

DE INVLOED VAN DE TECHNOLOGISCHE ONTWIKKELING OP DE RENTABILITEIT VAN INVESTERINGSUITGAVEN

door Drs. C. J. M. van de Kar

1 De ervaring van de jaren zestig leert dat een koppeling van hoge winsten aan zogenaamde groeimarkten niet noodzakelijk is. De procesindustrie, en wel in het bijzonder de chemie, heeft te kampen gehad met voortdurend dalende winstmarges, ondanks, of mogelijk beter gesteld, tengevolge van een bijzonder snel groeiende markt.

De oorzaak kan voor een groot gedeelte gevonden worden in de industriële praktijk om bij de investeringsselectie wel met de groeipotentie van markt, echter onvoldoende met de technologische ontwikkeling rekening te houden. Het vooruitzien op het gebied van de technische ontwikkelingen blijkt voor de ondernemer een moeilijke zaak.

Aan de hand van een rekenmodel is de invloed van de technische ontwikkeling nagegaan op de berekende interne rentevoet, de in veel gevallen gehanteerde rentabiliteitsmaatstaf bij de investeringsselectie.

Op basis van de uitkomsten zijn een aantal aanbevelingen opgesteld, waardoor bij de evaluatie van projecten de invloed van de technologische ontwikkeling beter tot haar recht komt.

Bijzonder nuttig lijkt het, gebruik te maken van risico-simulatie.

2 Gehanteerd model

2.1 De technisch-economische structuur

De technische structuur van de procesindustrie wordt gekenmerkt door de bijzonder grote invloed van de produktieschaal op de kostprijs. De eenheden van de productie-installaties zijn door toepassing van nieuwe technologische concepten, door het ter beschikking krijgen van nieuwe en verbeterde materialen en verwerkingsmethodieken de laatste 10 à 15 jaar toegenomen met factoren 3 tot 10.

Voor de hierbij behorende investeringskosten geldt globaal, dat deze slechts toenemen met de vergrotingsfactor van de capaciteit tot de macht 0.6.

Dit komt er op neer, dat een installatie welke tweemaal zo groot is slechts anderhalf maal zoveel kost. Daar de vaste kosten voor driekwart of meer worden bepaald door de investeringskosten kan het eminent belang van de schaalvergroting zoals die zich in de laatste 10 à 15 jaar heeft voorgedaan, direct worden ingezien.

De volgende relaties geven deze gedachtengang weer.

Technologische ontwikkeling

$$C(t_k) = C_0 e^{k\alpha}$$

C_0 = begincapaciteit op tijdstip t_0

α = groeisnelheid maximale capaciteit t.g.v. technische ontwikkeling

$C(t_k)$ = capaciteit (maximaal) ten tijde t_k $k = 0, 1, 2$ enz.

Verondersteld is dat op tijdstip t_0 de capaciteit van een productiestraat maximaal C_0 bedraagt. Diverse technische factoren beperken de grootte van de capaciteit. In de loop van de tijd evenwel worden door de voortgang van de techniek sommige beperkingen opgeheven, andere eerst bij een grotere capaciteit relevant. Deze relatie van de maximale capaciteit en de stand van de techniek is in de formule (1) tot uitdrukking gebracht.

Investeringskosten

$$\frac{I(t_k)}{I_0} = \left\{ \frac{C(t_k)}{C_0} \right\}^\beta \quad (\beta < 1)$$

I_0 = investeringskosten in periode t_0 (tussen tijdstip t_0 en t_1)

β = effect van capaciteitsvergroting op toename investeringskosten

Gebleken is dat in de procesindustrie de investeringskosten en de capaciteit door de hiervoor genoemde relatie kunnen worden beschreven waarbij β waarden heeft van 0.6 en 0.7.

Uit (1) en (2) volgt

$$I(t_k) = I_0 (e^{k\alpha})^\beta = I_0 e^{k\alpha\beta} \quad (\beta < 1)$$

$$\frac{I(t_k)}{C(t_k)} = \frac{I_0 (e^{k\alpha\beta})}{C_0 e^{k\alpha}} = \frac{I_0}{C_0} e^{k\alpha(\beta - 1)}$$

M.a.w. de investeringskosten per capaciteitseenheid nemen in de tijd af volgens (4). Hierbij is afgezien van de invloed van kostenstijgingen uit hoofde van een stijgend loonniveau.

Kostprijs

$$K(t_k) = V + \gamma \frac{I(t_k)}{C(t_k)} =$$

$$V + \gamma \frac{I_0}{C_0} e^{k\alpha(\beta - 1)}$$

$K(t_k)$ = kostprijs per eenheid produkt

V = variabele kosten

γ = het deel van de investeringskosten dat overeenkomt met de vaste kosten
Verondersteld is dat de kostprijs uit twee componenten bestaat. De variabele kosten zijn in de tijd constant verondersteld, m.a.w. de verbruikte hoeveel-

heid grondstof per eenheid produkt wordt door de technische ontwikkeling niet gewijzigd. Dit is natuurlijk een grove abstractie.

De vaste kosten per eenheid produkt bedragen een in de tijd constant percentage van de investeringskosten per eenheid produkt. Onder vaste kosten wordt in de procesindustrie verstaan de loon- en onderhoudskosten als ook de kapitaallasten.

Door de afnemende investeringskosten per eenheid (4) daalt de kostprijs van nieuwe, later gebouwde, eenheden, hetwelk in (5.a) tot uitdrukking komt. Stiltzweigend is tot nu toe aangenomen dat de maximale capaciteit overeenkomt met de voor de ondernemer optimale capaciteit. M.a.w. de te behalen kostprijzdaling is zo aantrekkelijk dat eventuele nadelen van een tijdelijke onvolledige benutting van de capaciteit of een daling van de opbrengstprijz worden gecompenseerd.

2.2 Prijsstelling en investeringsselectie-methodiek

De markt van vele produkten van de procesindustrie toont meerdere kenmerken van die van volledige mededinging. Meerdere producenten leveren produkten met dezelfde specificaties, zodat van een homogene markt gesproken kan worden. Bij een stationaire toestand zal dan de opbrengstprijz gelijk dienen te zijn aan de kostprijs van de marginale producent. Bij een geleidelijke technologische ontwikkeling kan dit ook opgevat worden alsof de marginale producent produceert met de oudste nog in bedrijf zijnde installatie. Producenten werkend met nieuwere installaties behalen een winst welke een gevolg is van de continue technologische ontwikkeling.

Het blijkt echter dat deze situatie de werkelijkheid van de laatste jaren niet dekt. De prijs wordt niet bepaald door de kosten van de marginale producent, maar door de producent werkend volgens de nieuwste techniek.

Ruwweg kan worden gesteld, dat de ondernemer bij een beslissing van verdere uitbreiding zich niet laat leiden door de op dat moment geldende marktprijs, maar door de te behalen aantrekkelijke kostprijs bij toepassing van de laatste stand van de techniek. Boven deze kostprijs legt hij een winstmarge welke hem een rentabiliteit geeft die volgens de heersende normen hieromtrent voldoende is. De aldus verkregen aanbodprijs zal bij een snelle technische ontwikkeling lager zijn dan de van kracht zijnde marktprijs. De ondernemer bereikt door deze lagere aanbodprijs, dat zijn nieuwe installatie volbelast kan produceren.

Aanbodprijs

$$P(t_k) = (1 + \delta) K(t_k)$$

waarin $P(t_k)$ de aanbodprijs op tijdstip t_k is en δ de gewenste winststopslag.

Het normale patroon bij berekening van de rentabiliteit is dat bij de schatting van bepalende factoren, zoals afzetvolume, opbrengstprijz en kostprijs, de opbrengstprijz constant wordt verondersteld. Onvoldoende wordt onderkend dat de ondernemer, die nu uitbreidt en hierdoor druk op de prijzen uitoefent, zelf slachtoffer wordt van deze, uit de voortgaande technologische ontwikkeling voortspruitende, prijzendruk.

Voor de feitelijke ex post rentabiliteit heeft dit niet onderkennen van de technologische ontwikkeling desastreuze gevolgen.

Rentabiliteit

$$I_0 = \sum_{k=1}^n \frac{\left\{ P(t_k) - K(t_0) \right\} H + \frac{I_0}{n} - B(t_k)}{(1+i)^k}$$

n = de economische levensduur in jaren

i = de te berekenen interne rentevoet

H = de afzet in aantal produkt-eenheden

B = de te betalen belasting

$\frac{I_0}{n}$ = afschrijvingsbedrag hetwelk in de kosten is opgenomen

Ex ante wordt bij de berekening van de interne rentevoet verondersteld dat de prijs in de periode 1 t/m n constant blijft. De kostprijs welke met de bij I_0 behorende installatie wordt verkregen is, daar in eerste instantie afgezien wordt van een loonkostenstijging, ook constant, zodat de winstmarge in de tijd gelijk blijft.

Ex post blijkt echter dat de prijs in de periode 1 t/m n gedaald is, een gevolg van de lagere kostprijzen van de later gebouwde nieuwe produktie-eenheden welke een grotere capaciteit hebben, dus $P_{t_1} < P_{t_2} < P_{t_3}$ enz. volgens (6). De kostprijs is voor de ondernemer, die op tijdstip t_0 heeft geïnvesteerd, constant, zodat de winstmarge in de tijd afneemt, zoals hiervoor reeds gezegd.

3 Uitkomsten van de berekeningen

In tabel 1. is voor een aantal veronderstellingen t.a.v. de technologische ontwikkeling het prijsverloop in de jaren berekend ingeval de vooraf gevraagde winstopslag voor nieuwe investeringen constant wordt verondersteld.

Prijsontwikkeling bij een constant loonniveau

tabel 1.

P in de jaren		1 5	6	7	8	9	10
technologische ontwikkeling	0%	100	100	100	100	100	100
	10%	100	93.0	91.4	89.8	88.3	86.9
α	15%	100	90.0	87.7	85.6	83.7	81.8
	20%	100	87.3	84.7	82.3	80.0	77.9
($\beta = 0.6$)	25%	100	85.1	82.1	79.4	76.9	74.7

De rentabiliteit, gedefinieerd als de interne rentevoet, berekend op het eigen vermogen bedraagt ex post nu

Rentabiliteit bij constant loonniveau

tabel 2.

winstopslag δ		015	020	025
technologische ontwikkeling	0%	12.1	17.4	22.2
α	10%	0	6.7	13.1
	15%	0	0	0

Bij een technologische ontwikkeling van 15% gemiddeld per jaar blijkt de rentabiliteit ex post voor ex ante interessante winstopslagen negatief. Een vergroting van de technisch-economische capaciteit in 10 jaar van $(1.15)^{10} \sim 4$ behoort in de procesindustrie niet tot het rijk der fabelen.

Bovengenoemde berekeningen zijn herhaald voor het geval dat de loonkosten per jaar stijgen met 10%. Hierdoor zullen de investeringskosten $I(t_k)$ toenemen alsook de kostprijs verkregen bij de bestaande en nieuwe productie-eenheden. De loonquote van de investeringsgoederen is gesteld op 0.5. De loonquote van de vaste kosten op 0.4.

Rentabiliteit i bij een toename van de lonen met 10% per jaar

tabel 3.

winstopslag δ		015	020	025
technologische ontwikkeling	0%	17.5	22.7	27.4
α	10%	4.5	12.1	18.3
	15%	0	4.3	12.5
	20%	0	0	4.2

Vergelijking van de uitkomsten van tabel 2. met die van tabel 3. leert dat door de kostenstijgingen uit hoofde van de toename van de loonkosten het nadelige effect van de snelle technologische ontwikkeling gedeeltelijk wordt gecompenseerd. Of anders gezegd de ondernemer die eerder heeft geïnvesteerd heeft goedkoper gebouwd. Dit voordeel staat dan tegenover het nadeel van het produceren op kleinere schaal.

4 Verbeteringen van de evaluatie-methodiek

4.1 Op grond van voorgaande beschouwingen verdient het aanbeveling bij de rentabiliteitsberekeningen afzonderlijk rekening te houden met de factor technologische ontwikkeling. De te volgen gang van zaken bij een investerings-evaluatie kan nu zijn dat de relevante factoren, zoals opbrengst- en kostprijs worden geraamd onder de conditie dat de technologische ontwikkeling niet verder doorgaat. Als een afzonderlijke factor wordt vanuit de technische, meer researchgerichte, sector van het bedrijf, aangegeven de te verwachten technologische ontwikkeling. In deze beschouwing is deze ontwikkeling eenzijdig toegespitst op de schaalvergroting. De onder de ceteris paribus conditie t.a.v. de schaalvergroting geraamde opbrengst- en kostprijzen worden dan via het onder 2. ontwikkelde model aangepast. Het aangeven van

de mate waarin de schaalvergroting voort zal gaan is onderworpen aan een grote mate van onzekerheid. Om het beeld van de te verwachten rentabiliteit te verscherpen is het nuttig het effect van deze onzekerheid weer te geven. Ten aanzien van de andere factoren geldt natuurlijk hetzelfde.

Een simulatie van de wijze, waarop de rentabiliteitsbepalende factoren in de toekomst kunnen worden gecombineerd, geeft op objectieve wijze de maximum informatie uit de natuurlijk grotendeels subjectief vastgestelde onzekerheden van de afzonderlijke factoren.

4.2 Gevolgde werkwijze bij risicosimulatie

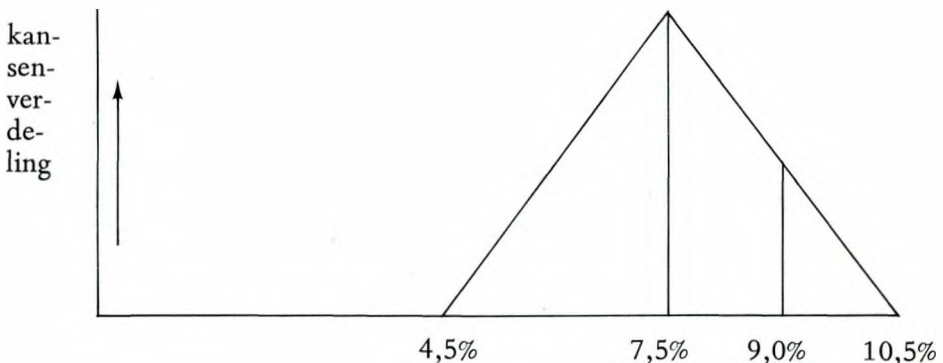
Voor een bepaald voorbeeld is de invloed nagegaan van de onzekerheid ten aanzien van de waarde van bepaalde factoren welke bij de berekening van de rentabiliteit van belang zijn. De gevolgde werkwijze wordt hierna uiteengezet.

Voor elke factor welke van invloed is op de uitkomst van de rentabiliteit (zie relatie 6) wordt bepaald of gerekend mag worden met één waarde, of dat het beter is met meerdere mogelijke waarden rekening te houden.

Voor de factoren waarvoor, gezien de onzekerheden ten aanzien van de ontwikkeling, gerekend moet worden met meerdere mogelijke uitkomsten - bijvoorbeeld de loonontwikkeling - wordt een minimum en een maximum waarde opgegeven.

Doorgaand op ons voorbeeld zou de opgave kunnen zijn: minimaal een loonkostenstijging van b.v. 4,5% per jaar en maximaal van 10,5%. Bovendien dient uitgesproken te worden of alle uitkomsten tussen het minimum en maximum even waarschijnlijk zijn of dat de gemiddelde waarde een grotere kans heeft voor te komen.

Is dit laatste het geval, dan kan de kansverdeling door middel van een driehoek met een oppervlak = 1 voorgesteld worden.



Op willekeurige wijze wordt nu een getal getrokken tussen 0 en 1, stel dit is 0,75. Rekenend vanaf de linkerkant behoort bij een gedeelte van 0,75 van het oppervlak van de driehoek een loonkostenstijging van 9,0%. De rentabiliteit wordt nu berekend, waarbij met deze 9,0% loonkostenstijging rekening wordt gehouden.

Deze rentabiliteitsberekening wordt nu vele malen herhaald waarbij telkens opnieuw met behulp van een willekeurig getrokken getal de loonkostenstijging wordt bepaald. Op dezelfde wijze kunnen ook de andere factoren, zoals de snelheid van de technologische ontwikkeling, in de calculatie meegenomen worden. Indien voor een 1.000-tal gevallen de berekening van de rentabiliteit is gemaakt kan een grafiek worden samengesteld, die laat zien, de kans dat de rentabiliteit gelijk of groter is dan een bepaalde waarde.

4.3 Voorbeeld van een risico-simulatie

Voor een investeringsproject is de volgende informatie beschikbaar

- de winstopslag, zie formule (6), wordt over de economische levensduur van het project geraamd op 20%
- de kostprijsstructuur voldoet aan formule (5), waarbij de gecumuleerde loonquoten van de investeringsuitgave en van de kostprijs de voor de berekening van tabel 3. gehanteerde waarden hebben
- de loonontwikkeling wordt gemiddeld geraamd op 7,5% per jaar met uiterste grenzen van 4,5 en 10,5%.

Op basis van bovenstaande factoren wordt de rentabiliteit op het eigen vermogen - gehanteerd is een eigen/vreemd verhouding van 4 : 6 - berekend op ruim 21%. ($\alpha = 0$)

Afzonderlijk wordt opgegeven de verwachting ten aanzien van verdere schaalvergroting en wel 4 tot 6% per jaar. De kans van 4, 6 of de hiertussen liggende waarden wordt gelijk geacht. De rentabiliteit wordt nu i.p.v. 21% berekend op 16,4% met uiterste waarden van 14,0 en 18,8% (38).

In onderstaande figuur is dit resultaat in beeld gebracht waarbij ook is weergegeven de situatie technologische ontwikkeling $\alpha = 0$.

