DE INTERNE RENTEVOET

door Dr. N. L. Ruizendaal

I Inleiding

Het aantal publikaties over investeringsselectie is in de afgelopen jaren zowel in binnen- als buitenland sterk toegenomen. In deze publikaties worden tal van aspecten van het selecteren van investeringsprojecten belicht.[1]) Een van deze aspecten is de winstgevendheid. Er zijn verschillende rekentechnieken om de winstgevendheid van een investeringsproject tot uitdrukking te brengen. Een beknopt en helder overzicht van de meest bekende rekentechnieken wordt gegeven door Nable.[2]) Een van de methodes om de rentabiliteit van investeringsprojecten te meten is de interne rentevoet, ook wel in de Engels/Amerikaanse literatuur aangeduid als de „internal rate of return method". Deze rekentechniek heeft voorstanders, maar ook veel tegenstanders. In beschouwingen hierover komt het niet flexibel kunnen toepassen van de rekentechniek voor de interne rentevoet tot uitdrukking. In dit artikel willen wij hierop nader ingaan.

Vooraf een enkel woord over het doel van rentabiliteitsberekeningen. In de literatuur worden drie doelen genoemd:

1 het vaststellen van de winstgevendheid van een project;
2 het kunnen maken van een keuze uit twee of meer elkaar uitsluitende investeringsprojecten;
  Zulks is bijvoorbeeld het geval, indien project X op twee manieren kan worden doorgevoerd. Dit kan o.a. zijn meer of minder kapitaalintensief. Heeft men voor het meer kapitaalintensieve gekozen, dan valt hiermede het minder kapitaalintensieve af.
3 hoe te kiezen uit meerdere rendabele projecten, indien de beschikbare financiële middelen beperkt zijn.

Deze opsomming is niet volledig. Ook worden wel rentabiliteitsberekeningen opgesteld om de mate van winstgevendheid te bepalen van de beginperiode van projecten met een onbepaalde levensduur. Industriële herstructureringsprojecten bijvoorbeeld, hebben een onbepaalde levensduur. Een uitweiding hierover wordt achterwege gelaten, aangezien dit type projecten niet dagelijks voorkomt.[3])

II De begrippen investering, desinvestering en interne rentevoet

Het is nodig vooraf de begrippen investering, desinvestering en interne rentevoet te zamen te omschrijven en toe te lichten. Hieraan ontbreekt het bij de beschouwingen over investeringsselectie met als gevolg een te mechanische toepassing van de rekentechniek behorend bij de berekening van de interne rentevoet.

Het begrip investering kan worden omschreven als het beslag op vermogen voor

---

[1]) Nog in 1966 ontbrandde in „Economisch-Statistische Berichten" een discussie over dit onderwerp, die op gang werd gebracht door L. W. Kokee onder de titel „Herinvestering van cash flows". Toen dit artikel werd geschreven, was de meest recente publikatie in dit maandblad „Investeringsselectie in theorie en praktijk" van Diepenhorst. Zie: Financieringsnummer 1967.

[2]) Nable, H. J.: „Rentabiliteitsberekeningen voor het selecteren van kapitaalinvesteringen". Maandblad voor bedrijfsadministratie en -organisatie. Augustus 1965.

[3]) Ruizendaal, N. L.: „Industriële Herstructurering". Leiden 1968.

de verkrijging van goederen en diensten ten behoeve van een bepaald project. Onder goederen vallen ook de liquiditeiten (zowel primaire als secundaire en overige liquiditeiten). Immers liquiditeiten zijn ook goederen.

Onder desinvestering wordt verstaan het vrijkomen van vermogen door de verkoop van goederen en diensten na aftrek van het element winst. Wij beschouwen vermogen als te zijn vrijgekomen indien:

a) het niet meer aan een project gebonden is,
   Dit zal nader worden toegelicht bij de bespreking van de niet conventionele investeringsprojecten.

en:

b) winst en wat voor amortisatie beschikbaar is gekomen, uit de onderneming afvloeit of voor verdere investeringen wordt aangewend.
   Immers voor zover winst en wat voor amortisatie beschikbaar is gekomen, voor verdere investeringen wordt aangewend, vindt weer beslag op vermogen plaats. Dit beslag op vermogen valt daardoor dan weer onder het begrip investering, zoals hierboven omschreven.

De inhoud van de begrippen investering en desinvestering hebben wij ontleend aan de gedachten die Koopmans[4]) in zijn inaugurele rede te Amsterdam ontvouwde. Door middel van deze begrippen en door consolidatie van de budgetvergelijking van micro-huishoudingen tot een macro-huishouding toonde hij op originele wijze nog eens aan dat sparen gelijk is aan investeren. Voor een goed inzicht in de door ons gehanteerde definities is kennisneming van deze inaugurele rede gewenst. Wij hebben ten opzichte van Koopman's betoog onze definities wat nader gepreciseerd om ze toepasbaar te maken op rentabiliteitsberekeningen. De definities investering en desinvestering kunnen namelijk op transactiebasis en op kasbasis worden gebruikt. Op kasbasis dienen zij te worden toegepast bij het maken van rentabiliteitsberekeningen voor investeringsprojecten. Onder beslag op vermogen dient dan tevens - indien relevant - te worden begrepen de vergroting van de hoeveelheid liquiditeiten in de onderneming om een bepaald project ter hand te kunnen nemen. Immers in dit geval vindt dan reeds in dit stadium vermogensvastlegging voor een investeringsproject plaats. Dit is de reden waarom wordt gesproken van „beslag op vermogen" en niet van „besteden van vermogen". Waardeveranderingen dienen in het kader van het vorenstaande als mutaties in de vermogensvastlegging te worden gezien. Aangezien waardeveranderingen geen kasbeweging inhouden, geven wij er in navolging van Koopmans de voorkeur aan deze te betitelen met quasi-investeringen en quasi-desinvesteringen.[5])

De interne rentevoet wordt meestal gedefinieerd als het percentage waarbij de contante waarde van de ingaande geldstroom gelijk is aan de contante waarde van de uitgaande geldstroom (of woorden van gelijke strekking). Dit is geen definitie van het begrip interne rentevoet maar de uitkomst van een mechanische rekenpartij met alle tekortkomingen van dien. Waar het om gaat is de inhoud van het begrip interne rentevoet weer te geven.

Wij omschrijven de interne rentevoet als een percentage dat de winstgevendheid over het vermogensbeslag van een investeringsproject gedurende zijn levensduur tot uitdrukking brengt.

---

[4]) Koopmans, J. G.: „De budgetvergelijking als verbindingsschakel tussen micro- en macro-economie". Haarlem 1955.

[5]) Voor een nadere uitwerking verwijzen wij naar ons artikel. „Prijswijzigingen en Investeringsselectie". Maandblad voor Accountancy en Bedrijfshuishoudkunde. Juni 1966.

III Rentabiliteit van een conventioneel investeringsproject

Tegen de methode van de interne rentevoet wordt dikwijls het bezwaar geuit dat de winstgevendheid van een project op arbitraire wijze afhankelijk wordt gesteld van de winstgevendheid van andere projecten. Dit is juist, indien de methode van de interne rentevoet mechanisch wordt toegepast, hetgeen op zichzelf onjuist is. Voor een nadere toelichting beperken wij ons in deze paragraaf tot de berekening van de rentabiliteit van een conventioneel investeringsproject.

In navolging van Bierman en Smidt[6]) worden conventionele investeringsprojecten gedefinieerd als die projecten waarbij een of meer kasuitgaven (ofwel beslag op vermogen) worden gevolgd door een periode met kasontvangsten. In symbolen kan de methode van de interne rentevoet voor een eenvoudig conventioneel project worden geschreven als:

$$I = \frac{A_1}{(1+i)} + \frac{A_2}{(1+i)^2} + \ldots\ldots + \frac{A_n}{(1+i)^n}$$

waarbij:

I	=	investeringsbedrag
$A_1, \ldots, A_n$	=	netto-opbrengsten in de jaren 1 tot en met n
i	=	interne rentevoet
n	=	levensduur van het investeringsproject.

De rentabiliteitsberekening van conventionele investeringsprojecten volgens de interne rentevoet dient men te zien als een annuïteitenberekening (al dan niet regelmatig), bestaande uit een bedrag voor amortisatie en een winstbedrag. Bij ons verdere betoog beperken wij ons - voor zover het conventionele investeringsprojecten betreft - tot de gelijkblijvende annuïteit, omdat het betoog hierdoor helderder kan worden gehouden.

De gelijkblijvende annuïteit kan als volgt uit een formule voor de interne rentevoet worden afgeleid:

$$I = \frac{A}{(1+i)} + \frac{A}{(1+i)^2} + \ldots\ldots + \frac{A}{(1+i)^n}$$

De som van deze reeks kan met behulp van de formule

$s = a\,\frac{1-r^n}{1-r}$ worden berekend,

waarbij:

s = som van de termen van de meetkundige reeks; derhalve $s = I$

a = eerste term van de reeks $a = \frac{A}{(1+i)}$

r = reden tussen de termen $r = \frac{1}{(1+i)}$

De berekening gaat dan als volgt:

$$I = \frac{A}{(1+i)} \times \frac{1 - \frac{1}{(1+i)^n}}{1 - \frac{1}{(1+i)}}$$

[6]) Bierman, H. Jr., en Schmidt, S.: „The capital budgeting decision". New York 1964, Pagina 5.

$$I = A \times \frac{1 - \frac{1}{(1+i)^n}}{i}$$

nu beide termen van de gelijkheid vermenigvuldigen met $(1+i)^n$

$$I(1+i)^n = A \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

$$A = \frac{I(1+i)^n \times i}{(1+i)^n - 1}$$

(annuïteitenformule)

Met een voorbeeld lichten wij de zojuist besproken annuïteit nader toe. Hiertoe wordt verondersteld dat een investeringsproject met een levensduur van tien jaar fl. 614.460 vergt. De ingaande kasstroom na belastingen en complementaire kosten, maar voor afschrijven, is fl. 100.000 per jaar.[7])
Derhalve:

$$614.460 = \frac{100.000}{(1+i)} + \frac{100.000}{(1+i)^2} + \ldots\ldots + \frac{100.000}{(1+i)^{10}}$$

$$\underline{i = 10\%}$$

Tabel 1 laat zien hoe deze annuïteit kan worden gesplitst in de component „rentabiliteit" en de component „beschikbaar voor amortisatie".

Bedrag der investering fl. 614.460; ingaande kasstroom na belastingen fl. 100.000 per jaar.

Jaar	Ingaande kasstroom aan het eind van elk jaar	Vastgelegd vermogen aan het begin van elk jaar	Rentabiliteit 10%	Beschikbaar voor amortisatie	Vastgelegd vermogen aan het eind van elk jaar
0		**614.460**			
1	100.000	614.460	61.446	38.554	575.906
2	100.000	575.906	57.591	42.409	533.497
3	100.000	533.497	53.350	46.650	486.847
4	100.000	486.847	48.685	51.315	435.532
5	100.000	435.532	43.553	56.447	379.085
6	100.000	379.085	37.909	62.091	316.994
7	100.000	316.994	31.699	68.301	248.693
8	100.000	248.693	24.869	75.131	173.562
9	100.000	173.562	17.356	82.644	90.918
10	100.000	90.918	9.092	90.908	a) **10**
Totaal	1.000.000	3.855.494	385.550	614.450	3.241.034

a) *f* 10 vloeit voort uit afrondingen.

Nu dient nog te worden nagegaan of aan de definitie van het begrip desinvestering is voldaan. Van desinvestering is sprake indien winst en wat beschikbaar is geko-

[7]) Eenvoudigheidshalve wordt verondersteld dat de ingaande kasstroom steeds aan het einde van het jaar plaatsvindt en de investering aan het begin van het jaar. Ditzelfde voorbeeld - iets meer in details - is ook gegeven in ons artikel „Prijswijzigingen en investeringsselectie". Maandblad voor Accountancy en Bedrijfshuishoudkunde. Juni 1966.

men voor amortisatie uit de onderneming afvloeien of voor verdere investeringen worden aangewend (zie paragraaf II).

Essentieel is, of hetgeen beschikbaar komt aan winst en voor amortisatie - en niet wordt gebruikt voor financiering van andere projecten - uit de onderneming kan afvloeien. In het ontkennende geval wordt de hoeveelheid liquiditeiten in de onderneming vergroot en vindt er voor dit project geen of geen volledige desinvestering plaats; de liquiditeitspositie van de onderneming wordt hierdoor beïnvloed. Het liquiditeitsbegrip definiëren wij in navolging van Meij als „het evenwicht tussen de door het produktieproces bepaalde uitzettingen en contracties van het opgesloten vermogen, en de door opnamemogelijkheid en terugbetalingsverplichting bepaalde veranderingen in het beschikbaar gestelde vermogen".[8])

Wij komen hiermede aan de kern van het eerste deel van ons betoog. De methode van de interne rentevoet geeft een te gunstig beeld van de rentabiliteit van een conventioneel investeringsproject, indien entamering van dit project ertoe leidt dat een overliquiditeit ontstaat en hiermede geen rekening zou worden gehouden bij de berekening van de interne rentevoet. Dit laatste impliceert dat de methode van de interne rentevoet te mechanisch wordt toegepast.

Tevens houdt dit in dat het begrip desinvestering - zoals door ons gedefinieerd - niet juist wordt toegepast. Immers in onze definitie is slechts sprake van desinvestering, indien onder meer de winst en wat beschikbaar is gekomen voor amortisatie, uit de onderneming afvloeit of voor verdere investeringen wordt aangewend. En hiervan is geen sprake voor zover een investeringsproject een situatie van overliquiditeit doet ontstaan (of vergroot).

Nu is het voordeel van de methode van de interne rentevoet dat deze zich er juist zo goed voor leent de rentabiliteit van een investeringsproject te calculeren, rekening houdend met het ontstaan (of de vergroting) van een eventuele overliquiditeit. Hiertoe dient het overschot aan liquide middelen - veroorzaakt door dit project - als vermogensbeslag te worden meegeteld.

Ter illustratie wordt aangenomen dat alle voor amortisatie beschikbaar komende bedragen in Tabel 1 een overliquiditeit veroorzaken. Men krijgt dan de volgende interne-rentevoetberekening[9]):

$$614.460 + \frac{38.554}{(1+i)} + \frac{42.409}{(1+i)^2} + \ldots\ldots + \frac{90.908}{(1+i)^{10}} = \frac{100.000}{(1+i)} + \ldots\ldots + \frac{100.000}{(1+i)^{10}} + \frac{614.460}{(1+i)^{10}}$$

$$\underline{i = 6\%}$$

IV Rentabiliteit van een niet conventioneel investeringsproject

De niet conventionele investeringsprojecten kunnen worden gedefinieerd als die projecten waarbij een of meer kasuitgaven - ofwel beslag op vermogen - worden onderbroken of voorafgegaan door een of meer periodes met kasontvangsten.

In het kader van onze definities *kan* bij niet conventionele investeringsprojecten het vastgelegde vermogen korte of langere tijd gedurende de levensduur van het

---

[8]) Meij, J. L.: „Leerboek der bedrijfseconomie". Deel 2. Den Haag 1964. Pagina 30.

[9]) Om deze berekening in dit artikel eenvoudig te houden, is verondersteld dat geen opbrengst op de overtollige liquide middelen wordt verkregen.

project een negatief bedrag (overschot) vertonen. Indien de methode van de interne rentevoet mechanisch wordt toegepast, wordt ten aanzien van het negatieve vermogensbeslag verondersteld dat het evenveel rente oplevert als de uitkomst van de betrokken rentabiliteitscalculatie voor dit project. Een voorbeeld ter illustratie.

Voor dit voorbeeld wordt verondersteld dat een investeringsproject (bijvoorbeeld een zandafgraving) *f* 336.800 vergt voor de aanschaffing van vaste activa. De ingaande kasstroom levert *f* 70.000 na belastingen per jaar op. Aan het einde van de levensduur van het project, namelijk na tien jaar, dient *f* 242.000 te worden betaald voor het in de oorspronkelijke toestand brengen van het desbetreffende terrein. De formule hiervoor luidt:

$$336.800 + \frac{242.000}{(1+i)^{10}} = \frac{70.000}{(1+i)} + \frac{70.000}{(1+i)^2} + \ldots\ldots + \frac{70.000}{(1+i)^{10}}$$

Laat men buiten beschouwing dat het hier een niet conventioneel investeringsproject betreft, dan zou de factor i 10% zijn. Het vorenstaande zou dan op de volgende wijze in de componenten rentabiliteit en amortisatie kunnen worden gesplitst (zie Tabel 2):

Tabel 2

Bedrag der investering fl. 336.800. Ingaande kasstroom fl. 70.000 per jaar. Ontruimingskosten aan het einde van het tiende jaar fl. 242.000.

Jaar	Ingaande kasstroom aan het eind van elk jaar	Vastgelegd vermogen aan het begin van elk jaar	Rentabiliteit 10%	Beschikbaar voor amortisatie	Vastgelegd vermogen aan het eind van elk jaar
0		**336.800**			
1	70.000	336.800	33.680	36.320	300.480
2	70.000	300.480	30.048	39.952	260.528
3	70.000	260.528	26.053	43.947	216.581
4	70.000	216.581	21.658	48.342	168.239
5	70.000	168.239	16.824	53.176	115.063
6	70.000	115.063	11.506	58.494	56.569
7	70.000	56.569	5.657	64.343	*7.774*
8	70.000	*7.774*	*777*	70.777	*78.551*
9	70.000	*78.551*	*7.855*	77.855	*156.406*
10	(172.000)	*156.406*	*15.641*	(156.359)	a) **47**
Totaal	458.000	1.696.991	169.699	336.847	1.360.191

a) *f* 47 vloeit voornamelijk voort uit afrondingen van het rentabiliteitspercentage.

Uit Tabel 2 blijkt dat het vastgelegde vermogen tijdelijk een negatief saldo vertoont, namelijk vanaf het zevende jaar. Er is derhalve sprake van een tijdelijke negatief vermogensbeslag (tijdelijk vermogensoverschot voor zover het dit project betreft; voor de onderneming als geheel behoeft dit niet het geval te zijn). Dit tijdelijk vermogensbeslag is nog aan het project gebonden, omdat het in het tiende jaar nodig is om de negatieve ingaande kasstroom te kunnen compenseren. In de berekeningen in Tabel 2 is impliciet verondersteld dat de rentevergoeding op dit

overschot 10% na belastingen bedraagt. Dit behoeft in het geheel niet zo te zijn.

De rentefactor op het „overschot" moet in de desbetreffende rentabiliteitscalculatie de alternatieve vermogenskosten weerspiegelen. Indien wij deze alternatieve vermogenskosten op 6% stellen, wordt de interne rentevoet van het desbetreffende investeringsproject ruim 9%. De betrokken berekening is in Tabel 3 nader uitgewerkt.

Tabel 3

Bedrag der investering fl. 336.800. Ingaande kasstroom fl. 70.000 per jaar. Ontruimingskosten aan het einde van het tiende jaar fl. 242.000.

Jaar	Ingaande kasstroom aan het eind van elk jaar	Vastgelegd vermogen aan het begin van elk jaar	Rentabiliteit: a) Positief 9½% Negatief 6% Gemiddeld 9%	Beschikbaar voor amortisatie	Vastgelegd vermogen aan het eind van elk jaar
0		**336.800**			
1	70.000	336.800	31.996	38.004	298.796
2	70.000	298.796	28.386	41.614	257.182
3	70.000	257.182	24.432	45.568	211.614
4	70.000	211.614	20.103	49.897	161.717
5	70.000	161.717	15.363	54.637	107.080
6	70.000	107.080	10.172	59.828	47.252
7	70.000	47.252	4.489	65.511	*18.259*
8	70.000	*18.259*	*1.096*	71.096	*89.355*
9	70.000	*89.355*	*5.361*	75.361	*164.716*
10	(172.000)	*164.716*	*9.883*	(162.117)	b) **2.599**
Totaal	458.000	1.692.771	151.281	339.399	1.355.971

a) „positief" betekent „positief vermogensbeslag",
„negatief" betekent „negatief vermogensbeslag".
b) *f* 2.599 vloeit voornamelijk voort uit afrondingen van de rentabiliteitspercentages.

Wij komen hiermede aan de kern van het tweede deel van ons betoog. De methode van de interne rentevoet kan een onjuist beeld van de rentabiliteit van niet conventionele investeringsprojecten geven, indien geen rekening wordt gehouden met een tijdelijk negatief vermogensbeslag, dat kan optreden bij dit soort projecten. Dit impliceert dat de methode van de interne rentevoet te mechanisch wordt toegepast. Men hanteert dan geen goede begrippen „interne rentevoet", „investering" en „desinvestering". Voor zover de rekentechniek behorend bij de methode van de interne rentevoet flexibel wordt toegepast, behoeft ook bij niet conventionele investeringsprojecten de winstgevendheid van het ene project niet op arbitraire wijze afhankelijk te worden gesteld van het andere project.

Opgemerkt kan worden dat de uitkomst van de rentabiliteitsberekening zoals uitgevoerd in Tabel 3 alleen te vinden is langs de weg van „trial and error". Zulks brengt nogal wat rekenwerk mee. Dit is juist. Voor zover een onderneming veel wordt geconfronteerd met niet conventionele investeringsprojecten, kan met vrucht gebruik worden gemaakt van rekenautomaten. Wellicht is het nuttig te vermelden dat men soms in de praktijk een of meer uitgaven aan het einde van de levensduur van een project contant maakt met behulp van de alternatieve vermo-

genskosten. Dit voorkomt gedetailleerde calculaties, terwijl de uitkomst nagenoeg gelijk blijft. Om dit correct te kunnen doen is er wel enige ervaring in het maken van interne-rentevoetcalculaties nodig.

V Keuze uit twee of meer elkaar uitsluitende projecten

Er wordt wel betoogd dat men met de methode van de interne rentevoet niet steeds tot een verantwoorde selectie van elkaar uitsluitende investeringsprojecten kan komen.[10])

Dit is niet juist, aangezien een dergelijke selectie door middel van de „verschillencalculatie" kan worden gedaan. Hiertoe moet de interne rentevoet van de verschillen in in- en uitgaande kasstromen worden berekend. Zodra dit type „verschillencalculatie" een interne rentevoet oplevert boven de minimaal verlangde rentabiliteit, is het project met de grotere investeringsuitgave ceteris paribus aantrekkelijker dan het kleinere project. Mutatis mutandis kan de omgekeerde redenering worden gevolgd, zodra de verschillencalculatie een interne rentevoet oplevert beneden de minimaal verlangde rentabiliteit.

Een voorbeeld ter illustratie. Stel een investeringsproject van *f* 664.460 met een economische levensduur van tien jaar levert een ingaande kasstroom op van *f* 105.750 per jaar. Hetzelfde project kan ook worden gerealiseerd door aanschaf van de in technisch opzicht andere apparatuur, die *f* 50.000 minder kost. De ingaande kasstroom is in het laatste geval *f* 100.000 per jaar. De economische levensduur is ook tien jaar.

Tabel 4

	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
lternatief I	—664.460	105.750	105.750	105.750	105.750	105.750	105.750	105.750	105.750	105.750	105.750
lternatief II	—614.460	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
erschil	+ 50.000	5.750	5.750	5.750	5.750	5.750	5.750	5.750	5.750	5.750	5.750

Alternatief I heeft een interne rentevoet van 9%.
Alternatief II heeft een interne rentevoet van 10%.

De verschillencalculatie levert een interne rentevoet op van 3%.

Indien de alternatieve vermogenskosten op 6% worden gesteld, blijkt dat Alternatief I niet aantrekkelijk is. Immers dit alternatief vergt *f* 50.000 meer en levert slechts 3% rentabiliteit op.

De methode van de interne rentevoet kan - indien op de juiste wijze toegepast - worden gebruikt voor het maken van een keuze uit twee of meer elkaar op technische gronden uitsluitende investeringsprojecten.

Het voorbeeld in Tabel 4 betrof twee projecten met een gelijke levensduur, namelijk 10 jaar. Dikwijls heeft men een keuze te maken uit twee of meer projecten waarvan de levensduur niet gelijk is. Men wordt dan geconfronteerd met het vraagstuk van het „gelijkschakelen" van de kasstromen.
Wemelsfelder[11]) merkt in dit verband op dat in de Amerikaanse literatuur nu

[10]) Diepenhorst, A. I.: „Investeringsselectie in theorie en praktijk". Maandblad voor Accountancy en Bedrijfshuishoudkunde. 1967. Pagina 171.
[11]) Wemelsfelder, J.: „De contantewaardemethode bij de selectie van investeringsprojecten. Economisch-Statistische Berichten. 8 maart 1967. Pagina 268.

doorgaans wordt aanbevolen, onder deze omstandigheden uit te gaan van een gebruik van elkaar opvolgende investeringsprojecten over een periode gelijk aan het kleinste gemene veelvoud van de levensduur van ieder der afzonderlijke projecten. Zou men dus uit twee projecten moeten kiezen, waarvan het ene (project A) een levensduur heeft van 17 jaar en het andere (project B) van 19 jaar, dan zou men in dit eenvoudige voorbeeld voor beide projecten moeten uitgaan van een rekenperiode van 17 × 19 = 323 jaar. (!) Het eerste project zou dan krachtens hypothese 19 keer herhaald worden en het tweede project 17 keer.

Dit is niet nodig. Voor het maken van de verschillencalculatie dient de ingaande kasstroom van project B te worden „afgebroken" aan het eind van het 17e jaar; aan project B wordt een eindwaarde toegekend bestaande uit de contante waarde van de kasstroom in het 18e en 19e jaar. Dit contant maken dient te gebeuren op basis van de rentabiliteit van project B, bijvoorbeeld 10%.

Diepenhorst[12]) geeft in het „Financieringsnummer van het Maandblad voor Accountancy en Bedrijfshuishoudkunde" een voorbeeld, waarbij hij met behulp van de interne rentevoet niet tot een verantwoorde keuze kan komen tussen twee elkaar in technisch opzicht uitsluitende investeringsprojecten. Tevens stipt hij daarbij het vraagstuk aan van meer uitkomsten die uit interne-rentevoetcalculaties kunnen voortvloeien. Op dit laatste komen wij nog nader terug in paragraaf VII van dit artikel. Het voorbeeld van Diepenhorst is als volgt in cijfers weergegeven:

	G	H	I = H — G
t_o	— 1.000	— 1.160	— 160
t_1	+ 1.000	+ 2.000	+ 1.000
t_2	+ 2.000	+ 1.000	— 1.000

Bij de analyse ter vaststelling of Project H de voorkeur verdient boven Project G zijn door Diepenhorst terecht de verschillen in de in- en uitgaande kasstromen bepaald, maar de calculatie is niet verder doorgezet. Deze verschillenrekening laat namelijk zien dat de per saldo verkregen in- en uitgaande kasstroom het karakter heeft van een niet conventioneel project. Dit impliceert dat voor het negatieve vermogensbeslag de alternatieve vermogenskosten moeten worden ingezet. Indien wij deze op 6% stellen, blijkt dat Project H niet de voorkeur verdient boven Project G.

Tabel 5

Jaar	Ingaande kasstroom aan het eind van elk jaar	Vastgelegd vermogen aan het begin van elk jaar	Rentabiliteit: Positief 1% Negatief 6%	Beschikbaar voor amortisatie	Vastgelegd vermogen aan het eind van elk jaar
t_o		**160**			
t_1	1.000	160	1.6	998.4	*838.4*
t_2	(1.000)	*838.4*	*50.3*	(949.7)	111.3
Totaal	—	998.4	51.9	48.7	949.7

Zelfs bij een interne rentevoet van 1% is hetgeen voor amortisatie beschikbaar

[12]) Diepenhorst, A. I.: „Investeringsselectie in theorie en praktijk". Maandblad voor Accountancy en Bedrijfshuishoudkunde. 1967. Pagina 171.

komt, lang niet toereikend om het investeringsbedrag ad fl. 160 terug te betalen. Project H is niet rendabel in vergelijking met Project G.

VI Keuze uit een aantal rendabele projecten, indien de financiële middelen beperkt zijn

Als bezwaar tegen de methode van de interne rentevoet wordt nogal eens aangevoerd dat geen verantwoorde keuze kan worden gemaakt uit een aantal investeringsprojecten, indien de financiële middelen beperkt zijn. Diepenhorst spreekt - geïnspireerd door Lorie en Savage - in dit kader over de beste verdeling van een beperkt beschikbaar bedrag over rivaliserende bestemmingen.[13]) Hij meent dat het oordeel niet gunstig kan luiden en zegt: „De methode (bedoelt wordt de interne rentevoet - i.r.r.) zou ertoe leiden dat men de aanwezige investeringsmogelijkheden naar hun i.r.r. rangschikt, en het beschikbare bedrag volgens deze rangorde toedeelt aan de meest lukratieve projecten, net zolang tot het „op" is. Hoe plausibel deze distributie ook moge schijnen, ze biedt geen enkele waarborg dat het optimale resultaat bereikt zal worden. Ter demonstratie kies ik drie investeringen, D, E enF, welke door de volgende cash flows gekenmerkt zijn:

	D	E	F
t_0	— 100	— 100	— 100
t_1	+ 109	0	0
t_2	+ 1.1	+ 121	+ 400

De i.r.r.'s bedragen voor D en E elk 10% en voor F is ze 100%. Wanneer nu per t_0 een bedrag van fl. 200 beschikbaar is, zou de methode ertoe leiden dat men in ieder geval F op het programma zou zetten, maar tussen D en E indifferent zou zijn, aangenomen uiteraard dat de kosten van het vermogensbeslag beneden de 10% liggen."[14])

Dit laatste nu, het indifferent zijn tussen D en E, is een misvatting, hetgeen door middel van de verschillencalculatie met behulp van de interne rentevoet kan worden bewezen. Wij tonen de interne rentevoet van zowel E - D als D - E en veronderstellen dat de alternatieve vermogenskosten 6% zijn. De factor i = interne rentevoet.

	E - D	D - E
t_0	0	0
t_1	— 109	+ 109
t_2	+ 119.9	— 119.9
	i = 10%	i is negatief

Dit impliceert dat Project E - in het kader van het kiezen uit een aantal investeringsprojecten, indien de financiële middelen beperkt zijn - de voorkeur verdient boven Project D. Op dezelfde wijze - derhalve door toepassing van de verschillencalculatie - kan men aantonen dat Project F te prefereren is boven Project D.

---

[13]) Diepenhorst, A. I.: „Investeringsselectie in theorie en praktijk". Maandblad voor Accountancy en Bedrijfshuishoudkunde. 1967. Pagina 165.

[14]) Diepenhorst, A. I.: „Investeringsselectie in theorie en praktijk". Maandblad voor Accountancy en Bedrijfshuishoudkunde. 1967. Pagina 170.

Derhalve verdienen de projecten E en F de voorkeur. Wij spreken bewust van „verdienen uit een oogpunt van rentabiliteit de voorkeur" in plaats van „moeten worden gekozen", omdat de prioriteitenbepaling mede dient te geschieden op andere gronden, zoals het risico.

De keuze uit een aantal investeringsprojecten, indien de financiële middelen beperkt zijn, kan worden gedaan door middel van de verschillencalculatie met behulp van de interne rentevoet.

VII Meer uitkomsten van de interne-rentevoetcalculatie voor eenzelfde investeringsproject

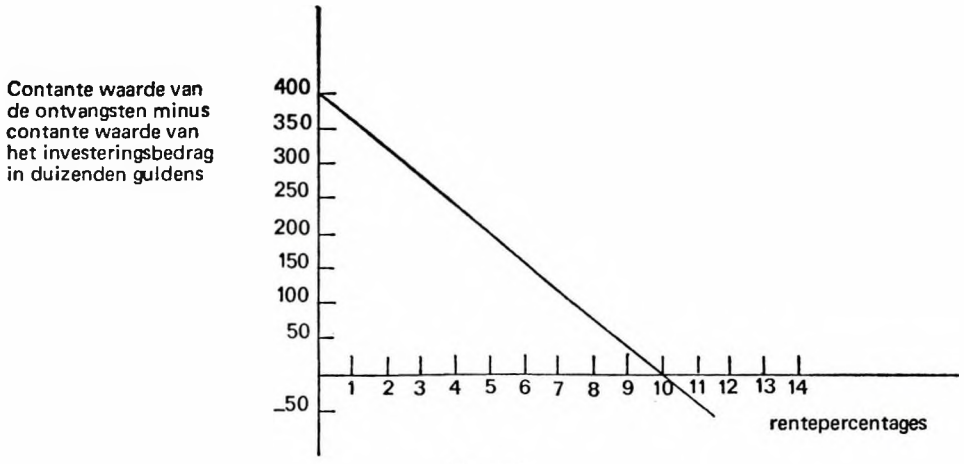
Er wordt nog een ander bezwaar aangevoerd tegen de interne rentevoet. Men betoogt dat bij een onregelmatige „cash flow" meer waarden van het rendement kunnen voldoen aan de grondvergelijking van de interne rentevoet.[15]) Wij menen dat in dit geval de interne-rentevoetmethode ook weer te mechanisch wordt toegepast, hetgeen als volgt toegelicht kan worden.

De methode van de interne rentevoet stelt ons in staat na te gaan bij welke waarden van de factor *i* de in- en uitgaande kasstromen met elkaar in evenwicht zijn. Indien voor het investeringsproject dat nader gedetailleerd is in Tabel 1, de contante waarde wordt berekend met oplopende waarden voor de factor i, dan krijgt men de cijferreeks als getoond in Tabel 6. De grafische voorstelling daarvan is gegeven in Figuur 1.

Tabel 6

I	II	III	IV
Rente-percentage	Contante waarde van tienjaarlijkse ontvangsten van elk *f* 100.000	Investeringsbedrag *f* 614.460	Kolom II minus Kolom III
0	1.000.000	614.460	+ 385.540
1	947.130	614.460	+ 332.670
2	898.260	614.460	+ 283.800
3	853.020	614.460	+ 238.560
4	811.090	614.460	+ 196.630
5	772.170	614.460	+ 157.710
6	736.010	614.460	+ 121.550
7	702.360	614.460	+ 87.900
8	671.010	614.460	+ 56.550
9	641.770	614.460	+ 27.310
10	614.460	614.460	+ 0
11	588.920	614.460	— 25.540
12	565.020	614.460	— 49.440
13	542.620	614.460	— 71.840
14	521.610	614.460	— 92.850
enz.			

[15]) In ons land werd hierop voor het eerst gewezen door H. J. Kruizinga in zijn artikel: „Selectie en prioriteitenbepaling van investeringsprojecten". Maandblad voor Accoupntancy en Bedrijfshuishoudkunde. 1962.



figuur 1

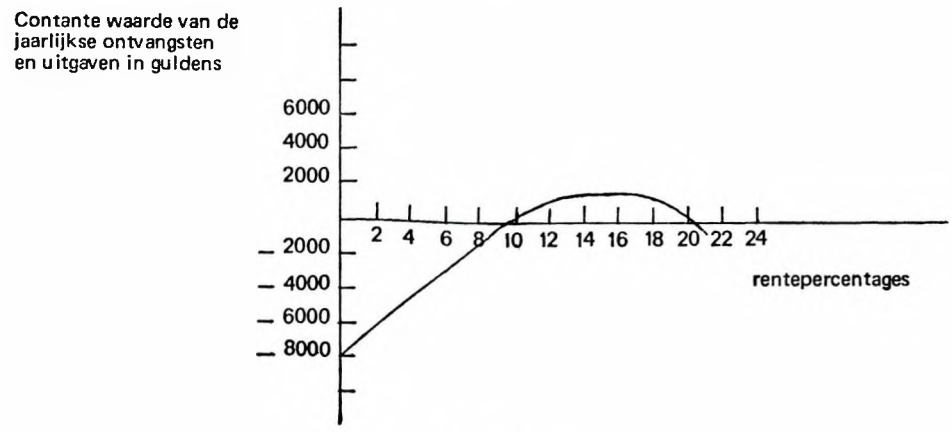
Hetzelfde als zojuist is gedaan, wordt nu toegepast op een niet conventioneel investeringsproject. Voor dit voorbeeld wordt verondersteld dat een investering fl. 100.000 vergt voor de aanschaffing van vaste activa. De ingaande kasstroom aan het einde van het eerste jaar bedraagt fl. 143.500 na belastingen. In de daaropvolgende negen jaren dient nog een nettobedrag van fl. 5.785 per jaar na belastingen te worden betaald.

Vorenstaande kasstromen kunnen worden geschreven als:

$$100.000 = \frac{143.500}{(1+i)} + \frac{-5.785}{(1+i)^2} + \frac{-5.785}{+1+i)^3} + \ldots\ldots + \frac{-5.785}{(1+i)^{10}}$$

Indien men over het hoofd ziet dat dit een niet conventioneel project betreft, zou men twee waarden voor de factor i vinden, die beide in de vergelijking voldoen (zie Figuur 2):

$$\underline{i = 9\tfrac{1}{2}\%} \text{ en } \underline{i = 20\tfrac{1}{2}\%}$$



figuur 2

Zoals betoogd in paragraaf IV, *kan* er bij niet conventionele investeringsprojecten een negatief vermogensbeslag ontstaan. Indien men dit over het hoofd ziet, kunnen er meer uitkomsten worden gevonden, die beide voldoen in de vergelijking. Houdt men wel rekening met het niet conventionele karakter van het project, dan ontstaat maar één uitkomst die voldoet.

Voor zover zojuist gegeven voorbeeld is - uitgaande van de alternatieve vermogenskosten voor het negatieve vermogensbeslag van 6% - de rentabiliteit geen 9½% of 20½%, maar 5%. In Tabel 7 is de berekening in details getoond.

Tabel 7

Bedrag der investering *f* 100.000. Ingaande kasstroom in eerste jaar *f* 143.500. In de daaropvolgende jaren is er een uitgaande kasstroom van *f* 5.785 per jaar.

Jaar	Ingaande kasstroom aan het eind van elk jaar	Vastgelegd vermogen aan het begin van elk jaar	Rentabiliteit: Positief 4% Negatief 6% Gemiddeld 5%	Beschikbaar voor amortisatie	Vastgelegd vermogen aan het eind van elk jaar
0		**100.000**			
1	143.500	100.000	4.000	139.500	*39.500*
2	(5.785)	*39.500*	*2.370*	(3.415)	*36.085*
3	(5.785)	*36.085*	*2.165*	(3.620)	*32.465*
4	(5.785)	*32.465*	*1.948*	(3.837)	*28.628*
5	(5.785)	*28.628*	*1.718*	(4.067)	*24.561*
6	(5.785)	*24.561*	*1.474*	(4.311)	*20.250*
7	(5.785)	*20.250*	*1.215*	(4.570)	*15.680*
8	(5.785)	*15.680*	*941*	(4.844)	*10.836*
9	(5.785)	*10.836*	*650*	(5.135)	*5.701*
10	(5.785)	*5.701*	*342*	(5.443)	a) **258**
Totaal	91.435	313.706	16.823	100.258	213.706

a) *f* 258 vloeit voornamelijk voort uit afrondingen van de rentabiliteitspercentages.

Volledigheidshalve wordt opgemerkt, dat een gedetailleerde calculatie zoals uitgevoerd in Tabel 7 niet nodig is. Dit kan als volgt worden aangetoond. De in- en uitgaande kasstromen waren geschreven als:

$$100.000 = \frac{143.500}{(1+i)} + \frac{-5.785}{(1+i)^2} + \frac{-5.785}{(1+i)^3} + \ldots\ldots + \frac{-5.785}{(1+i)^{10}}$$

Door het contant maken van de bedragen van jaar 2 tot en met jaar 3 tegen de alternatieve vermogenskosten ad 6% kan men schrijven:

$$137.121 = \frac{143.500}{(1+i)}$$

$$\underline{i = 5\%}$$

Een dergelijke calculatie is in een ommezien gereed. Wij hebben in Tabel 7 de meer gedetailleerde vorm gekozen om het betoog te laten aansluiten bij de inhoud van de voorafgaande paragrafen. Overigens dient voor de meer ingewikkelde calculaties

wel de gedetailleerde vorm te worden gekozen teneinde de juiste uitkomst te kunnen berekenen. Hoe gecompliceerd de grondvergelijking die aan de interne rentevoet ten grondslag ligt, ook mag worden - indien men onze definities over de begrippen investering, desinvestering en interne rentevoet hanteert - er zal nooit meer dan één uitkomst worden gevonden die voldoet aan deze grondvergelijking.[16])

VIII Mechanische en flexibele interne rentevoet

De mogelijkheid is niet uitgesloten dat men in onze beschouwingen een verwantschap ziet met de door Hunt[17]) ontwikkelde „two-rate analysis". Bij deze methode worden de verwachte kasoverschotten in een amortisatiebestanddeel en een winstbestanddeel gesplitst. De amortisatiebedragen zijn gelijke jaarbedragen, waarvan wordt verondersteld dat zij in een „sinking fund" worden gestort en de gemiddelde rentabiliteit van de ondernemingen opbrengen tot zij zijn aangegroeid tot het oorspronkelijke investeringsbedrag.

Traas[18]) geeft hiervan een helder voorbeeld, waarbij een investeringsproject *f* 1.000 vergt en de restwaarde *f* 200 bedraagt. De berekening loopt zoals in Tabel 8 is aangegeven, waarbij is uitgegaan van een herinvesteringsvoet van 10%.

Tabel 8

1	2	3	4	5	6	7	8
Jaar	„Cash flows"	Geëgaliseerde „cash flows"	Waarvan inkomen	Waarvan afschrijvingen	Rente over afschrijvingen vorige jaren	Toevoeging aan „sinking fund" (5 + 6)	Totaal „sinking fund"
1	420,—	299,79	229,83	69,96	—	69,96	69,96
2	380,—	299,79	229,83	69,96	6,99	76,95	146,91
3	340,—	299,79	229,83	69,96	14,69	84,65	231,56
4	300,—	299,79	229,83	69,96	23,15	93,11	324,67
5	260,—	299,79	229,83	69,96	32,46	102,42	427,09
6	220,—	299,79	229,83	69,96	42,70	112,66	539,75
7	180,—	299,79	229,83	69,96	53,97	123,93	663,68
8	140,—	299,79	229,83	69,96	66,36	136,32	800,—
					restwaarde	200,—	1.000,—

Terecht merkt Traas hierover op: „Een eerste bezwaar is dat voor de in het „sinking fund" gestorte bedragen een herinvesteringsopbrengst wordt aangenomen gelijk aan de gemiddelde rendabiliteit van de onderneming.

Afgezien van de vraag hoe deze moet worden berekend indien het investeringsprogramma nog niet vaststaat, leidt gebruik van de ondernemingsrentabiliteit ertoe dat een vermenging ontstaat van de resultaten van het project met de resultaten van de rest van de onderneming. Het gevaar is daardoor niet denkbeeldig dat dank zij

[16]) Het desbetreffende wiskundige bewijs hiervoor is gegeven in „Industriële Herstructurering". Leiden 1968. Pagina's 60 en 61.

[17]) Hunt, P.: „Financial analysis in capital budgeting". Boston 1964. Pagina 18 e.v.

[18]) Traas, L.: „Het investerings- en financieringsplan van de onderneming". Alphen aan den Rijn 1967. Pagina 59.

een hoge „average rate of return" over het „sinking fund" een rendabiliteitspercentage wordt berekend voor de investering als geheel dat boven de „criterion rate" ligt, terwijl, ware het project afzonderlijk bezien, het deze eis niet zou hebben gehaald."[19])

Hierbij komt naar onze mening dat Hunt over het hoofd heeft gezien, dat de bezwaren die tegenover de interne rentevoet worden aangevoerd, mede en vooral betrekking hebben op niet conventionele investeringsprojecten.[20]) Bij dit soort projecten kunnen tijdelijke vermogensoverschotten ontstaan, waarvan wij de opbrengsten - resulterende uit de alternatieve vermogenskosten - als ingaande kasstroom medetellen. Derhalve geen „two-rate analysis" in de zin van Hunt.

Men kan zich afvragen of in de vorenstaande paragrafen een variant van de interne rentevoet is ontwikkeld, die de nadelen welke in tal van publikaties aan de interne rentevoet worden toegeschreven, met enige kunstgrepen omzeilt. Wij menen dat dit niet het geval is. Ter toelichting het volgende.

Het begrippenmateriaal waarmede men in de literatuur werkt, is onvolledig en ondeugdelijk geformuleerd. Zo wordt geen aandacht besteed aan de desinvestering die op een investering volgt. De interne rentevoet wordt - zoals wij reeds stelden - meestal omschreven als het percentage waarbij de contante waarde van de ingaande geldstroom gelijk is aan de contante waarde van de uitgaande geldstroom (of woorden van gelijke strekking). In feite is dit de omschrijving van de uitkomst van een mechanische rekenpartij.

Op zijn best kan men de opvattingen in de literatuur over de interne rentevoet betitelen als de mechanische interne rentevoet. In tegenstelling hiermede - en om begripsverwarringen te voorkomen - zou men onze uiteenzetting kunnen betitelen als de flexibele interne rentevoet.

IX Samenvatting

Wil men komen tot een goede beoordeling van de interne rentevoet bij selectie van investeringsprojecten, dan dienen bij beschouwingen hierover de begrippen interne rentevoet, investering en desinvestering te worden omschreven en toegelicht. Voor zover kon worden nagegaan, is dit voor deze drie begrippen te zamen bij de bespreking van de interne rentevoet nog niet gebeurd.

Investeringsprojecten kunnen in een onderneming een overliquiditeit veroorzaken of een bestaande overliquiditeit vergroten. Er vindt dan geen of geen volledige desinvestering plaats en dit dient bij de rentabiliteitsberekening van investeringsprojecten mede in aanmerking te worden genomen. De opbrengsten van eventuele beleggingen van een overschot aan liquide middelen dienen als ingaande kasstroom bij het betrokken investeringsproject te worden geteld.

Bij niet conventionele investeringsprojecten kan het vastgelegde vermogen gedurende de levensduur van een project voor korte of langere tijd een negatief bedrag (overschot) vertonen. De beloning op dit overschot dient de alternatieve vermogenskosten te weerspiegelen. Toepassing van dit uitgangspunt leidt ertoe dat de interne rentevoet de juiste rentabiliteit van een investeringsproject weergeeft

[19]) Traas, L.: „Het investerings- en financieringsplan van de onderneming". Alphen aan den Rijn 1967. Pagina 60.

[20]) Ook Scheffer en Duffhues zien dit over het hoofd bij hun verfijning van de methode-Hunt. Zie: Maandschrift Economie. Februari - maart 1968. Pagina 245 e.v.

en dat deze projecten kunnen worden geconsolideerd, mede voor de „berekening" van de optimale financiële structuur.

De interne rentevoet kan worden gebruikt om een keuze te maken uit twee of meer elkaar in technisch of financieel opzicht uitsluitende projecten. Hiertoe dienen de in- en uitgaande kasstromen van de desbetreffende projecten van elkaar te worden afgetrokken en op deze verschillen dient de methode van de interne rentevoet te worden toegepast.

Het bezwaar dat bij een onregelmatige „cash flow" meer rentabiliteitspercentages aan de grondvergelijking van de interne rentevoet kunnen voldoen, is ongegrond. Bij het in aanmerking nemen van de verwachte beloning (alternatieve vermogenskosten) op tijdelijke vermogensoverschotten is er maar één uitkomst die voldoet aan de grondvergelijking van de interne rentevoet.

Op grond van het vorenstaande is de conclusie gewettigd dat de interne rentevoetmethode voor de berekening van de winstgevendheid van investeringsprojecten en voor het maken van een aanvullende keuze uit twee of meer projecten die elkaar uitsluiten, de toets van de kritiek volledig kan doorstaan.