.	Kostenvoet vreemd vermogen	C2120-10
4.1.1.	Risicovrije rente	C2120-11
4.1.2.	Kredietopslag	C2120-11
4.2.	Minimum vereist rendement investeerders	C2120-12
4.2.1.	Marktrisico-opslag	C2120-12
4.2.2.	De bèta ( $\beta$ )	C2120-12
4.3.	Vermogensstructuur	C2120-13
5.	Een complete investeringsanalyse	C2120-14
6.	Opnieuw risico	C2120-16
6.1.	Praktijkgeval	C2120-17
6.2.	Verwachtingswaarde NCW	C2120-17
6.3.	Risicoanalyse	C2120-21
6.3.1.	Tornadodiagram	C2120-21
6.3.2.	Kansdiagram	C2120-24
6.3.3.	Zekere waarde NCW	C2120-26
7.	Samenvatting en conclusie	C2120-27
 Bijlagen		
I.	Invoerparameters praktijkgeval	C2120-28
II.	Nederlandse en Angelsaksische termen	C2120-30



## 1. Inleiding

De Investopedia<sup>1</sup> geeft de volgende definitie van investeren:

*Investeren is geld steken in een onderneming of project in de verwachting hiermee additioneel inkomen te genereren.*

Men kan diverse redenen hebben om te investeren, zoals

- uitbreiding van de productiecapaciteit, omdat men meer vraag naar het geproduceerde product verwacht;
- bouwen van een nieuwe fabriek, ter vervanging van de oude omdat deze aan het einde van de levensduur is of omdat de productie erin te hoge kosten met zich meebrengt;
- bouwen van een nieuwe fabriek om een nieuw product te kunnen maken.

De investeringsanalyse beoordeelt de aantrekkelijkheid van investeringen in economische zin; dat wil zeggen, zullen zij meer opbrengen dan de gedane investering ofwel wordt de rijkdom van de investeerder vergroot. Tegenwoordig wordt ook vaak geïnvesteerd in voorzieningen met betrekking tot milieu en arbowetgeving. Het oogmerk is hier niet vergroting van het vermogen, maar voldoen aan de wet.

De definitie bevat twee kenmerken van investeren:

1. Geld nu beschikbaar stellen, op termijn inkomen hiervan;
2. Er is de verwachting (maar geen zekerheid) van een bepaald inkomen.

Direct gerelateerd aan kenmerk 1 is de tijdwaarde van geld. Geld dat ik later ontvang is voor mij minder waard dan geld dat ik nu ontvang.

Kenmerk 2 behelst een risico-element. Ik steek nu geld ergens in, maar ik ben niet zeker of ik dit geld geheel terugverdien en hoeveel ik er netto aan overhoud. Deze aspecten en de kwantificering ervan vormen het onderwerp van dit artikel.

1 [www.investopedia.com](http://www.investopedia.com)

**Nieuwe investeringen DSM in supervezel**

*de Volkskrant*, Economie, 21 september 2002  
(ANP)

**HEERLEN – Chemisch concern DSM investeert 100 miljoen euro in vier nieuwe Amerikaanse productielijnen voor de supersterke polyetheenvezel Dyneema. Dit vezel wordt onder meer gebruikt in kogelvrije vesten, cockpitdeuren, helmen en bepantsering. Dat maakte DSM vrijdag bekend. De vraag naar Dyneema neemt vooral in de Verenigde Staten toe. De markt groeit niet alleen voor de bescherming van personen en voertuigen, maar ook voor veiligheidshandschoenen en allerhande sportartikelen.**

*Copyright: Algemeen Nederlands Persbureau*

## 2. Tijdwaarde van geld

Een belangrijk aspect bij investeren is de tijdwaarde van geld. Dit kan geïllustreerd worden door de volgende vraag:

Wat heeft u liever, 100 euro nu of 100 euro volgend jaar?

Het juiste antwoord (in economische zin) is *nu*, want dan kan ik mijn geld beleggen en dan heb ik volgend jaar meer dan 100 euro.<sup>1</sup> Geld dat men later ontvangt is dus minder waard dan geld dat men nu ontvangt.

### 2.1. Disconteringsvoet

De tijdwaarde van geld wordt tot uitdrukking gebracht met de disconteringsfactor (DF). De huidige waarde (ook wel contante waarde, afgekort tot CW)<sup>2</sup> van geld N jaar van nu ontvangen wordt gegeven door:

1 Voor beleggen geldt dit over de lange termijn.

2 In het Engels *Present Value*.

0838-0910

$$DF = \frac{1}{\left(1 + \frac{D}{100}\right)^N} \quad (1)$$

met  
 D disconteringsvoet in %/a.

Dit mechanisme is in figuur 1 duidelijk gemaakt. De disconteringsfactor na 5 jaar (vanaf nu) wordt met een disconteringsvoet van 10%/a gegeven door:

0838-0911

$$DF = \frac{1}{\left(1 + \frac{10}{100}\right)^5} = 0.6209$$

Een inkomen van 100 euro over 5 jaar van nu heeft dezelfde waarde als 62,09 euro nu in het handje. Stel dat de disconteringsvoet van 10% het rendement op investeringen aangeeft (hier komen we later op terug), dan betekent dit dat 62,09 euro nu geïnvesteerd (tegen 10% rendement) over 5 jaar 100 euro waard is, want:

0838-0912

$$62.09 * \left(1 + \frac{10}{100}\right)^5 = 100$$

0838-0913

Disconteringsvoet (%/a)	10%					
Jaren van nu	0	1	2	3	4	5
Disconteringsfactor (-)	1	0,909	0,826	0,751	0,683	0,621
x						x
Inkomsten						100
=						=
Huidige (contante) waarde	62,09	←				

Figuur 1. Tijdwaarde van geld.

## 2.2. Netto contante waarde

Beschouw nu het volgende investeringsproject (figuur 2). Een investering van 300 euro nu levert gedurende 5 jaar 100 euro per jaar aan netto ontvangsten. De contante waarde hiervan is 379,08 euro. De betekenis hiervan zien we in figuur 3. Een bedrag van 379,08 euro geïnvesteerd met 10% rendement levert gedurende 5 jaar een inkomen op van 100 euro per jaar, in totaal 500 euro. Voor dit bedrag

## C2120-6 Investeringsanalyse: rendement en risico

dient in het voorbeeld van figuur 2 300 euro geïnvesteerd te worden. De netto contante waarde (NCW)<sup>1</sup> bedraagt derhalve 379,08 – 300 is 79,08 euro.

0838-0914

Disconteringsvoet (%/a)	10%						
Jaren van nu	0	1	2	3	4	5	Totaal
Disconteringsfactor	1,000	0,909	0,826	0,751	0,683	0,621	
Investering	-300,00						
Netto ontvangsten uit bedrijfsvoering		100	100	100	100	100	500
Contante waarde ontvangsten	90,91	←	←	←	←	←	
	82,64	←	←	←	←	←	
	75,13	←	←	←	←	←	
	68,30	←	←	←	←	←	
	62,09	←	←	←	←	←	
Totale contante waarde ontvangsten	379,08						
Investering	-300,00						
Netto contante waarde project	79,08						

Figuur 2. Netto contante waarde.

0838-0915

Jaren van nu	0	1	2	3	4	5	Totaal
Neto ontvangsten		100	100	100	100	100	500
Geïnvesteerd nu	90,909	↑	↑	↑	↑	↑	
	82,645	↑	↑	↑	↑	↑	
	75,131	↑	↑	↑	↑	↑	
	68,301	↑	↑	↑	↑	↑	
	62,092 <sup>+</sup>	↑	↑	↑	↑	↑	
Totale contante waarde ontvangsten	379,08						

Figuur 3. Betekenis contante waarde.

### 2.3. Minimumrendement

De disconteringsvoet van 10% kan gezien worden als het minimumrendement dat aan investeerders in het project geboden moet worden. Hun alternatief is namelijk het beleggen van hun geld in een gediversifieerd portfolio aandelen. Hierbij kan op de lange duur op een simpele manier een rendement van circa 10% gehaald worden. Op deze manier bekeken behaalt een bedrijf of project alleen een positief economisch resultaat als het meer verdient dan het gemiddelde rendement op de aandelenmarkt. De NCW is de extra verdienste ten opzichte van investeren in aandelen. Deze bedraagt 79,08 euro in het voorbeeld van figuur 2. Deze waarde is groter dan nul, wat wil zeggen dat het rendement van het project groter is dan het minimum vereiste. Het project is dus acceptabel vanuit financieel-economisch standpunt.

1 In het Engels *Net Present Value*.

De periode van 5 jaar is hier overigens vrij willekeurig gekozen. In dit voorbeeld kan dit betekenen dat het productiemiddel na 5 jaar versleten is en geen inkomen meer kan genereren. Hierbij is aangenomen dat het productiemiddel geen restwaarde heeft.

Het minimumrendement dat aan investeerders geboden moet worden heet officieel *Kostenvoet eigen vermogen* ( $K_{EV}$ ).

### 3. Financiering

Als een bedrijf op bovengenoemde manier aan vermogen komt om te investeren is het erg duur uit. Voor iedere 100 euro geïnvesteerd in het bedrijf dient jaarlijks 10 euro ten goede aan de investeerders te komen (bijvoorbeeld in de vorm van dividend of koersstijging van de aandelen). Banken lenen tegen veel lagere rentepercentages dan het rendement dat investeerders vragen. Banken kunnen zich dit veroorloven want:

- Banken hebben volgens de wet als eerste recht op de ontvangsten van het bedrijf voor de rentebetalingen. De aandeelhouders komen daarna pas aan de beurt.
- Banken hebben wettelijk het recht de controle van een bedrijf over te nemen als de rente niet meer betaald kan worden (bijvoorbeeld verkopen of saneren).

Voor een kredietwaardig bedrijf ligt op de lange termijn de bankrente tegenwoordig rond de 6% per jaar. Hierop komen we later terug. De bankrente wordt officieel *Kostenvoet vreemd vermogen* ( $K_{VV}$ ) genoemd.

#### 3.1. Belastingeffect

De rente die aan de bank betaald moet worden is aftrekbaar van de belasting, dat wil zeggen dat de te heffen belasting gegeven wordt door:

$$\text{Belastingvoet}^1 * (\text{winst} - \text{rente}) \quad (2)$$

De te betalen belasting is dus *Belastingvoet \* Rente* minder dan indien de rente niet aftrekbaar zou zijn. De effectief betaalde rente is dus:

1 Afgekort  $b_v$ .

## C2120-8 Investeringsanalyse: rendement en risico

$$\text{Rente} - \text{Belastingvoet} * \text{Rente} \quad (3)$$

ofwel

$$(1 - \text{Belastingvoet}) * \text{Rente} \quad (4)$$

In Nederland bedraagt die belasting die bedrijven moeten betalen (de Vennootschapbelasting) circa 35%. Het effectieve rentepercentage is dus in dit geval:

$$\text{Effectief rentepercentage} = (1 - 35/100) * 6\% = 3.9\% \quad (5)$$

De vergoeding die aan de investeerders gegeven wordt is niet aftrekbaar van de belastingen. De bank lijkt dus een veel goedkopere financieringsbron dan de investeerders. We gaan dus alles lenen! Deze redenering gaat echter niet op.

### 3.2. *Risico*

Hoe groter het aandeel geleend geld is in een project of bedrijf, hoe kleiner de buffer in de vorm van de investeerders en hoe groter het risico voor de bank dat de rente niet betaald kan worden. Bekijk hiervoor figuur 4. In deze figuur staan twee bedrijven aangegeven. Het ene bedrijf is gefinancierd met 40% vreemd en 60% eigen vermogen. Het andere is gefinancierd met 80% vreemd en 20% eigen vermogen. De andere condities zijn gelijk. Het belastingeffect is voor de duidelijkheid niet meegenomen. De bedrijven zijn vergeleken voor een goed jaar (veel netto ontvangsten) en een slecht jaar (weinig netto ontvangsten).

We zien dat in een goed jaar beide bedrijven aan hun renteverplichtingen kunnen voldoen (kolom 2 en 4), maar dat in een slecht jaar alleen het bedrijf met het laagste aandeel vreemd vermogen dat kan (vergelijk kolom 3 met kolom 4). De gevolgen van een slecht jaar zijn voor de bank groter voor een bedrijf met een groter aandeel schulden. Dit komt omdat de buffer (in de vorm van de investeerders) in dit geval kleiner is. De bank loopt dus meer risico wanneer zij een groter deel van de financiering van een bedrijf op zich neemt. Daarom zullen banken niet snel een bedrijf geheel financieren.

Ook de investeerders lopen meer risico bij een groter aandeel schuld. Bij een vreemd vermogen van 40% varieert het rendement voor de aandeelhouders tussen 8.5 en 2.3% en bij 80% vreemd vermogen tus-



0838-0916

	1	2	3	4	5
Rente bank		6%			
		Goed jaar	Slecht jaar	Goed jaar	Slecht jaar
Kapitaal in bedrijf		200	200	200	200
Aandeel vreemd vermogen		40%	40%	80%	80%
Aandeel eigen vermogen		60%	60%	20%	20%
Netto ontvangsten bedrijf		15	7,5	15	7,5
Te betalen rente		4,8	4,8	9,6	9,6
Uit te keren aan investeerders		10,2	2,7	5,4	-2,1
Rendement voor investeerders		8,5%	2,3%	13,5%	-5,3%

Figuur 4. Buffer eigen vermogen.

sen 13.5 en -5.3%. Hun rendement is bij minder vreemd vermogen dus minder afhankelijk van goede en slechte jaren dan bij meer vreemd vermogen in de financiering van een bedrijf. In het eerste geval is het risico voor de aandeelhouder kleiner dan in het tweede geval. Dit fenomeen staat bekend als de hefboomwerking<sup>1</sup> van de vermogensstructuur. Hoe groter het aandeel vreemd vermogen, hoe groter de mogelijke fluctuatie in het rendement van de investeerders.

De optimale vermogensstructuur van een bedrijf zal daarom vrijwel nooit bij of 100% schuld of 100% eigen vermogen liggen.

### 3.3. Vermogensstructuur

Damodaran<sup>2</sup> geeft op zijn website een overzicht van de gemiddelde vermogensstructuur van vele typen bedrijven in Europa en de Verenigde Staten. In tabel 1 is ter illustratie een aantal gegevens uitgelicht. Kolom 2 geeft de verhouding Vreemd vermogen over Eigen vermogen. In kolom 3 is dit omgerekend naar Vreemd vermogen over Totaal vermogen (Vreemd vermogen + Eigen vermogen) via de formule:

0838-0917

$$\frac{\text{Vreemd vermogen}}{\text{Eigen vermogen}} = \frac{\text{Vreemd vermogen}}{\text{Vreemd vermogen} + \text{Eigen vermogen}} \quad (6)$$

1 Engels: leverage of gearing.

2 Damodaran On-line, [http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/](http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/) (Aswath Damodaran, Stern School of Business, New York).

## C2120-10 Investeringsanalyse: rendement en risico

Type bedrijf	$VV/_{EV}$	$VV/_{(VV+EV)}$
Bldg Prod-Cement/Aggregated	72%	42%
Brewery	73%	42%
Building-Heavy Construction	86%	46%
Chemicals-Diversified	57%	36%
Electric-Integrated	68%	40%
Engineering/R&D Services	51%	34%

Tabel 1. Aandeel vreemd vermogen in financiering van enige Europese typen bedrijven.

### 4. Bepalen van een disconteringsvoet

Een bedrijf overweegt een investering te doen. Met welke voet moet het zijn netto ontvangsten disconteren om de contante waarde ervan te bepalen?

Als de disconteringsvoet gebruiken we het minimale rendement dat onze financiers eisen. Volgens het voorgaande bestaat onze financiering voor een deel uit eigen vermogen (geleverd door onze investeerders<sup>1</sup>) en een deel vreemd vermogen (geleverd door de bank). Onze disconteringsvoet is derhalve een gewogen gemiddelde van de bankrente en het minimaal vereiste rendement van de investeerders. Deze disconteringsvoet wordt *gemiddelde totale vermogenskostenvoet genoemd* ( $K_v$ )<sup>2</sup>. Onze aanpak is als volgt

1. schatten bankrente (kostenvoet vreemd vermogen,  $K_{VV}$ );
2. bepalen minimaal vereiste rendement investeerders (kostenvoet eigen vermogen,  $K_{EV}$ );
3. schatten vermogensstructuur;
4. berekenen gemiddelde totale vermogenskostenvoet ( $K_v$ ).

#### 4.1. Kostenvoet vreemd vermogen

Meestal weet een groot bedrijf natuurlijk met welke rente geld geleend kan worden op basis van de lopende leningen. Voor beschouwingen van meer algemene aard (waar bijvoorbeeld door een consultant naar een gehele bedrijfssector gekeken wordt) is de volgende aanpak nuttig om een schatting te maken.

- 1 Overigens kan een bedrijf het eigen vermogen voor een project ook uit eigen middelen betalen. Het bedrijf is dan zijn eigen financier. Ook dan geldt een minimaal rendement op de investering. Het vrijgemaakte geld had immers ook op de aandelenmarkt belegd kunnen worden.
- 2 In het Engels: weighted average cost of capital (WACC).

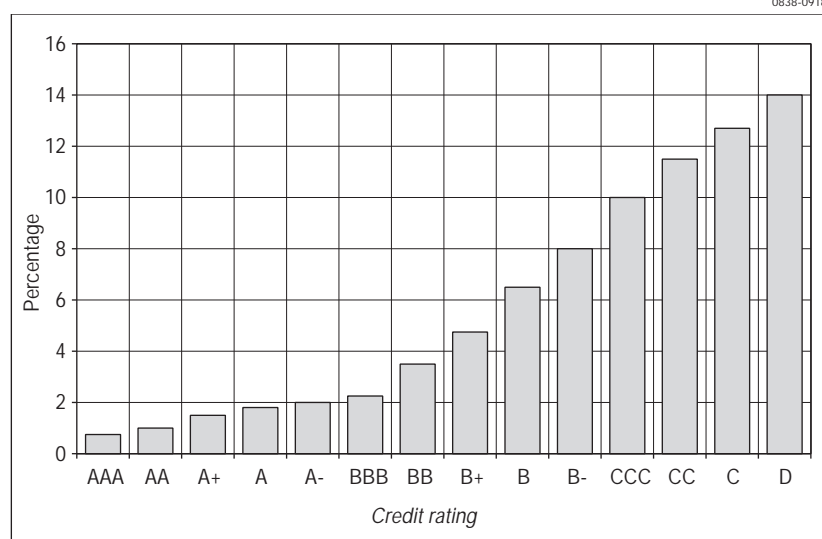
De bankrente is als volgt opgebouwd:

$$K_{VV} = \text{Risicovrije rente} + \text{Kredietopslag}$$

#### 4.1.1. Risicovrije rente

De risicovrije rente is de rente die op staatsobligaties verkregen kan worden. Deze rente is risicovrij omdat de staat garant staat. De nominale risicovrije rente kan opgebouwd worden gedacht uit de reële risicovrije rente en inflatie. Op de lange termijn beweegt in een stabiele economie de risicovrije rente met de inflatie mee. De zogenaamde reële risicovrije rente kan dan constant verondersteld worden. De waarde van de reële risicovrije rente bedraagt volgens Damodaran<sup>1</sup> in landen met een stabiele economie circa 3,5% per jaar. Voor 2004 bedraagt in de Eurozone de voorspelde inflatie circa 1,5%. De nominale risicovrije rente komt hiermee op 5% per jaar.

#### 4.1.2. Kredietopslag



Figuur 5. Verband tussen credit rating en kredietopslag van bedrijven (naar Damodaran).

Boven op deze rente rekent de bank een risico-opslag die afhankelijk is van de kredietwaardigheid van een bedrijf. Veel grote bedrijven hebben een zogenaamde *credit rating*. Deze wordt afgegeven

1 Damodaran On-line, [http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/](http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/) (Aswath Damodaran, Stern School of Business, New York).

door een aantal internationale commerciële bureaus (onder andere Moodys en Standard&Poor). Damodaran geeft het volgende verband aan tussen credit rating en kredietopslag<sup>1</sup> (figuur 5). Bij ratings lager dan BBB wordt het moeilijk voor bedrijven om geld te lenen. De kredietopslagen aangegeven voor lagere ratings zijn daarom van minder belang.

Voor een bedrijf met een AA rating is de kredietopslag 1,0%. Het bankrentepercentage komt voor zo'n bedrijf dan op 6,0%. Betaalt het bedrijf 35% vennootschapsbelasting, dan is het effectieve rentepercentage 3,9% volgens formule 5.

#### 4.2. *Minimaal vereist rendement investeerders*

We hebben al eerder aangegeven dat het door investeerders minimaal vereiste rendement ongeveer 10% bedraagt. Het is nu tijd deze uitspraak wat te nuanceren. Dit rendement is als volgt opgebouwd:

Minimaal vereiste rendement investeerders ( $K_{EV,min}$ ) =

Risicovrije rente + Marktrisico-opslag

##### 4.2.1. *Marktrisico-opslag*

Beleggen in aandelen heeft meer risico in zich dan staatsobligaties kopen (risicovrije rente). Voor het risicovol beleggen in een gediversifieerd portfolio aandelen, wordt de belegger beloond met een extra rendement van 4,5% *op de lange duur*<sup>2</sup>. Het totale gemiddelde rendement bedraagt daarmee 9,5%. Dit gemiddelde rendement is in het verleden (over een periode van vele tientallen jaren) gerealiseerd. Het risico zit verborgen in het feit dat op de korte termijn veel lagere of zelfs zwaar negatieve rendementen werden gerealiseerd. Tevens is het maar de vraag of de toekomst hetzelfde beeld zal geven als het verleden.

##### 4.2.2. *De bèta ( $\beta$ )*

Nu is investeren in een bedrijf niet altijd even risicovol als beleggen in de aandelenmarkt. Sommige bedrijfstakken zijn meer risicovol (bijv. biotechnologie, internet, telecommunicatie, halfgeleiders) en andere minder (bijv. elektriciteits-, water- en gasvoorziening).

1 Engels: Credit spread.

2 Zie bijvoorbeeld Damodaran Online, PricewaterhouseCoopers European Economic Outlook September 2001: Are European stock markets fairly valued?

De mate van risico in een bedrijfstak ten opzichte van beleggen in een gediversifieerd portfolio aandelen wordt gegeven door de factor  $\beta$ . Het minimaal vereiste rendement voor investeren in een bedrijfstak met een risicofactor  $\beta$  wordt dan:

$$R_{EV,min} = \text{Risicovrije rente} + \beta * \text{Marktrisico-opslag} \quad (7)$$

Voor investeringen in bijvoorbeeld de brouwerijsector geldt een gemiddelde  $\beta$  van 0.52 bij een VV/EV verhouding van 73% (tabel 2). Het minimale rendement voor investeringen in deze sector bedraagt dan:

$$R_{EV,min} = 5.0 + 0.52 * 4.5 = 7.34\%$$

Onze kostenvoet eigen vermogen is derhalve gelijk aan 7.34%.

Type bedrijf	VV/EV	VV/(VV+EV)	$\beta$
Bldg Prod-Cement/Aggregated	72%	42%	0.72
Brewery	73%	42%	0.52
Building-Heavy Construction	86%	46%	0.90
Chemicals-Diversified	57%	36%	0.72
Electric-Integrated	68%	40%	0.56
Engineering/R&D Services	51%	34%	0.75

Tabel 2. Vermogensstructuur en  $\beta$ .

#### 4.3. Vermogensstructuur

Voor de brouwerijsector bedraagt de VV/EV-verhouding 73% (tabel 2). Met formule 6 komt dit neer op een aandeel VV van 42%. We kunnen nu de totale vermogenskostenvoet uitrekenen.

$$K_V = \frac{VV}{VV+EV} * K_{VV,eff} + \frac{EV}{VV+EV} * K_{EV} = 0.42 * 3.90 + 0.58 * 7.34 = 5.9\% \quad (8)$$

Voor een investering in de brouwerijsector dient het bedrijf zijn verwachte netto ontvangsten dus te disconteren met een voet van 5,9% (we ronden af op 6%) om de netto contante waarde ervan te bepalen.

Indien u de  $\beta$  wilt weten voor een andere VV/EV-verhouding, kunt u de volgende formule gebruiken. De afleiding hiervan valt buiten het bestek van dit artikel.

$$\beta_2 = \beta_1 \frac{1 + (1 - \frac{b_v}{100}) * \frac{VV}{EV_2}}{1 + (1 - \frac{b_v}{100}) * \frac{VV}{EV_1}} \quad (a)$$

met  
 $b_v$  vennootschapsbelastingvoet (%/a)

We kunnen de verhouding VV/EV<sub>1</sub> op nul stellen. De financiering geschiedt dan geheel met eigen vermogen. De bijbehorende  $\beta_1$  wordt vaak  $\beta_{u(nlevered)}$  genoemd. De bijbehorende  $\beta_2$  wordt vaak  $\beta_{r(elevered)}$  genoemd (lever betekent hefboom). De formule wordt dan

$$\beta_R = \beta_u * (1 + (1 - \frac{b_v}{100}) * \frac{VV}{EV}) \quad (b)$$

Indien onze brouwerij een VV/EV-verhouding heeft van 60% in plaats van 73%, dan berekenen we met formule (a):

$$\beta_{60\%} = 0.52 * \frac{1 + (1 - \frac{35}{100}) * 0.60}{1 + (1 - \frac{35}{100}) * 0.73} = 0.49$$

De  $\beta$  is kleiner geworden. Dit betekent dat het risico voor de investeerders ( $\beta$  is immers een maat voor het risico van de investeerders) kleiner is geworden. Dit is ook logisch, want in verhouding is nu een kleiner aandeel vreemd vermogen. In figuur 4 hebben we gezien dat de variatie in het inkomen van de investeerders dan kleiner is. Zij lopen dan minder risico.

## 5. Een complete investeringsanalyse

We hebben nu bijna alle gereedschappen om te kunnen rekenen aan investeringen. Al eerder heb ik genoemd dat rente aftrekbaar is van de belasting. Dit effect hebben we verwerkt in de effectieve rente-

voet. Rente wordt betaald over het netto inkomen minus de afschrijving over de gedane investeringen. Bekijk hiervoor figuur 6.

Disconteringsvoet (%/a)	6,0%					
Belastingvoet	35%					
Afschrijvingsperiode (a)	5					
Projectjaar	0	1	2	3	4	5
Disconteringsfactor	1,000	0,943	0,890	0,840	0,792	0,747
Investing	-300					
Netto ontvangsten uit bedrijfsvoering (Winst)		100	100	100	100	100
Afschrijving		-60	-60	-60	-60	-60
Belastbaar inkomen		40	40	40	40	40
Belasting		-14	-14	-14	-14	-14
Ontvangsten na belasting (Netto kasstroom)		86	86	86	86	86
Gedisconteerde kasstroom	-300	81,13	76,54	72,21	68,12	64,26
Gedisconteerde kasstroom cumulatief (lopende netto contante waarde)	-300	-218,87	-142,33	-70,12	-2,00	<b>62,26</b>

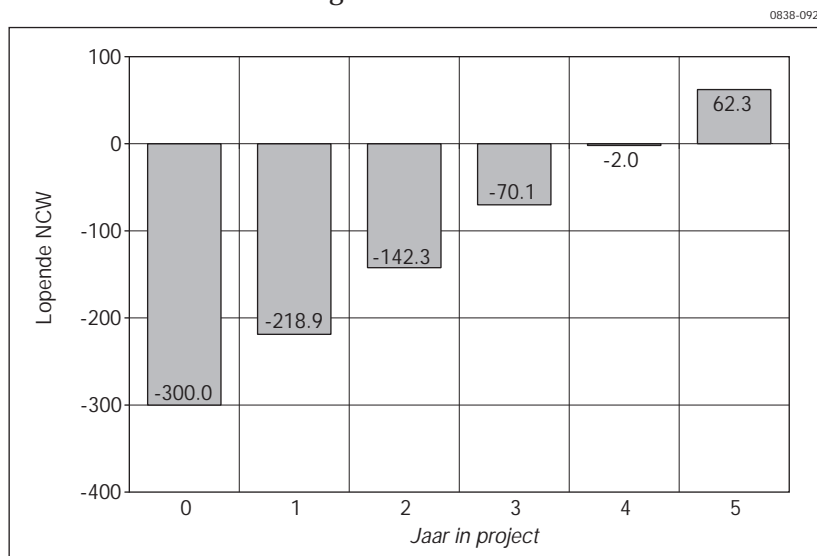
Figuur 6. Een complete investeringsanalyse.

De netto ontvangsten uit bedrijfsvoering zijn 100 kEUR per jaar. De investering bedraagt 300 kEUR. Bij de investeringsanalyse nemen we vaak de afschrijvingsduur gelijk aan de evaluatieperiode. De jaarlijkse afschrijving bedraagt dus 300 gedeeld door 5 is 60 kEUR per jaar. De netto ontvangsten uit bedrijfsvoering (de winst) bedragen 100 minus 60 is 40 kEUR per jaar. Over dit bedrag wordt de vennootschapsbelasting geheven, te weten 0,35 maal 40 kEUR is 14 kEUR per jaar. Deze belasting wordt van de netto ontvangsten uit de bedrijfsvoering afgetrokken. De jaarlijkse ontvangsten na belasting bedragen derhalve 100 minus 14 is 86 kEUR. Deze ontvangsten worden bij de investeringsanalyse netto kasstromen genoemd. Ook de investering is een kasstroom, maar dan een negatieve (uitgaande). De kasstromen worden gediscoteerd met de disconteringsvoet van 6%. Dit leidt tot de gediscoteerde kasstromen. De kasstromen in de achtereenvolgende jaren tellen we op om tot de lopende Netto Contante Waarde te komen. In grafiek ziet deze er als volgt uit (figuur 7). We zien de NCW van het project in het jaar

## C2120-16 Investeringsanalyse: rendement en risico

0 naar -300 kEUR dalen (de investering). Daarna neemt de lopende NCW langzaam toe tot de eindwaarde van 62.3 kEUR. Dit is de NCW van het project. De NCW is positief, dus het project is acceptabel vanuit financieel-economisch oogpunt.

We merken volledigheidshalve op dat betalingen die met de financiering samenhangen (rente, vergoeding investeerders) niet in de netto kasstromen worden opgenomen. De financieringslasten zijn verwerkt in de disconteringsvoet.



Figuur 7. Verloop van de NCW.

## 6. Opnieuw risico

Het generieke risico van investeren in bepaalde bedrijfstakken is in de disconteringsvoet meegenomen in de vorm van de parameter  $\beta$ , die ook nog wordt gecorrigeerd voor het aandeel vreemd vermogen in de financiering. Hiermee zijn echter nog niet de projectspecifieke risico's meegenomen, zoals:

1. tijdens de bouw van een fabriek of installatie:
  - overschrijding investeringsbudget;
  - overschrijding bouwtijd.
2. tijdens de bedrijfsvoering:
  - onzekerheid prijzen grondstoffen;
  - onzekerheid waarde product (tegen welke prijs kan ik het verkopen?);



- onzekerheid operationele kosten;
- onzekerheid beschikbaarheid fabriek (hoeveel uren per jaar kan ik mijn product maken?).

Dit soort risico's wordt veelal in een risicoanalyse gekwantificeerd, door hun invloed op de te verwachten kasstromen te berekenen of af te schatten. We illustreren deze aanpak met een (enigszins vereenvoudigd) praktijkvoorbeeld over de economische rentabiliteit van een modificatie aan een aardgasgestookte warmtekrachtcentrale bij een papierfabriek.

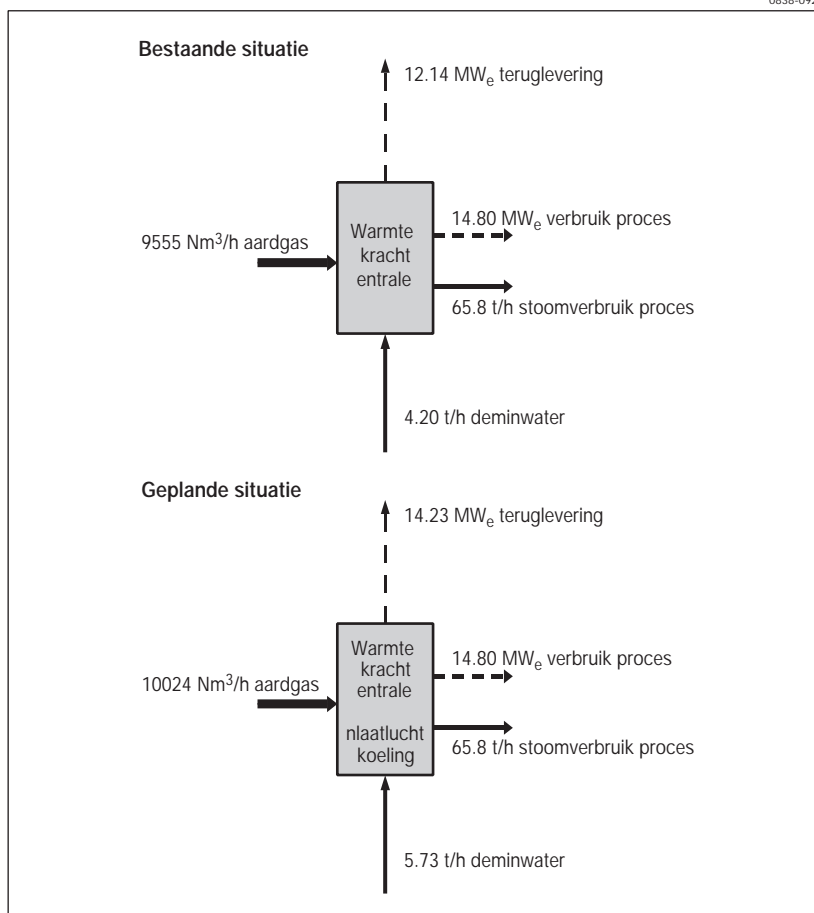
### *6.1. Praktijkgeval*

De modificatie betrof het installeren van een koelsysteem (op basis van verdamping van water) voor de inlaatlucht van de gasturbine. Dit doet het vermogen van de gasturbine toenemen, alsmede het rendement. Het extra vermogen komt ten goede aan het teruggeleverde elektrische vermogen aan het net. Figuur 8 geeft de verschillen in energiestromen zonder (referentie) en met inlaatluchtkoeling.

Tabel 3 geeft de verwachtingswaarde weer van alle invoerparameters voor de berekening. De verwachtingswaarde is de meest waarschijnlijke waarde. Als we slechts één waarde mogen geven is dit de waarde die we geven. Als disconteringsvoet is de reële gebruikt à 4,5%/a, samen met een inflatie van 1,5 %/a. Dit resulteert in een nominale disconteringsvoet van 6 %/a.

### *6.2. Verwachtingswaarde NCW*

Met bovenstaande verwachtingswaarden voor de invoerparameters berekenen we de resulterende verwachtingswaarde van de NCW van het project (figuur 9). Deze blijkt 175 kEUR te bedragen. Deze verwachtingswaarde is economisch gezien acceptabel (want hij is groter dan nul).



*Figuur 8. Energiestromen warmtekrachtcentrale met en zonder modificatie.*

<i>Parameter</i>	<i>Eenheid</i>	<i>Verwachtings- waarde</i>
Toename terug te leveren elektriciteit	kW	2100
Toename aardgasverbruik	Nm <sup>3</sup> /h	470
Toename demiwaterverbruik	t/h	1.5
Resterende levensduur gasturbine	a	5
Bedrijfstijd WKC	h/a	8500
Tijdsfractie toepasbaarheid inlaatlucht koeling	(%)	85
Waarde teruggeleverde elektriciteit (neemt toe met inflatie)	EUR/MWh	40
Prijs aardgas (neemt toe met inflatie)	cEUR/Nm <sup>3</sup>	12.75
Prijs van het extra demiwater dat wordt gebruikt (neemt toe met inflatie)	EUR/ton	1.5
Investeringskosten modificatie	kEUR	170
Jaarlijkse onderhoudskosten modificatie (als percentage van de investeringskosten, nemen toe met de inflatie)	%/a	4
Reële disconteringsvoet	%/a	4.5
Inflatie	%/a	1.5
Vennootschapsbelasting	%	35

*Tabel 3. Verwachtingswaarde van de relevante invoerparameters.*

**C2120-20** Investeringsanalyse: rendement en risico

<i>Jaar</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>2006</i>	<i>2007</i>	<i>2008</i>	<i>2009</i>
Projectjaar	0	1	2	3	4	5
Disconteringsfactor	1,000	0,943	0,890	0,840	0,792	0,747
Toename elektriciteits- export (MWh)		15173	15173	15173	15173	15173
Toename aardgasver- bruik (Nm3)		3395750	3395750	3395750	3395750	3395750
Toename demin- waterverbruik (t)		10838	10838	10838	10838	10838
Investing (kEUR)	-170,0					
Toename ontvangsten geëxporteerde elektri- citeit (kEUR)		616,0	625,2	634,6	644,1	653,8
Toename uitgaven aardgasverbruik (kEUR)		-439,5	-446,0	-452,7	-459,5	-466,4
Toename uitgaven deminwatergebruik (kEUR)		-16,5	-16,7	-17,0	-17,3	-17,5
Toename uitgaven onderhoud (kEUR)		-6,9	-7,0	-7,1	-7,2	-7,3
Toename netto kas- stroom uit bedrijfs- voering (kEUR)		153,1	155,4	157,8	160,1	162,5
Afschrijving (kEUR)		-34,0	-34,0	-34,0	-34,0	-34,0
Belastbaar inkomen (kEUR)		119,1	121,4	123,8	126,1	128,5
Belasting (kEUR)		-41,7	-41,7	-41,7	-41,7	-41,7
Toename netto kasstroom uit bedrijfsvoering na belasting (kEUR)		77,4	79,7	82,1	84,4	86,8
Gedisconteerde kasstroom (kEUR)	-170,0	73,1	71,0	68,9	66,9	64,9
Netto contante waarde modificatie (lopend, kEUR)	<b>-170,0</b>	<b>-96,9</b>	<b>-26,0</b>	<b>42,9</b>	<b>109,8</b>	<b>174,7</b>

*Figuur 9. Kasstromen en NCW modificatieproject.*

### 6.3. *Risicoanalyse*

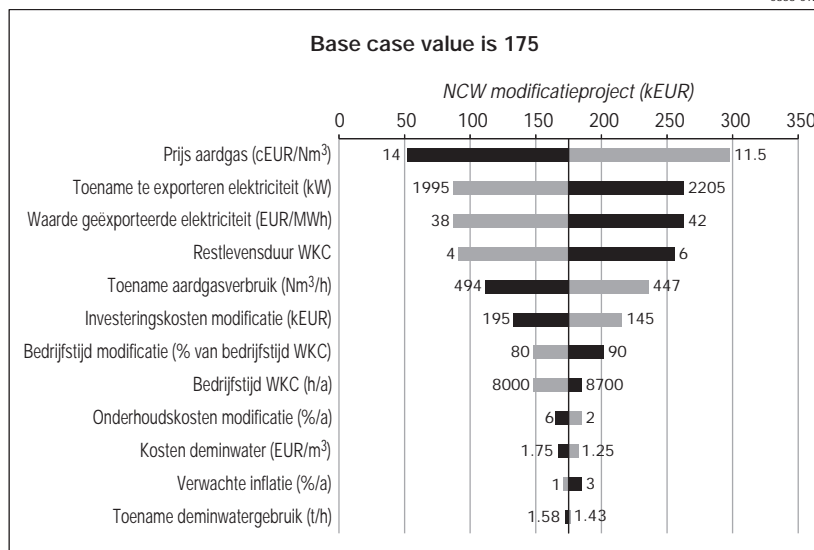
In de realiseringsfase kunnen bepaalde zaken beter of slechter uitpakken dan verwacht of we weten bepaalde dingen gewoonweg niet precies. We lopen dus risico: dat wil zeggen, de verwachtingswaarde is geen zekere waarde. Een gevoeligheidsanalyse geeft inzicht in de invloed van onzekerheden in de invoerparameters op de NCW van het voorgenomen project. Hierbij krijgt iedere parameter een *base*, een *low* en een *high* waarde. De base waarde komt overeen met de verwachtingswaarde van de parameter. De low en high waarden geven het meest waarschijnlijke interval aan waarbinnen de uiteindelijke gerealiseerde waarde zich naar verwachting zal bevinden (bijlage I). Hierop kom ik later terug.

#### 6.3.1. *Tornadodiagram*

Met de gevoeligheidsanalyse bekijken we de gevoeligheid van de uitkomst van de berekening (in ons geval de NCW) voor onzekerheden in de invoerparameters. De resultaten van deze berekeningen kunnen overzichtelijk in een zogenaamd *tornadodiagram* aangegeven worden (figuur 10).

Op de horizontale as is de NCW van het modificatieproject uitgezet. De verticale lijn geeft de base case van de NCW aan (alle invoervariabelen op hun verwachtingswaarde). De balken geven de NCW aan voor de low en high waarden van de invoerparameters. De datalabels geven de bijbehorende waarde aan van de invoerparameter. Bijvoorbeeld: bij een aardgasprijs van 14 cEUR/Nm<sup>3</sup> is de NCW van het project circa 50 kEUR (bovenste balk). De resultaten zijn gesorteerd in afnemende gevoeligheid. De grootste gevoeligheden staan bovenaan. In één oogopslag is nu te zien wat de verwachtingswaarde is en wat de grootste gevoeligheden zijn. We zien bijvoorbeeld dat het weinig zin heeft de prijs van het deminwater nader te bepalen en de exacte toename van het deminwaterverbruik. De prijs van bijvoorbeeld het aardgas en de toename van de te exporteren hoeveelheid elektriciteit en de waarde ervan hebben wel grote invloed op de NCW en zijn dus risicofactoren. Het kan dan ook zin hebben om bijvoorbeeld de prijs van het aardgas beter in te schatten of het prijsrisico af te dekken door een contract waarin van tevoren een prijs wordt afgesproken<sup>1</sup>.

1 De prijs zal dan waarschijnlijk wel hoger worden, maar de onzekerheid kleiner. Uiteindelijk kan dit leiden tot minder risico.



Figuur 10. Tornado diagram gevoeligheden modificatieproject. Dit tornado diagram werd gemaakt met een voor Excel geschreven macro, die onder andere de bar chart gebruikt. Er zijn ook commerciële programma's die hetzelfde voor u doen<sup>1</sup>.

We zien in figuur 10 verder dat de invloed van de inflatie op de NCW erg klein is. Dit komt doordat deze ook al in de nominale disconteringsvoet verwerkt is. Men disconteert daarom vaak met de reële disconteringsvoet en stelt de inflatie op nul. Aldus wordt een base case waarde voor de NCW van 164 kEUR berekend (figuur 11). Vergelijken met de base case waarde van 175 kEUR is dit slechts een klein verschil.

Jaar	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Projectjaar	0	1	2	3	4	5
Disconteringsfactor	1,000	0,957	0,916	0,876	0,839	0,802
Toename elektriciteits-export (MWh)		15173	15173	15173	15173	15173
Toename aardgasverbruik (Nm <sup>3</sup> )		3395750	3395750	3395750	3395750	3395750

1 Crystal Ball van Decisioneering; @Risk van Palisade.

<i>Jaar</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>2006</i>	<i>2007</i>	<i>2008</i>	<i>2009</i>
Toename deminwaterverbruik (t)		10838	10838	10838	10838	10838
Investing (kEUR)	-170,0					
Toename ontvangsten geëxporteerde elektriciteit (kEUR)		606,9	606,9	606,9	606,9	606,9
Toename uitgaven aardgasverbruik (kEUR)		-433,0	-433,0	-433,0	-433,0	-433,0
Toename uitgaven deminwatergebruik (kEUR)		-16,3	-16,3	-16,3	-16,3	-16,3
Toename uitgaven onderhoud (kEUR)		-6,8	-6,8	-6,8	-6,8	-6,8
Toename netto kasstroom uit bedrijfsvoering (kEUR)		150,9	150,9	150,9	150,9	150,9
Afschrijving (kEUR)		-34,0	-34,0	-34,0	-34,0	-34,0
Belastbaar inkomen (kEUR)		116,9	116,9	116,9	116,9	116,9
Belasting (kEUR)		-40,9	-40,9	-40,9	-40,9	-40,9
Toename netto kasstroom uit bedrijfsvoering na belasting (kEUR)		76,0	76,0	76,0	76,0	76,0
Gedisconteerde kasstroom (kEUR)	-170,0	72,7	69,6	66,6	63,7	61,0
Netto contante waarde modificatie (lopend, kEUR)	<b>-170,0</b>	<b>-97,3</b>	<b>-27,7</b>	<b>38,9</b>	<b>102,6</b>	<b>163,5</b>

*Figuur 11. Kasstromen en NCW modificatieproject met reële disconteringsvoet.*

### 6.3.2. Kansdiagram

We zien dat de NCW altijd groter dan nul is wanneer we één gevoeligheid tegelijk bekijken. Maar wat gebeurt er als alle gevoeligheden aan één kant liggen:

- Kan de NCW dan kleiner dan nul worden?
- en
- Hoe waarschijnlijk is dat dan?

Het antwoord wordt gegeven door het kansdiagram dat uit het tornadodiagram gegenereerd kan worden. Voordat we hier verder op ingaan dienen we het volgende op te merken. Een tornadodiagram kan nog redelijk kwalitatief zijn. Het geeft alleen aan wat er gebeurt met de NCW indien een bepaalde invoerparameter een andere waarde krijgt. Om bijvoorbeeld de kans te berekenen dat de NCW van een investeringsproject groter dan nul is, dient de kansverdeling van de invoerparameters expliciet gemaakt te worden, door het aangeven van het type kansverdeling en de bijhorende parameters, bijvoorbeeld (figuur 12):

- normaalverdeling, met gemiddelde en standaardafwijking;
- uniforme verdeling met minimum en maximum;
- driehoeksverdeling met meest waarschijnlijke waarde, minimum en maximum.

In de praktijk is het vaak een probleem om aan de waarschijnlijkheidsverdeling van de invoerparameters te komen. Er is een aantal mogelijkheden:

#### 1. *Er zijn (vele) historische gegevens bekend.*

Deze kan men statistisch analyseren en hieruit een trend en een random variatie afleiden. Hierbij dient wel in het achterhoofd gehouden te worden dat men dan impliciet aanneemt dat het prijsverloop in het verleden representatief is voor het heden.

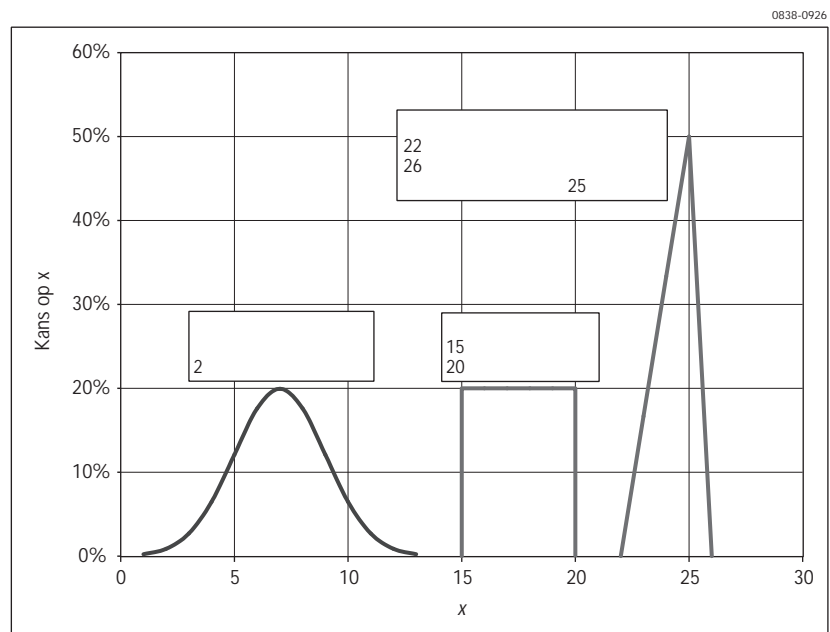
#### 2. *Men laat experts schattingen maken van het verloop, gebaseerd op hun kennis van het achterliggende proces.*

Soms zijn deze schattingen al voorhanden en wordt bijvoorbeeld een voorspelling gedaan over brandstofprijzen. Vaak wordt dan een boven- en onderwaarde gegeven. Meestal wordt er niet bij verteld wat de bijbehorende kansverdeling is en wat de kans is dat de prijs



ook echt binnen deze onder- en bovenwaarde gaat vallen. We moeten dan aannames doen<sup>1</sup>.

3. *Men beschouwt de invoervariabele nauwkeuriger.*  
Men probeert de invoervariabele uit te drukken in meer elementaire grootheden waarvan de kansverdeling beter bekend is.



Figuur 12. Voorbeelden van kansverdelingen.

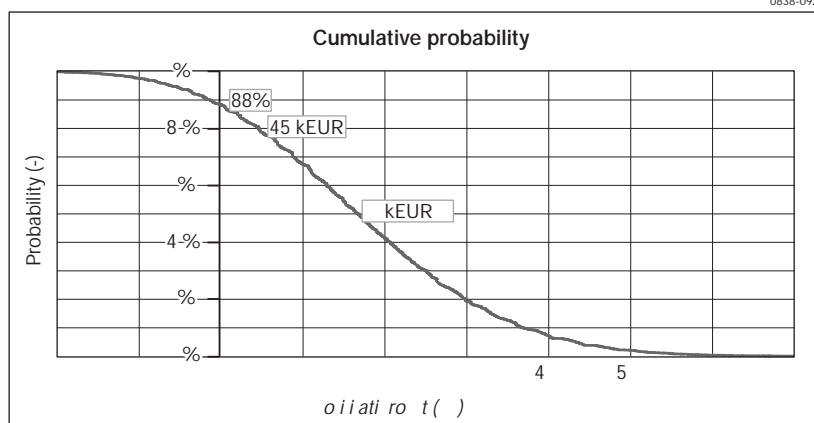
Voor het praktijkvoorbeeld is methode 2 gebruikt. De verwachtingswaarde van de invoerparameters is geschat of berekend. Verder er is geschat wat de waarschijnlijke boven- en ondergrenzen zijn (richtlijn 80% kans dat de werkelijke waarde hierbinnen valt). Deze drie waarden zijn als base, low en high gebruikt. In de praktijk komt men dan tot redelijk bruikbare waarschijnlijkheidsverdelingen (de onderbouwing hiervan valt buiten het bestek van dit artikel).

Deze aanpak resulteert in het volgende waarschijnlijkheidsdiagram (figuur 13). Op de horizontale as staat de netto contante waarde van het modificatieproject uitgezet. Op de verticale as de kans dat de

1 Bijvoorbeeld normale verdeling en 80% kans dat de parameter tussen de boven- en ondergrens valt.

NCW groter is dan de waarde op de horizontale as. Zo kunnen we het volgende aflezen:

- De kans is (vrijwel) 100% dat de NCW groter is dan -200 kEUR.
- De kans is (vrijwel) 0% dat de NCW groter dan 600 kEUR is. Dit is hetzelfde als: de kans is 100% dat de NCW kleiner is dan 600 kEUR is.
- Met 80% waarschijnlijkheid ligt de NCW boven circa 45 kEUR.
- Met 88% waarschijnlijkheid ligt de NCW boven nul. We zeggen ook wel dat de kans op succes (in economische zin) van het project is 88%.
- De verwachtingswaarde van de NCW is 166 kEUR<sup>1</sup>. Deze waarde is niet helemaal gelijk aan de base case waarde (175 kEUR), omdat het tornadodiagram niet symmetrisch is (voor o.a. bedrijfstijd).



*Figuur 13* Waarschijnlijkheidsdiagram modificatie. Dit tornadodiagram werd gemaakt met een voor Excel geschreven macro. Er zijn ook commerciële programma's verkrijgbaar die hetzelfde voor u doet<sup>2</sup>.

### 6.3.3. De „zekere” waarde van de NCW

Wanneer we onze zekerheidsgrens op bijvoorbeeld 80% stellen, kunnen we zeggen dat de „zekere” NCW circa 45 kEUR bedraagt. Met „zeker” bedoelen we eigenlijk relatief zeker ten opzichte van de verwachtingswaarde. Deze bedraagt 166 kEUR. In de verwachtingswaarde zijn echter risico's verborgen. De kans dat de werkelijke

- 1 De verwachtingswaarde van de NCW is gedefinieerd door een kans van 50% (50% kans dat de werkelijke waarde hierboven ligt en 50% kans dat deze eronder ligt).
- 2 Crystal Ball van Decisioneering; @Risk van Palisade.

waarde hierop of hierboven zal uitkomen is maar 50%. Door de risico's expliciet te maken en te verwerken in de te verwachten kasstromen hebben we een „zekere” waarde berekend van 45 kEUR, die een stuk lager ligt. Het is behoorlijk zeker (80%) dat deze bereikt of overschreden zal worden zal worden. We kunnen de zekere waarde ook op bijvoorbeeld 85% stellen. De „zekere” waarde wordt dan circa 16 kEUR volgens figuur 13.

## 7. Samenvatting en conclusie

We hebben in het voorgaande gekeken naar de economische aantrekkelijkheid van een investering. Hierbij kwam de tijdwaarde van geld aan de orde. Geld dat je later ontvangt is minder waard (in termen van nu) dan geld wat je eerder ontvangt. Dit effect hebben we verrekend met de disconteringsvoet. De hoogte van de disconteringsvoet is naast enkele algemene factoren als inflatie en risicovrije rente afhankelijk van:

- *De kredietwaardigheid van het bedrijf*

De kredietwaardigheid van het bedrijf dat geld wil lenen bepaalt de hoogte van de opslag over de risicovrije rente.

- *De industrieseCTOR*

Investeren in een bepaalde industrieseCTOR brengt een bepaald intrinsiek risico met zich mee. Dit is verrekend met de factor  $\beta$  ten opzichte van beleggen op de aandelenmarkt.

De risico's die verbonden zijn met het specifieke project dat het bedrijf wil uitvoeren zijn verrekend met behulp van een risicoanalyse en resulteren in een lagere zekere waarde van de NCW, waardoor projecten eerder als economisch niet haalbaar gekwalificeerd worden

### *Conclusie*

De „zekere” NCW is de maatstaf voor het accepteren van een project, niet de verwachtingswaarde ervan, aangezien in de laatste de specifieke projectrisico's niet betrokken zijn.

**Bijlage I. Invoerparameters praktijkgeval**

<i>Parameter</i>	<i>Eenheid</i>	<i>Waarde</i>			<i>Opmerking</i>
		base	low	high	
Toename terug te leveren elektriciteit	kW	2100	1995	2205	We verwachten een onnauwkeurigheid van de berekeningen van niet meer dan 5%
Toename aardgasverbruik	Nm <sup>3</sup> /h	470	447	494	Idem
Toename deminwaterverbruik	t/h	1.5	1.425	1.575	Idem
Resterende levensduur gasturbine	a	5	4	6	De opdrachtgever verwacht een restlevensduur van de gasturbine van 4-6 jaar
Draaiuren per jaar WKC	h/a	8500	8000	8700	Door de bank genomen wordt een bedrijfstijd van de WKC van 8000 – 8700 uur gerealiseerd
Tijdsfractie toepasbaarheid inlaatlucht koeling	(%)	85	80	90	Op grond van klimatologische gegevens wordt een toepasbaarheid van 80-90% verwacht <sup>1</sup>
Waarde teruggeleverde elektriciteit	EUR/MWh	40	38	42	Een waarde ergens tussen 38 en 42 EUR/MWh wordt verwacht voor de komende jaren. De kosten lopen mee met de inflatie.

1 De inlaatluchtkoeling kan niet werken beneden een buitenluchttemperatuur lager dan 5 °C. 10 tot 20% van het jaar is de buitenluchttemperatuur beneden 5 °C.

<i>Parameter</i>	<i>Eenheid</i>	<i>Waarde</i>			<i>Opmerking</i>
		base	low	high	
Prijs aardgas	cEUR/ Nm <sup>3</sup>	12.75	11.5	14.0	Een prijs ergens tussen 11.5 en 14.0 wordt verwacht, afhankelijk van inflatie. Deze grenzen lopen mee met de inflatie.
Prijs van het extra deminwater dat wordt gebruikt	EUR/ ton	1.5	1.25	1.75	De kosten zijn niet exact bekend. Aangegeven is de verwachte range. De kosten lopen mee met de inflatie
Investeringskosten modificatie	kEUR	170	145	195	+/- 15%. Dit is de nauwkeurigheid van de kostenschatting
Jaarlijkse onderhoudskosten modificatie (als percentage van de investeringskosten)	%/a	4	2	6	De onderhoudskosten (vervanging bepaalde onderdelen zijn niet zo goed bekend). Verwacht wordt dat de kosten met de inflatie toenemen
Reële disconteringsvoet	%/a	4.5			Zie tekst
Inflatie	%/a	1.5	1	3	
Vennootschapsbelasting	%	35			

**Bijlage II. Nederlandse en Angelsaksische termen**

<i>Angelsaksisch</i>	<i>Nederlands</i>
Corporate tax	Vennootschapsbelasting
Cost of debt	Kostenvoet vreemd vermogen
Cost of equity	Kostenvoet eigen vermogen
Credit spread	Kredietopslag
Debt	Vreemd vermogen
Discount rate	Disconteringsvoet
Equity	Eigen vermogen
Gearing	Hefboomeffect
Leverage	Hefboomeffect
Market risk premium	Marktrisico-opslag
Nett present value (NPV)	Netto contante waarde (NCW)
Risk free rate	Risicovrije rente
Tax shield	Belastingeffect
WACC weighted average cost of capital	Gemiddelde totale vermogenskostenvoet