

Diffusie van technologie

Technologische vernieuwing wordt algemeen beschouwd als een van de drijvende krachten achter de economische ontwikkeling. Maar daarmee is nog niets gezegd over de vraag hoe het op de markt komen van nieuwe producten en produktiemethoden precies doorwerkt in de structuur van de werkgelegenheid, de verschuivingen tussen en binnen sectoren en dergelijke. In dit artikel presenteren de auteurs een model dat de diffusie van technologische ontwikkelingen beschrijft. Daarbij spelen zowel macro-economische als ondernemingsspecifieke factoren een rol.

DRS. P.J.M. DIEDEREN – DRS. R.P.M. KEMP – DRS. A.H. WEBBINK*

Inleiding

Technologische ontwikkeling is een van de drijvende krachten achter de economische groei en de stijging van de arbeidsproductiviteit. Verandering van techniek leidt echter niet alleen tot kwantitatieve veranderingen in economische variabelen. Het initiëren en benutten van technologische ontwikkeling is een essentieel onderdeel van het concurrentieproces in een economie. De concurrentie brengt voortdurende wijzigingen in de verhoudingen tussen sectoren van bedrijvigheid en in de structuur van de werkgelegenheid met zich mee en leidt tot velerlei wijzigingen van kwalitatieve aard in de voortgang van het economisch proces. Technologische ontwikkeling voert derhalve tot structurele veranderingen in de economie.

Om vat te krijgen op de dynamiek van dit proces is door ons een modelmatige beschrijving van het concurrentieproces ontwikkeld¹. Dit model is te kenschetsen als een diffusiemodel en geeft verschuivingen in de toepassing van technieken weer. Uit de snelheid waarmee technieken binnen een economie verspreiding vinden, kunnen gevolgtrekkingen gemaakt worden ten aanzien van de behoefte aan specifieke soorten arbeid en kapitaal.

De bestudering van technologische ontwikkeling heeft plaatsgevonden vanuit twee invalshoeken, een beschrijvende en een modelmatige. Bij de kwalitatieve analyse is onderzoek gedaan naar factoren die een rol spelen bij de diffusie van technieken. Dit is gebeurd voor drie sectoren van de Nederlandse economie, te weten de chemische industrie, de bouwnijverheid en het bankwezen. Met de keuze voor deze sectoren is getracht een zekere spreiding over typen van activiteiten te verkrijgen. Het kwantitatief modelmatige deel behelst een simulatie van ontwikkelingen in de woningbouw in Nederland in de afgelopen twintig jaar met behulp van een eenvoudige versie van het diffusiemodel.

In dit artikel wordt eerst een beschrijving gegeven van de achtergronden van het diffusiemodel. De veronderstellingen die aan het model ten grondslag liggen, worden toegelicht aan de hand van de uitkomsten van de kwalitatieve analyse. Dan volgt een verbale uiteenzetting van het gehanteerde model. Vervolgens worden de resultaten van de

kwantitatieve analyse weergegeven. We besluiten met een aantal conclusies.

Sleutelfactoren

Het op de markt komen van nieuwe producten en produktiemethoden vindt mede zijn oorzaak in het toenemen van technische mogelijkheden. De verspreiding van deze innovaties, de diffusie, is een essentiële schakel tussen het ontstaan van nieuwe technische mogelijkheden en eventuele macro-economische gevolgen. De wijze waarop het diffusieproces zich voltrekt wordt mede bepaald door randvoorwaarden van economische en institutionele aard. In schema 1 is een en ander weergegeven².

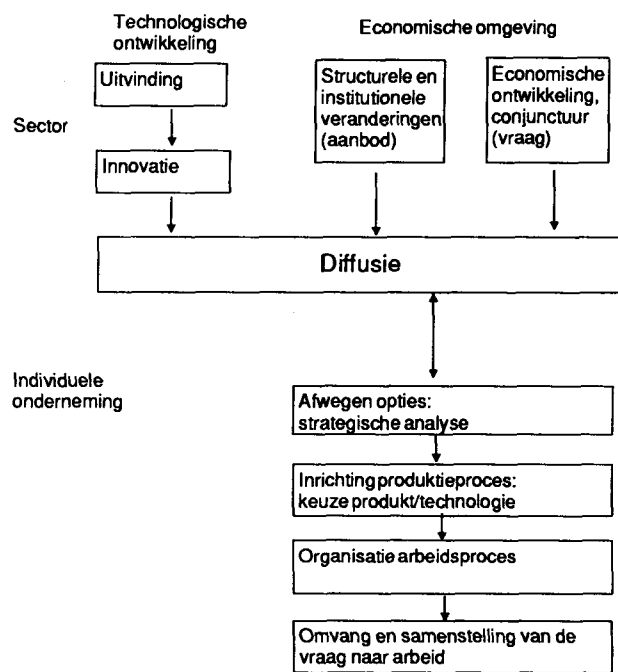
Een bedrijf opereert binnen een omgeving die enerzijds gekenmerkt wordt door de stand van de technologie, anderzijds door de condities op relevante markten. Of een bepaalde onderneming een nieuwe produktietechniek al dan niet invoert, hangt af van de positie van het bedrijf in zijn omgeving, relatief ten opzichte van concurrenten. Daarnaast speelt een complex van bedrijfsspecifieke factoren, zoals de kennis en vaardigheden die in het bedrijf aanwezig zijn, een rol.

* De twee eerstgenoemde auteurs zijn verbonden aan de Rijksuniversiteit Limburg te Maastricht, respectievelijk als toegevoegd docent bij de vakgroep kwantitatieve economie en als toegevoegd onderzoeker bij de vakgroep algemene economie. Laatste genoemde is werkzaam bij Buro Bartels te Oudemolen. Het onderzoek vond plaats in opdracht van de Programmacommissie Technologie en Economie en stond onder leiding van prof. dr. J. Muysken en prof. dr. F.C. Palm (beiden Rijksuniversiteit Limburg) en dr. C.P.A. Bartels (Buro Bartels). De auteurs danken de begeleiders voor hun commentaar op een eerdere versie van het artikel.

1. Het eindrapport betreffende dit onderzoek is getiteld: P.J.M. Diederens, R.P.M. Kemp, J. Muysken, F.C. Palm, C.P.A. Bartels en A.H. Webbink, *Diffusie van technologie: gevolgen voor werkgelegenheid en beroepsstructuur*, Rijksuniversiteit Limburg/Buro Bartels, Maastricht/Oudemolen, januari 1988.

2. Het schema vormt een aanpassing van hetgeen is geschetst door Vrolijk. Zie: H.W. Vrolijk, *Technologie en werkgelegenheidsstructuur*, *Tijdschrift voor Arbeidsvraagstukken*, jg. 2, 1986, blz. 40-49.

Schema 1. Het diffusieproces in zijn context



De structuur van schema 1 volgend zullen we trachten een beeld te schetsen van de elementen die van belang zijn voor het diffusieproces.

Technologische ontwikkeling

Produktietechnieken maken deel uit van een technologisch traject. Veel technieken zijn toepassingen van dezelfde of verwante principes. Technologische ontwikkeling is op te vatten als een leerproces, waarbij ondernemingen voortbouwen op opgedane kennis en ervaring. Slechts incidenteel komt een geheel nieuw type produktietechniek ter beschikking, een basisinnovatie, die de kiem kan vormen voor de ontwikkeling van een nieuw traject en voor verdere differentiatie van het areaal van producten.

In elk van de onderzochte sectoren (zie ook schema 2) worden verschillende technologische trajecten aangetroffen. In de chemie en in het bankwezen is sprake van een duidelijke overgang van mechanisatie naar informatisering; in de bouwnijverheid is al lange tijd sprake van een overgang van ambachtelijke bouwmethoden naar systeembouw en van het gebruik van traditionele bouwmaterialen als bakstenen en hout naar het gebruik van nieuwe materialen waaronder beton, kunststoffen en dergelijke.

Voorts kan worden vastgesteld dat de specifieke toepassingswijze van een basisinnovatie in belangrijke mate bepaald wordt door de schaal waarop productie plaatsvindt. Zo bestaan in de chemie continue en niet-continue, batchmatige productieprocessen. Hiervoor zijn verschillende toepassingen van de informatietechnologie ontwikkeld. Het continue massaproces is eenvoudiger beheersbaar en kon dikwijls eerder worden geautomatiseerd dan het batchmatige. In het bankwezen kan iets soortgelijks worden waargenomen: het betalingsverkeer, een massaproces, is eerder geautomatiseerd dan de productie van andere bancaire diensten, zoals persoonlijke advisering en het verstrekken van financiering, verzekeringen en reizen. De laatste jaren wordt ter ondersteuning van kredietverleningsactiviteiten steeds meer programmatuur ontworpen. In de woningbouw zijn de grote-elementenbouwmethode en de gietbouwmethode allereerst toegepast bij de bouw van grote series.

Economische omgeving

Onder economische omgevingsvariabelen verstaan we factoren als de marktstructuur, de verdeling over grootteklassen van ondernemingen, de bezettingsgraad van de kapitaalvoorraad, vraag- en aanbodelasticiteiten en de conjunctuur. De economische omgeving waarbinnen een onderneming werkzaam is, bepaalt mede de geneigdheid van een ondernemer om tot invoering van nieuwe produktietechnieken over te gaan. Hierbij gelden de volgende verbanden:

- de kosten van invoering van nieuwe technologie voor een onderneming zijn gecorreleerd met de concentratiegraad van de markt;
- het diffusieproces van produktietechnieken gaat in een snel groeiende afzetmarkt sneller dan in een stagnerende of afnemende;
- de herkomst van nieuwe produktietechnieken kan verschillen: zowel eigen ontwikkelingsactiviteiten als andere sectoren of het buitenland kunnen bron van innovaties zijn.

Om het diffusiemechanisme te begrijpen is de vraag interessant of de concentratiegraad van de markt samenhang vertoont met de kosten van het diffusieproces³. In de chemie en in het bankwezen gaan oligopolioïde en sterk geïnternationaliseerde markten samen met hoge diffusiekosten. In de bouwnijverheid zijn de overgangskosten behorend bij invoering van nieuwe produktietechnieken vaak betrekkelijk laag. Ontwikkeling van nieuwe technieken resulteert in de bouwnijverheid klaarblijkelijk niet in effectieve toetredingsbarrières tot de markt. De impuls tot technische vernieuwing is in deze branche dan ook relatief zwak. Dit lijkt in verband te staan met de marktform, die neigt naar volledige mededinging: de bouwnijverheid kent naast een aantal grote ondernemingen zeer veel kleine bedrijven. Trage technische ontwikkeling wordt tevens in de hand gewerkt door factoren als een hoge arbeidsmobiliteit en een gebrek aan coördinatie tussen bedrijven die in verschillende fasen van het productieproces gespecialiseerd zijn.

De marktgroei blijkt van invloed te zijn op de snelheid van het diffusieproces. Zowel vergelijking tussen de sectoren als een nadere beschouwing van de bouwnijverheid geven aanleiding tot de conclusie dat in markten waar de omzet groeit de diffusie van nieuwe technieken sneller gaat.

In elk van de onderzochte sectoren zijn mogelijkheden om veranderingen in produktietechnieken aan te brengen meestal afkomstig uit andere sectoren, met name van de leveranciers van kapitaalgoederen en materialen. Opvallend daarbij is dat in deze sectoren grote ondernemingen vaak voorop lopen bij de toepassing van deze nieuwe produktietechnieken.

Ondernemingspecifieke factoren

De snelheid waarmee de individuele onderneming de vernieuwingen die zich aandienen invoert, is afhankelijk van schattingen omtrent kosten en opbrengsten, die samenhangen met de positie van het bedrijf in de markt.

Elk bedrijf maakt specifieke producten met gebruik van technieken waarmee het in de regel al jarenlang ervaring heeft. De organisatie is daarop afgestemd. Veranderingen vinden meestal slechts geleidelijk plaats, omdat rekening wordt gehouden met de gegeven uitgangssituatie en voort-

3. Met kosten van het diffusieproces wordt bedoeld op de totale kosten voor de sector van het overgaan op nieuwe produktietechnieken: de kosten van informatieverwerving, waaronder opleiding, bijscholing, het opdoen van ervaring en dergelijke, de kosten van omstelling en aanpassing van het productieproces en van vervroegde afschrijving van economisch verouderde kapitaalgoederen.

gebouwd wordt op de bestaande routines. Het overschakelen op een nieuwe techniek noopt tot een afweging, waarbij de baten in de vorm van verhoogde rendementen worden vergeleken met de veelsoortige frictie- en aanpassingskosten die een overstap met zich meebrengt. Een overstap naar een nieuwe techniek is gemakkelijker en minder kostbaar naarmate de nieuwe techniek meer lijkt op de oude.

Overwegingen om over te stappen op nieuwe technieken variëren in de praktijk. Verschillen in ondernemingsgrootte kunnen enerzijds resulteren in divergerende inschattingen van de kosten om op een nieuwe techniek over te gaan, anderzijds in uiteenlopende verbeteringen in efficiëntie in de productie, vanwege het mogelijke optreden van schaalvoordelen.

Levenscyclus

Onze veronderstellingen omtrent ondernemersgedrag voeren tot de hypothese dat produktietechnieken aan een levenscyclus onderhevig zijn. Dit betekent dat er achtereenvolgens een introductiefase, een groeifase en een rijpheid fase waarneembaar moeten zijn. Naarmate er betere alternatieven op de markt verschijnen, komt de techniek in een teruggangsfase te verkeren.

Schema 2. Kwalitatieve toetsing van veronderstellingen

Veronderstelling	Bankwezen	Chemie	Bouwnijverheid
<i>Technologische omgeving</i>			
Technologische trajecten	Verschuiving van mechanisering naar informatisering	Idem	Voortgaande mechanisering, veel aanpassingen
Verscheidene technieken	Massa- en individuele productie	Continu- en batchproductie	Serie- en stukproductie; systeem- en stapelbouw
<i>Economische omgeving</i>			
Kosten diffusieproces vertonen relatie met concentratiegraad sector	Hoge kosten, oligopolie	Idem	Lage directe kosten, bijna volledige mededinging
Snelheid diffusieproces beïnvloed door marktgroei	Snelheid hoog, sterke marktgroei	Snelheid vrij hoog, afnemende groei	Snelheid laag, stabiele/afnemende markt
Bron nieuwe produktietechnieken	Informatica- en communicatiesector	Industrie van meet- en regeltechniek	O. a. chemie, machine- en bouwmaterialenindustrie
<i>Onderneming</i>			
Overwegingen overstap andere techniek	Concurrentiepositie op peil houden	Idem, tevens kostenbesparing	Kostenbesparingen
Overwegingen verschillen per type onderneming	Verschillen per marktsegment	Verschillen tussen grote en kleine ondernemingen	Idem
<i>Levenscyclus</i>			
Cyclisch patroon	Ja	Ja	Idem
Gelijktijdige invoering en afstoot	Nauwelijks; ontwikkelingen gaan snel	Ja	Ja
<i>Werkgelegenheid</i>			
Effecten op omvang en kwaliteit	Arbeidsproductiviteit omhoog, andere beroepen, andere functie-inhoud	Idem	Langzaam

In het bankwezen en in de chemie kan voor bepaalde technieken een cyclisch patroon worden waargenomen. In het bankwezen maken technieken, bij voorbeeld belichaamd in computerapparatuur en -programmatuur van een bepaalde generatie, een duidelijke introductie- en groeiperiode van enkele jaren mee, een rijpheid fase en een afstootperiode. In de woningbouw bestaat een aantal technieken al gedurende vele jaren naast elkaar. Niettemin kan voor de grote-elementenbouw toch worden gesproken van een laatste fase in de levenscyclus.

In de bouwnijverheid is gelijktijdige invoering van een zelfde techniek door de ene aannemer en afstoot door een andere waar te nemen. Ondernemers werken binnen verschillende routines en voeren langzaam verbeteringen in de door hen gebruikte techniek door. De markt is regionaal van karakter en bedrijven bewegen zich op een beperkt marktsegment.

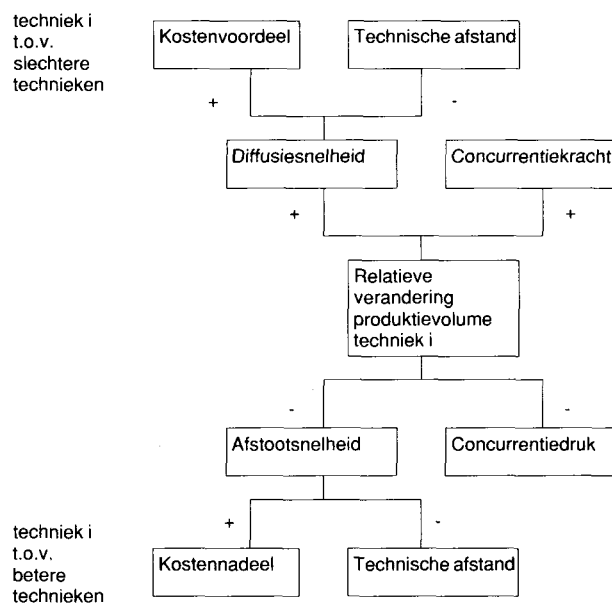
Werkgelegenheid

Als gevolg van de introductie van nieuwe produktietechnieken veranderen omvang en samenstelling van de werkgelegenheid. De invloed van veranderingen in produktietechnieken op de vraag naar arbeid doet zich deels onmiddellijk, deels na verloop van tijd gelden.

In de onderzochte sectoren blijkt de arbeidsproductiviteit te zijn toegenomen, mede dank zij de diffusie van nieuwe technieken. De effecten van de invoering van nieuwe technieken doen zich pas na verloop van tijd ten volle gelden. Dit heeft te maken met het feit dat arbeidsorganisaties pas langzamerhand alle mogelijkheden en organisatorische consequenties van het gebruik van nieuwe technieken leren kennen.

In elk van de drie sectoren kan men waarnemen dat gedurende enige tijd de eisen gesteld aan het productiepersoneel in feite lager zijn geworden. De invoering van automatisering in het bankwezen en de chemie en van mechanisering en prefabricage in de bouwnijverheid vroegen slechts een beperkt aantal hoog gekwalificeerde werknemers om het productieproces te begeleiden. De laatste jaren is in elk van deze sectoren iets merkbaar van een omslag. Men tracht tot efficiencyverbeteringen te komen door middel van een verdere taakintegratie. Het nog resterende productiepersoneel moet niet alleen vakbekwaam zijn, maar zo mogelijk ook een commerciële instelling hebben

Schema 3. Het diffusiemodel



en over goede communicatieve vaardigheden beschikken. Zowel door werving van beter geschoolde werknemers als door bijscholing van het aanwezige personeel tracht men aan deze eisen tegemoet te komen.

Het diffusiemodel

Het hierboven geschetste beeld van de samenhang tussen concurrentie, verspreiding van innovaties en effecten op de werkgelegenheid hebben wij getracht in een model te vatten.

Het model beschrijft de verandering in de aanwending van produktietechnieken in de loop van de tijd. Stel er zijn ter vervaardiging van een produkt n technieken beschikbaar. Deze technieken kunnen op grond van de kostprijs per eenheid produkt worden gerangschikt, waarbij techniek 1 de minst en techniek n de meest efficiënte techniek is. De mate waarin het gebruik van techniek i zal toenemen hangt af van de aantrekkelijkheid van techniek i . Een bepaalde techniek i is een voordeliger alternatief voor producenten die technieken 1 tot en met $i-1$ gebruiken. Deze aantrekkelijkheid noemen we de *concurrentiekracht* van techniek i . Binnen het model is deze weergegeven als de verhouding tussen de mate waarin techniek i wordt aangewend en de mate waarin met minder efficiënte methoden wordt geproduceerd.

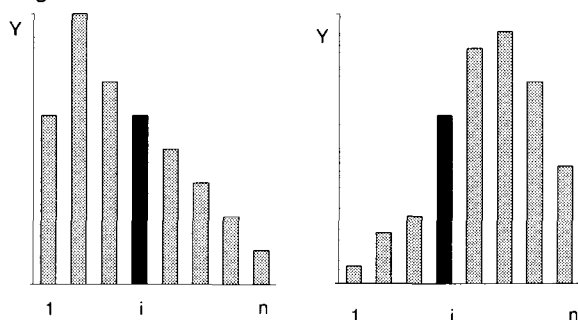
Producenten die reeds met techniek i produceren zullen geneigd zijn op een van de technieken $i+1$ tot en met n over te gaan. Zij ervaren een zekere impuls om techniek i af te stoten ten gunste van een beter alternatief. Deze impuls duiden we aan met de term *concurrentiedruk* op techniek i ; zij is gerelateerd aan de verhouding tussen de mate waarin techniek i wordt aangewend en de mate waarin efficiëntere produktietechnieken worden gebruikt.

In figuur 1 is het produktievolume gemaakt met techniek i in de linker en rechter figuur gelijk. Links is techniek i in de groeifase en is de concurrentiekracht van techniek i groot en de concurrentiedruk laag. Ter rechter zijde is techniek i relatief verouderd en is de concurrentiekracht klein en de concurrentiedruk groot.

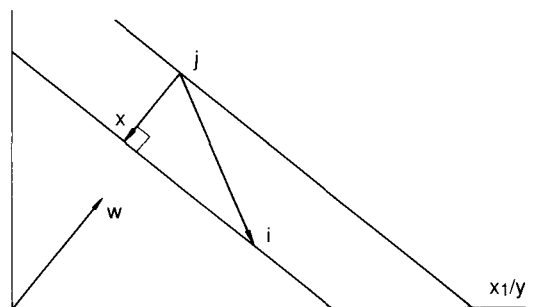
Bij beslissingen omtrent de invoering van nieuwe technieken nemen ondernemers de techniek die zij reeds gebruiken als uitgangspunt. In deze techniek ligt de huidige voorraad kennis en vaardigheden van het bedrijf besloten. Invoering van een nieuwe techniek gaat gepaard met een kostbaar en tijdrovend aanpassingsproces. De kosten zijn hoger naarmate de nieuwe produktietechniek sterker van de huidige afwijkt. Daarom zal de onderneming trachten een nieuwe produktietechniek te kiezen die zo nauw mogelijk bij de oude aansluit.

De mate waarin produktietechnieken op elkaar lijken is een moeilijk meetbaar fenomeen. We veronderstellen dat

Figuur 1. Een techniek i binnen een economische omgeving



Figuur 2. Efficiëncyverbetering en technische afstand x_2/y



de gelijkenis van technieken groter is naarmate de produktiefactoren die benodigd zijn bij de voortbrenging van het produkt meer aan elkaar gelijk zijn. Daarom karakteriseren we technieken als vectoren van technische coëfficiënten, hoeveelheden produktiefactoren per eenheid produkt. Als maatstaf voor de gelijkenis van technieken, gerepresenteerd door deze vectoren, nemen we in het diffusiemodel de afstand tussen die vectoren, aangeduid met de term *technische afstand*: een kleine technische afstand duidt op een sterke gelijkenis.

Op de assen in figuur 2 staan technische coëfficiënten 1 en 2 weergegeven. In de figuur zijn twee technieken, i en j , aangeduid, alsook een factorkostenvector w en de corresponderende isokostencurven door i en j . Techniek j is het minst efficiënt. Gegeven de factorkostenverhouding zal een producent geneigd zijn een nieuwe techniek te zoeken in de richting van punt x . De kostenverlaging per eenheid produkt in verhouding tot de afstand tot de nieuwe techniek is in deze richting het gunstigst. Indien er alléén een nieuwe techniek i beschikbaar is, zal de ondernemer de kostenbesparing, gerepresenteerd door afstand $j-x$, moeten afwegen tegen de kosten van het overbruggen van de technische barrière $j-i$.

In het diffusiemodel zijn bovenstaande elementen, concurrentiekracht, concurrentiedruk en de verhouding tussen efficiëncyverbetering en overgangskosten, samengebracht ter verklaring van de mate van verandering van het gebruik van techniek i op tijdstip t .

Kwantitatieve resultaten

Als empirische illustratie is het diffusiemodel doorgerekend, om de technische ontwikkeling van de nieuwbouw van woningen in Nederland voor de periode 1966 tot en met 1985 te simuleren. Een woning wordt daartoe als een homogeen produkt opgevat. Dit impliceert dat veranderingen van produktietechniek geheel worden toegeschreven aan kostenverschillen en niet als het gevolg van produktinnovaties worden opgevat.

Bepalend voor de techniek bij het productieproces in de bouwnijverheid is de wijze waarop de draagconstructie van een bouwwerk tot stand komt. Voor de vervaardiging van de draagconstructie maken we onderscheid tussen drie produktietechnieken: stapelbouw, gietbouw en grote-elementenbouw. Bij meer dan 95% van de nieuwbouw van woningen wordt een van deze methoden toegepast. Deze drie technieken kennen elk zelf ook een zekere technische verbetering in de loop van de tijd.

In de toepassing van het model op de woningbouw is onderscheid gemaakt tussen vier produktiefactoren: materialen, materieel, bouwvakarbeiders, onderverdeeld in zeven beroepsgroepen, en employé's⁴.

De diffusie van technieken

Ten gevolge van de relatief hoge bouwkosten van stapelbouw wordt deze bouwmethode in toenemende mate gedurende de jaren zestig en zeventig van de markt gedrongen. Gietbouw, de efficiëntste methode, neemt geleidelijk de plaats van stapelbouw in. Gietbouw heeft zich ontwikkeld tot een flexibele methode waarmee ook kleinere projecten, die vanouds veel met behulp van stapelbouw werden gebouwd, op goedkope wijze kunnen worden uitgevoerd. Tevens heeft het tekort aan vakarbeiders in het voordeel van gietbouw gewerkt, omdat naar verhouding minder vaklieden nodig zijn dan bij stapelbouw.

Grote-elementenbouw, hoewel goedkoper dan stapelbouw, heeft nooit zo'n vlucht genomen als gietbouw. De methode is niet zo flexibel als gietbouw en heeft geen antwoord kunnen formuleren op de tendens naar bouwprojecten van steeds beperkter omvang. Sinds omstreeks 1983 beleeft stapelbouw een nieuwe bloeiperiode. Enerzijds heeft dit te maken met innovaties in de bouwmaterialenindustrie, anderzijds met een verschuiving in de vraag van sociale woningbouw naar vrije-sectorwoningen.

Met behulp van het diffusiemodel kunnen de ontwikkelingen tot op zekere hoogte beschreven worden (zie figuur 3). Het feit dat de woning als een homogeen product wordt opgevat en dat materialen alleen op geaggregeerd niveau worden meegenomen blijkt de verklaringskracht enigszins te beperken.

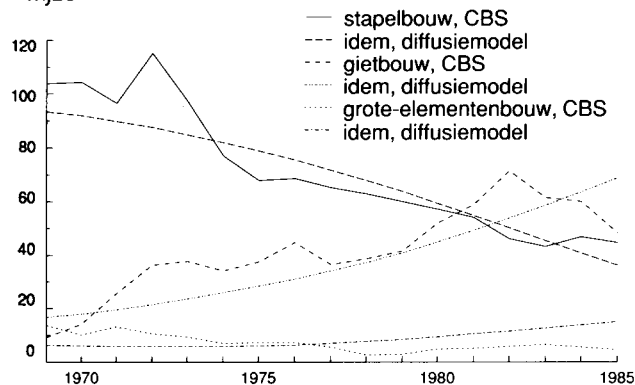
Werkgelegenheid en beroepenstructuur

Aan de diffusie van technieken zijn veranderingen in factorgebruik gerelateerd. Doordat het gebruik van productiefactoren per techniek verschilt, hebben verschuivingen in de toepassing van technieken een andere inzet van productiefactoren tot gevolg.

In de bouwnijverheid vallen veel arbeiders in de categorieën timmerlieden en metselaars. Beide beroepsgroepen komen bij systeembouw verhoudingsgewijs minder voor, in tegenstelling tot de wat lager geschoolde beroepen, zoals grondwerkers, betonwerkers, betonijzervlechters, steigermakers en metaalberoepen zoals loodgieters, elektriciens, verwarmingsmonteurs en dergelijke.

In de loop der jaren zijn de aandelen van timmerlieden, metselaars en metaalberoepen gegroeid, zowel bij stapelbouw als bij systeembouw, ten koste van lager geschoolde arbeiders en traditionele vakarbeiders zoals stuka-doors, schilders en overige gespecialiseerde bouwberoepen.

Figuur 3. Modelresultaten, aantallen woningen per bouwwijze^a



a. Omdat voor de jaren 1966 tot en met 1968 geen betrouwbare schattingen over het aantal woningen gebouwd met gietbouw en grote-elementenbouw te verkrijgen waren, worden de aantallen woningen vanaf 1969 afgebeeld. De aantallen woningen voor de periode 1980 tot en met 1985 zijn geconstrueerd aan de hand van cijfermateriaal van het Ministerie van VROM.

pen. Het werk op de bouwplaats vergt tegenwoordig minder laaggeschoolde arbeid en ook minder traditionele gespecialiseerde bouwarbeid. Het vergt daarentegen relatief meer technische 'metaal'-arbeid en meer all-round vakmanschap, zoals dat van timmerlieden en ook metselaars.

Tot besluit

Diffusie van technologie kost tijd. Niet elke ondernemer produceert zo goedkoop als technisch mogelijk is, noch investeert hij steeds in de efficiëntste techniek. Het diffusiemodel tracht een verklaring voor dit verschijnsel tot uitdrukking te brengen en te beschrijven hoe het verspreidingsproces van technologie verloopt. Belangrijk in dit verband is de rol die de huidige techniek van de onderneming speelt en de notie dat baten in de vorm van rendementverbetering afgewogen worden tegen overgangskosten.

In het diffusiemodel is geabstraheerd van een aantal factoren die bij diffusie een rol spelen. Aan vraagontwikkeling en produktdifferentiatie ten gevolge van technische ontwikkeling is geen aandacht geschonken. Schaalvoordelen en ondernemingsomvang zijn niet in het model opgenomen als factor in de verklaring van adoptiegedrag. Dit heeft tot gevolg dat de rol van efficiency-overwegingen wellicht wordt overbelicht bij de verklaring van diffusie. De concentratiegraad van de markt is binnen het geschetste kader te zien als een resultante van de dynamiek van het diffusieproces en niet als een verklaringsgrond voor de diffusiesnelheid⁵.

Het verdient aanbeveling zowel de totstandkoming van innovaties als de toepassing en verspreiding ervan van overheidswege te stimuleren. Hierbij dient echter in de gaten gehouden te worden dat effectief diffusiebeleid gemakkelijk in conflict kan komen met innovatiebeleid. Hoe sneller diffusie plaatsvindt en hoe goedkoper imitatie is, des te minder aantrekkelijk is het voor een bedrijf om energie te steken in innovatie. De feitelijke ruimte voor diffusiebeleid hangt derhalve samen met een aantal marktkenmerken, bij voorbeeld concentratiegraad en de mate waarin het gaat om een internationale markt. Tevens is het van belang innovatieproducerende sectoren te onderscheiden van innovatie toepassende bedrijfstakken.

Diffusiebeleid dient zich in het bijzonder toe te spitsen op het tot stand brengen van een efficiënte informatie-infrastructuur, niet alleen ten aanzien van technische kennis, maar ook op het gebied van marktontwikkelingen. Voorts kan gedacht worden aan het scheppen van een aantal concrete voorwaarden ter verlichting van de problemen die verbonden zijn met de invoering van een nieuwe technologie: financiering van scholings- en aanpassingskosten alsmede verzekering van risico's.

Paul Dieren
René Kemp
Ingrid Webbink

4. Voor 1966, 1974 en 1984 zijn technische coëfficiënten bepaald uit gegevens over de kostenopbouw per techniek; voor tussenliggende jaren zijn schattingen vervaardigd.

5. Aan het tegemoetkomen aan een aantal van deze bezwaren wordt aandacht besteed in het eindrapport; zie noot 1.