

# VAN FLEXIBEL VIA INERT NAAR ...?

TECHNIEK EN LOKATIE  
IN DE IJZER- EN STAALINDUSTRIE  
VAN GISTEREN, VANDAAG EN MORGEN

De relatie tussen technologische vernieuwing  
en veranderende vestigingspatronen

- SEPTEMBER 1994

door

J.H.N. Broeders

Economisch-Geografisch Instituut  
Roetersstraat 11  
1018 WB Amsterdam  
a601ajb@horus.sara.nl

# Inleiding

Er bestaat een sterke relatie tussen bedrijfslokatie en technologische ontwikkeling. Met name op het terrein van de economische geografie is veel onderzoek gedaan naar de invloed van technologische veranderingsprocessen op vestigingspatronen in een industrietak. Door de introductie van nieuwe produktietechnieken kan het bijvoorbeeld gebeuren dat bepaalde uit het buitenland ingevoerde grondstoffen niet langer nodig zijn in een productieproces, waardoor vestiging in de buurt van een haven niet langer noodzakelijk is. Een nieuwe bedrijfslokatie kan dan betrokken worden, bijvoorbeeld in de buurt van de belangrijkste afnemers.

Deze idee is binnen de geografische theorievorming door een groot aantal auteurs zowel op theoretisch als praktisch niveau uitgewerkt. Theoretici zoals bijvoorbeeld Alfred Weber hebben geprobeerd te verklaren en te voorspellen hoe kostprijsfactoren bij geografische verschuivingen (zullen) veranderen. Andere onderzoekers hebben geprobeerd de lokatiepatronen in een bepaalde regio of industrietak te beschrijven en te verklaren.<sup>1</sup> Met name de ijzer- en staalindustrie heeft zich vanwege de sterke grondstoforiëntatie in de aandacht van vele economen en geografen mogen verheugen.

In deze paper wordt ingegaan op veranderingen in lokatiepatronen in de ijzer- en staalindustrie. In het eerste gedeelte zal in kort bestek aangegeven worden hoe in de loop van de geschiedenis de lokatiepatronen in deze industrietak onder invloed van de opkomst van nieuwe technologieën geleidelijk veranderd zijn. Nieuwe lokaties werden interessanter, oude lokaties verloren hun aantrekkingskracht en verschuivingen in vestigingspatronen waren het resultaat. In dit gedeelte wordt de flexibiliteit van de sector centraal gesteld. Daarbij wordt het primaat van de technologie gehanteerd: veranderingen in lokatiepatronen worden verondersteld *altijd* een gevolg van technologische veranderingen te zijn.

In het tweede gedeelte van deze paper zal aangegeven worden dat de verklarende waarde van de in het eerste gedeelte gevolgde benadering in de loop der tijd sterk teruggelopen is. Aan de hand van het voorbeeld van de Amerikaanse staalindustrie zal verduidelijkt worden dat ondanks de voortdurende technologische vernieuwing het tempo van locationele verschuivingen tot praktisch nul gereduceerd is. De inertie van de sector aan het eind van de twintigste eeuw is dan ook erg groot. Geprobeerd zal worden een verklaring voor dit verschijnsel te geven.

Hoe zullen de lokatiepatronen in de staalindustrie zich in de toekomst ontwikkelen? Liggen zij nu voor eeuwig vast omdat de inertie de overhand heeft gekregen? Of zullen de lokatiepatronen zich, ingegeven door de technologische ontwikkeling, flexibel gaan ontwikkelen? In het derde en tevens laatste gedeelte van deze paper zal geprobeerd worden om een aantal scenario's te schetsen met betrekking tot de locationele consequenties van mogelijke toekomstige technologische ontwikkelingen in de ijzer- en staalindustrie.

*Jeroen Broeders*

---

<sup>1</sup> Zie voor een overzicht Lambooy [1980].

## Deel 1

# Hoe de technologische vernieuwing de lokatie bepaalde

## De geschiedenis van de ijzer- en staalindustrie

“Wherever man lives a civilized life, whether in the East or in the West, whether in an advanced country or in an backward country, there are technology, iron and human wisdom at work. It is no exaggeration to say that mankind entered the gate of civilization when it began to use iron, and has since advanced its technology and developed its wisdom.”<sup>2</sup>

“Ijzer is in veel opzichten nuttiger voor de mens dan goud, hoewel hebzuchtige mensen liever goud hebben. Zonder ijzer zou de gemeenschap niet veilig zijn tegen vijanden, zonder vrees voor ijzer is het recht niet te handhaven, met ijzer worden onschuldigen verdedigd. De roekeloosheid van slechte mensen wordt getoomd met de vrees voor ijzer. En geen handwerk kan zonder ijzer, geen land geploegd, geen gebouw gebouwd.” Meer dan 750 jaar geleden onderkende de Fransiscaner monnik Bartholomaeus Anglicus met deze woorden al het belang van ijzer voor de toenmalige samenleving.<sup>3</sup>

De ijzertijd, als opvolger van de bronstijd, is in West-Europa later begonnen dan in andere delen van de wereld. Zo werd in het Egypte van 3000 v. Chr. bij de bouw van de pyramide van Cheops al gebruik gemaakt van ijzeren gereedschappen (Johanssen, 1925, 13) en kende men ook in het Mesopotamië van twee millennia voor Christus het ijzer al.

Ijzer bleef echter lange tijd een zeldzaam en zeer kostbaar, met mythen en bijgeloof omgeven materiaal. Zo vond in de negende eeuw voor Christus de Assyrische koning Tukulti-Ninurta de Tweede een tribuut van honderd ijzeren dolken belangrijk om in zijn annalen vast te laten leggen (Moorey, 1985, 102). De kostbaarheid blijkt ook uit het feit dat Homerus in zijn Illias de Griekse held Achilles een klomp ijzer laat inzetten als hoofdprijs bij één van de atletiekwedstrijden die gehouden werden ter ere van de dood van

---

<sup>2</sup> Ken'ichi Iida, 1980, 1.

<sup>3</sup> Dit citaat kom je op tal van plaatsen tegen. Zie bijvoorbeeld Brommer (1989, 21), Schubert (1957, 94) of Le Goff (1987, 256).

Patroklos.<sup>4</sup> En vlak voor het begin van onze jaartelling was ijzer in Europa nog zo kostbaar dat het, in ieder geval in Engeland, als betaalmiddel werd gebruikt (Caesar, *De Bello Gallico*, V, 12).

Sindsdien zijn ijzer en staal de materialen geworden waarop de moderne maatschappij gebouwd is. En hoewel het relatieve belang van de ijzer- en staalindustrie in de wereldeconomie waarschijnlijk aan het teruglopen is, produceren miljoenen werknemers in honderden fabrieken in tientallen landen jaarlijks tussen de 700 en 800 miljoen ton ijzer en staal. Er is in tweeduizend jaar wel het één en ander veranderd.

## *De schachtoventjes*

Het lijkt erop dat er zich voor het begin van onze jaartellingen nog geen duidelijke produktielokaties ontwikkeld hebben<sup>5</sup>; produktie vond plaats waar een combinatie van erts en hout (voor houtskool) aangetroffen kon worden. De produktie verliep erg kleinschalig; men groef een ondiep gat, bouwde daar eventueel een muurtje van klei omheen en het schachtoventje was klaar. De temperatuur in deze oventjes bleef zelfs wanneer men blaasbalgen gebruikte, laag. Bij een dergelijke temperatuur was slechts een gedeeltelijk reductie van het ijzererts mogelijk, terwijl het ijzer ook niet smolt. Er bleef dan ook een op het eerste gezicht uitermate onaantrekkelijk mengsel van ijzer en slakken in de oven achter, een mengsel dat slechts na langdurig uithameren in enigerlei mate bruikbaar werd.

Pas in de Romeinse tijd werd het produktievolume opgevoerd, onder andere door het 'in serie schakelen' van de oventjes. In die tijd werd in een schachtoventje per smeltcyclus van 8 tot 12 uur een brok ruwijzer van ongeveer 8 kilo geproduceerd. De Romeinen hadden te kampen met een groot tekort aan ijzer, en het streven naar ijzer(erts) was dan ook een belangrijk element in hun expansiezucht.

Na de Romeinse tijd liep in tal van industrietakken het ambachtelijk kunnen terug. Één van de uitzonderingen hierop werd gevormd door de ijzerindustrie, die in deze roerige tijden vooral bij de produktie van wapens werd ingezet. Hoogwaardige ijzerprodukten werden op dat moment al internationaal verhandeld. Zo waren de Frankische zwaarden zeer geliefd in het Midden-Oosten. Het zwaard was echter een luxe-produkt, en in West-Europa bleef ijzer erg schaars (Le Goff, 1987, 255-56).

## *Het gebruik van waterkracht*

Tot ver in de middeleeuwen bleef men bij de produktie van ijzer gebruik maken van de al eerder beschreven schachtoventjes. Geleidelijk begon men echter waterkracht bij het produktieproces in te zetten, een ontwikkeling die zich met name vanaf de veertiende eeuw doorzette. Het aandrijven van de blaasbalgen, maar ook het smeden en het vermorzelen van erts gebeurde van toen af aan met behulp van

---

<sup>4</sup> Het gaat hierbij om de de verzen 826-835 van het XXIII<sup>e</sup> boek. "En daarna looft de Pelide weder een diskus uit, púúr uit de smeltkroes. En die placht te werpen eertijds Eëtion, krachtmens, de Grote... Achilles de Snelvoet doodde hem, ach, en de schijf nam hij mee in zijn schip met het andre... Toen stond hij rechtop en sprak tot de Grieken: 'Komt op nu gij allen! Gij, die ook deze wedkamp beproeven wilt ! Die hem kan winnen zal ook, al liggen zijn vruchtbare velden heel afgelegen, vijf doorlopende jaren er 't ijzer van kunnen gebruiken, en uit behoefte aan ijzer zal dan geen herder of ploeger ooit naar de stad hoeven gaan, maar hij zal alles wel leevren !...' (Homeros, z.j., 417).

<sup>5</sup> Dit stuk gaat over de technologische ontwikkeling in de Westerse landen. De technologische ontwikkeling in China, die sneller verliep, wordt hier buiten beschouwing gelaten.

deze nieuwe energiebron in plaats van met behulp van menselijke spierkracht.<sup>6</sup> Een gevolg van deze technologische revolutie was dat de ijzerindustrie zich langs waterlopen begon te concentreren (Derry en Williams, 1970, 135; Johanssen, 1925, 28). De relatie ijzerindustrie - waterkracht is een relatie die dan ook tot de opkomst van de stoommachine in de negentiende eeuw heel sterk is gebleven.

Aan het begin van de middeleeuwen was de ijzerindustrie nog een zeer mobiele industrietak. Kleine groepjes specialisten trokken van lokatie naar lokatie; wanneer de hoogwaardige ertsen op een bepaalde plaats uitgeput waren, trok men weer verder. De inzet van waterkracht begon echter grenzen te stellen aan die mobiliteit. Omdat de energie van waterkracht niet transporteerbaar was en het vervoer van grondstoffen vanwege het *de facto* ontbreken van een infrastructuur grote problemen opleverde, werden de ovens in bosrijke omgevingen gebouwd waar naast ijzererts ook waterkracht beschikbaar was (Van Rijst, 1969, 2).

Het productievolume dat men per cyclus behaalde was aan het einde van de veertiende eeuw gestegen tot ongeveer 75 kg. De totale ijzerproductie lag echter nog steeds op een erg laag niveau. Zo bedroeg die bijvoorbeeld in Engeland tussen 1330 en 1354 ongeveer 2,5 ton per oven per jaar, wat doet vermoeden dat de totale Engelse jaarproductie niet meer dan 900 ton kan hebben bedragen (Schubert, 1957, 109).<sup>7</sup>

## *De hoogoven*

De belangrijkste technologische doorbraak die in de Middeleeuwen gerealiseerd werd was de productie van vloeibaar ijzer en, daaraan gekoppeld, de ontwikkeling van het ijzergieten. Deze ontwikkeling was mogelijk door de verhoging van de oventemperaturen die een gevolg was van de inzet van grotere en krachtigere blaasbalgen (Geddes, 1991, 171). De verbeterde windvoorziening leidde in eerste instantie tot bredere ovens, waarin bij dezelfde temperatuur meer geproduceerd werd. Enige tijd later ontdekte men dat in hogere ovens de temperatuur verder steeg en er dan vloeibaar ijzer geproduceerd kon worden. De geboorte van de hoogoven was een feit.

Terwijl de productie in de schachtoventjes batchgewijs verliep, werden de hoogovens continu in bedrijf gehouden. Dit gebeurde in zogenaamde campagnes, die duurden totdat de voorraad erts of houtskool op was, of tot er geen water meer was voor het waterrad (wat met name in de winter gebeurde). De gemiddelde duur van dergelijke campagnes nam steeds verder toe. Aan het begin bedroeg deze enkele weken, omstreeks 1550 enige maanden en rond 1650 al zes tot acht maanden (Den Ouden, 1988, 14). Het semi-continue karakter van de hoogoven maakte het noodzakelijk steeds meer aandacht te gaan besteden aan de logistiek van de productie. In verband met een goede aan- en afvoer van grondstoffen en eindproducten werd de lokatiekeuze steeds belangrijker.

Over het algemeen verliep de diffusie van deze technologie zeer langzaam en overal bleven schachtovens kortere of langere tijd naast hoogovens in bedrijf. Terwijl de eerste hoogovens in de vijftiende eeuw

---

<sup>6</sup> De eerste vermelding van de inzet van waterkracht bij ijzerproductie dateert van 1197 in Zweden (Den Ouden, 1988, 11), maar mogelijkwerwijs werd in de daaraan voorafgaande eeuw ook al waterkracht ingezet bij de ijzerproductie. Overigens werd waterkracht al veel langer ingezet als energiebron, onder andere voor het malen van meel en het zagen van hout. Dergelijke watermolens zijn al bekend uit het Frankrijk van de zesde eeuw (Johanssen, 1925, 27).

<sup>7</sup> Aangezien dit te weinig was om te voorzien in de binnenlandse consumptie, bestond er er ook toen al een levendige handel in ijzer. De Engelsen importeerden hun ijzer met name uit Spaans Baskenland en, via de Hanzesteden, uit Zweden (zie bijvoorbeeld Johanssen, 1925, 58)

gebouwd werden, werd deze technologie pas aan het eind van de zestiende eeuw op enige schaal toegepast. Een belangrijke reden hiervoor was specifiek economisch. “A blast-furnace represented a larger capital investment than any industrial equipment known hitherto, and with its adoption control of the industry passed from the craftsman to the merchant-capitalist” (Pounds, 1979, 252). De industrietak werd minder mobiel en er begonnen zich voor het eerst in de geschiedenis duidelijke produktieregio’s af te tekenen waarin een combinatie van de drie produktiefactoren, te weten water, hout en erts, aanwezig was. Langzamerhand liep het aantal producenten terug.

## *Van houtskool en water naar steenkool en stoom*

Tot ver in de achttiende eeuw bleef houtskool de belangrijkste brandstof voor het produktieproces. In de daaraan voorafgaande eeuwen was er echter langzamerhand een brandstofprobleem ontstaan. Dit trad het duidelijkst op in het zestiende eeuwse Engeland, waar door de bevolkingsgroei, de scheepsbouw en industriële ontwikkelingen geleidelijk een tekort aan hout begon te ontstaan. Dit werd met name urgent omdat bij de opheffing van de kloosters grote stukken bos werden verkocht en veel nieuwe eigenaren deze gebieden meteen ontgonnen ten bate van akkerbouw en veehouderij (Derry en Williams, 1970, 146). Een gevolg voor de ijzerindustrie van deze in de zeventiende eeuw nog toenemende schaarste was “the shifting of the industry from district to district and even from country to country, so that by the eighteenth century Sweden was in the lead” (Derry en Williams, 1970, 143).

Terwijl overal in Europa het produktievolume steeg en de industrie vanwege de hoge kapitaalinvesteringen in hoogovens steeds minder mobiel werd, werd het voor de ijzerproducenten steeds moeilijker om aan voldoende brandstof te komen. Met name in Engeland werd het tekort nijpend. Zo steeg daar tussen 1540 en 1640 de houtprijs driemaal zo snel als de algemene prijsindex.<sup>8</sup>

Rond 1800 was de houtskool bij de Engelse ijzerproduktie dan ook zo goed als verdrongen door steenkool en was de eerste stap gezet op de weg die zou leiden tot het einde van “the tyranny of wood and water.”<sup>9</sup> Deze substitutie van houtskool door steenkool was de resultante van een proces dat zich gedurende de achttiende eeuw geleidelijk voltrokken heeft. De omslag was het resultaat van een aantal technologische ontwikkelingen.

Vanaf het eind van de zestiende eeuw was er door verschillende mensen geëxperimenteerd met het gebruik van steenkolen bij de ijzerproduktie (zie bijvoorbeeld Harteveld, 1964, 82-4). De Engelse Quaker Abraham Darby was rond 1709 echter de eerste die structureel steenkool bij het houtskool ging mengen, toen hij in zijn ijzerfabriek in Coalbrookdale geconfronteerd werd met moeilijkheden om aan voldoende houtskool te komen.<sup>10</sup> Met zijn brouwersachtergrond wist hij dat cokes (vergaste steenkool) gebruikt werden bij de produktie van bier en hij nam aan dat deze grondstof ook bij de produktie van ijzer ingezet zou kunnen worden.

---

<sup>8</sup> J. Clamphan [1951], *A Concise Economic History of Britain*. London, 228; geciteerd in Van der Rijst, 1969, 2.

<sup>9</sup> T.S. Ashton [1924], *Iron and Steel in the Industrial Revolution*. Manchester, 20; geciteerd in Harteveld, 1964, 81.

<sup>10</sup> Darby schijnt in 1704 een studiereis gemaakt te hebben naar Nederland alwaar vandaan hij, behalve met nieuw opgedane kennis, ook met een aantal vaklieden naar Engeland terugkeerde. (Harteveld, 1964, 88)

Nadat Darby in 1717 op 40-jarige leeftijd was komen te overlijden, nam zijn zoon, die ook Abraham Darby heette, het familiebedrijf in 1730 op negentienjarige leeftijd over. Hij zette de experimenten van zijn vader voort en schijnt in 1735 volledig op steenkool overgeschakeld te zijn (Johanssen, 1925, 119-21). De Darby's hadden geluk; de kolen uit het gebied rondom Coalbrookdale kenmerkten zich door een laag zwavelgehalte, terwijl het daar voorkomende ijzererts een relatief laag fosforgehalte had. Dit maakte de lokale grondstoffen erg geschikt voor het cokes-hoogoven procédé (Harteveld, 1964, 89).

De diffusie van deze technologische doorbraak verliep echter zeer langzaam. "As long as they had to use large quantities of charcoal for the further process of converting pig iron into bar iron, ironmasters were reluctant to leave the wooded areas in which they were already established, for others, where coal was readily accessible" (Derry en Williams, 1970, 147). Pas rond 1750 begon het gebruik van steenkool aan te slaan (Schubert, 1957, 333; Pounds, 1979, 262) en in 1829 werd de laatste Engelse houtskooloven gedooft (Johanssen, 1925, ?).

In Continentaal Europa verliep de diffusie van deze nieuwe technologie echter nog veel langzamer. Een belangrijke reden hiervoor was dat het houtgebrek daar minder nijpend was dan in Engeland. Pas na de Napoleontische oorlogen, dus een eeuw nadat de Darby's hun ontdekking hadden gedaan, begon men op het Europese continent op enige schaal cokes te gebruiken (Pounds, 1979, 264; Harteveld, 1964, 90).

Het gebruik van steenkool bij de produktie van ijzer nam pas een stormachtige vlucht nadat James Watt de eerste bruikbare stoommachine ontwikkeld had en in 1776 een variant bedacht die bij een hoogoven in Shropshire voor de windvoorziening ging zorgen. De verbetering van de windmachines leidde tot een daling van de kostprijs van ruwijzer. Doordat er meer druk achter de wind zat konden de ovens wijder en hoger gebouwd worden, waardoor het produktievolume steeg en de kostprijs daalde. Hogere ovens zouden niet toegepast kunnen zijn wanneer houtskool nog de belangrijkste brandstof was. Het draagvermogen van dit materiaal is namelijk relatief beperkt en de houtskool in de oven zou kunnen verpulveren waardoor de hele oven zou dichtslibben. Dit probleem doet zich echter niet voor bij de veel stevigere cokes. Bovendien lag de kostprijs van cokes lager dan die van houtskool. Een bijkomend voordeel van de cokes was dat het, omdat het veel minder teer was dan houtskool, over grotere afstanden vervoerd kon worden. Het leek alsof de ijzerproducenten hun brandstoffen nu over grote afstanden aan zouden kunnen voeren.

Wat in werkelijkheid gebeurde was dat de producenten van hun watergebonden lokaties naar de kolenvelden migreerden, een beweging die zich met name in Engeland snel voltrok. Zo schreef Gerrit Roentgen, een Nederlandse marineofficier die op verzoek van Koning Willem I in 1821 de Engels ijzerindustrie bezocht en bestudeerde:

"De steenkoolovens konden door de uitvinding van de stoommachine de watervallen in de valleien verlaten om bij de kolen- en ijzermijnen, die veelal bij elkaar gelegen waren, te worden gevestigd. De bezuiniging in transportkosten is zo groot en belangrijk dat alle hoogovens die gepoogd hebben hun plaats en het gebruik der watervallen te behouden, dit hebben moeten opgeven; zelfs indien deze maar op 2 tot 3.000 ellen van de kolenmijn aflagen."<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> M.G. de Boer [1923], "Twee memoriën over den toestand der Britsche en zuid-Nederlandsche ijzerindustrie door G.M. Roentgen." *Economisch Historisch Jaarboek*, Den Haag, 58 e.v.; geciteerd in Van der Rijst, 1969, 2-3. Zie ook Jacobs, 1988, 132-33.

Behalve dat ijzerproducenten naar de kolenvelden trokken leidde de inzet van steenkool bij de productie en verdere verwerking van het ijzer ook tot een concentratie van de industrietak. Deze concentratiebeweging, die vooral tot uitdrukking kwam in een gestage daling van het aantal producenten bij een stijgende productie, was reeds ingezet bij de introductie van de eerste hoogovens en zou voortgezet worden bij de introductie van grootschalige technieken voor de productie van staal.

## *De grootschalige staalproductie*

Tot ongeveer halverwege de negentiende eeuw werd staal slechts in zeer kleine hoeveelheden geproduceerd. De productie van staal, wat in principe niets anders is dan ijzer met een verlaagd koolstofgehalte, was een moeizaam procédé dat door de eeuwen heen met verschillende technieken werd uitgevoerd. Staal, hoewel geliefder dan ijzer vanwege de veel betere materiaaleigenschappen, bleef echter erg kostbaar, met name omdat het terugdringen van het koolstofgehalte grote hoeveelheden brandstof vergde.

Het was dan ook niets minder dan een revolutie toen de Brit Henry Bessemer in 1856 bekend maakte dat hij van ijzer staal kon maken zonder dat er extra brandstof nodig was. Hij bereikte dit door een vat met vloeibaar ijzer perslucht te voeren. Daarbij verbrandde dan een (gedeelte van de) in het ijzer aanwezige koolstof. Met deze uitvinding kon het staaltijdperk werkelijk een aanvang nemen.

Overigens waren er bij de diffusie van deze nieuwe technologie wel een groot aantal aanloopproblemen, die vooral veroorzaakt werden door een gebrek aan metallurgische kennis. Zo bleek het traditionele Bessemer proces alleen ingezet te kunnen worden bij ertsen met een laag fosfor- en zwavelgehalte. In het procédé werden deze verontreinigingen namelijk niet verwijderd en veroorzaakten in het eindproduct een verslechtering van de materiaaleigenschappen.

Net als de Darby's had ook Bessemer geluk gehad met de keuze van de ertsen waarmee hij zijn eerste experimenten uitvoerde. Hij ging uit van ertsen met een laag fosfor-gehalte en het eindproduct was van goede kwaliteit. Toen anderen echter zijn techniek gingen toepassen op ertsen met een hoog fosforgehalte, die veel algemener voorkwamen, leverde dat een onbruikbaar eindproduct op.

Pas nadat de Engelsman Sidney Gilchrist Thomas in 1869 het productieproces zodanig had aangepast dat ook ertsen met een hoog fosfor en zwavel-gehalte gebruikt konden worden, kon deze techniek op grote schaal ingezet worden. Met name de uitvinding van Thomas leidde ertoe dat in snel tempo nieuwe produktieregio's opkwamen. Daarbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan de regio rondom Chicago, die als produktiegebied tot ontwikkeling kwam na de ontdekking van fosforrijke ertsen in de buurt van Lake Superior. De mondiale staalproductie nam zeer snel toe. Dit werd nog eens gestimuleerd door de sterke groei van de spoorwegen. Stalen rails bleken namelijk veel beter te voldoen dan ijzeren.

De komst van de pneumatische procédés om staal te maken, zoals het Bessemer-, het Thomas- en het modernere oxystaalprocédé, hebben geleid tot een verregaande geografische concentratie van de ijzer- en staalindustrie. Omdat de grondstof voor de staalproductie vloeibaar ijzer was, bleek het rendabel te zijn zowel de ijzerproductie als de staalproductie binnen één bedrijf te concentreren.



Tot op dat moment waren productie en verwerking ruimtelijk gescheiden activiteiten. Dit was een consequentie van de inzet van waterkracht in de voorafgaande eeuwen; pas op geruime afstand van de waterraderen die de blaasbalgen van de hoogovens aandreven was over het algemeen voldoende verval opgetreden in de waterloop om een waterrad te kunnen installeren dat de hamers aandreef.

Na de invoering van nieuwe produktietechnieken werd deze ruimtelijke scheiding een extra kostenpost, omdat het betekende dat het ijzer een tweede keer gesmolten moest worden. Er stond dus een grote bonus op integratie, en de geboorte van de grootschalige geïntegreerde bedrijven zoals we die vandaag de dag kennen was een feit.

Na het Bessemer-procédé zijn er nog een tweetal andere produktietechnieken tot ontwikkeling gekomen, respectievelijk de Siemens-Martin- en het oxystaalprocédé. Deze hadden echter geen specifieke locatiele effecten anders dan dat zij door schaalvergroting hebben geleid tot een toenemende concentratie in de industrietak.

Sinds de eerste helft van deze eeuw hebben zich in de traditionele produktieregio's geen duidelijke verschuivingen in lokatiepatronen meer voorgedaan. Voor een belangrijk deel kan dit verklaard worden uit het feit dat er sindsdien geen revolutionaire technologische ontwikkelingen meer plaats hebben gevonden; de technologische vooruitgang in de ijzer- en staalindustrie had een incrementeel karakter.

Toch is er een relatief kleine verandering in lokatiepatronen zichtbaar. Met name sinds de Tweede Wereldoorlog is een verschuiving van geprefereerde lokaties zichtbaar in de richting van de kust; nieuwe staalfabrieken werden op kustlokaties gebouwd. Deze beweging was het gevolg van de dreigende uitputting van de traditionele ertsvoorraden. Op kustlokaties kan men gebruik maken van goedkoop met grote bulkcarriers aangevoerde erts. Een dergelijke ontwikkeling heeft zich het duidelijkst in Japan voorgedaan waar met name in de zestiger jaren een aantal grote nieuwe staalfabrieken aan de kust gebouwd zijn.

Zoals gezegd zet deze herlokatie, die een logisch gevolg lijkt te zijn van een combinatie van de uitputting van traditionele ertsgebieden en een daling van de relatieve transportkosten, zich niet echt door. Dat dat niet gebeurd moet verklaard worden uit de inertie van de staalindustrie, het thema van het volgende hoofdstuk.

## Deel 2

# Blijf zitten waar je zit en verroer je niet

## De groeiende inertie van de ijzer- en staalindustrie

De ijzer- en staalindustrie wordt in de geografische literatuur beschouwd als een industrietak waarop de idee van de onder invloed van externe factoren verschuivende vestigingspatronen bijzonder goed van toepassing is. In het vorige gedeelte werd dan ook de indruk gewekt alsof de lokatiekeuze in de industrietak mee-evolueerde met de technische ontwikkeling. Het is wel zo dat technologische vernieuwingen zoals de inzet van waterkracht, de opkomst van de hoogoven en het gebruik van steen- in plaats van houtskool tot fundamentele veranderingen in de lokatiepatronen heeft geleid, maar de snelheid waarmee de vestigingspatronen op de door de technologische vooruitgang geschapen veranderingen reageren is steeds verder teruggelopen. Terwijl de industrietak in vroeger tijden door haar lokatiekeuze flexibel op technologische veranderingen kon reageren, is de inertie in later eeuwen steeds verder toegenomen. Sinds de oudheid heeft de staalindustrie een beeld te zien gegeven van een voortdurend verdergaande concentratie en dalende geografische mobiliteit.

Voor dit verschijnsel kan een tweetal grove verklaringen gegeven worden. De eerste is dat de mobiliteit van de sector sinds de opkomst van de hoogovens in de vijftiende eeuw steeds verder is teruggelopen vanwege de toenemende kapitaalintensiteit.<sup>12</sup> Het in de industrietak gevolgde technologische pad heeft geleid tot het ontstaan van een industrietak waarin individuele bedrijven minimaal enkele miljoenen tonnen staal per jaar moeten produceren om levensvatbaar te zijn. Een tweede reden is gelegen in de voortdurende daling van de hoeveelheid grondstoffen die nodig was voor de productie van één ton staal.

**Tabel 1: Decimering grondstoffeninzet per ton staal, 1600-2000**

	1600	1800	2000
Ijzererts	8 ton	4 ton	1,3 ton
(Fe %)	25 %	35-40 %	65 %
Kolen	7 ton	8 ton	0,5 ton
<i>Totaal</i>	<i>± 15 ton</i>	<i>± 12 ton</i>	<i>± 1,8 ton</i>

<sup>12</sup> Dit standpunt wordt aangehangen in het bij mijn weten eerste artikel over de inertie van de (Amerikaanse) staalindustrie (Rodgers, 1952).

Daarnaast is er sinds de middeleeuwen ook sprake geweest van een voortdurende daling van de (relatieve) transportkosten. Wanneer de omvang van de inputstromen sterk gereduceerd wordt, terwijl tegelijkertijd de transportkosten laten dalen, loopt de invloed van technologische vernieuwing op de lokatiekeuze duidelijk terug en winnen andere factoren aan belang.

Het is nuttig om een onderscheid aan te brengen tussen initiële en overlevingslokatiefactoren.<sup>13</sup> Bij de initiële factoren, die bepalen waar een nieuwe ijzer- en staalfabriek gevestigd gaat worden, speelt het minimaliseren van transportkosten nog steeds een belangrijke rol.<sup>14</sup> Bij de beslissing een bestaand bedrijf op een bepaalde lokatie al dan niet voort te laten bestaan, neemt het belang van dergelijke transportkosten echter steeds verder af. Andere factoren, zoals bijvoorbeeld de angst voor kapitaalvernietiging of het volume van eventuele subsidies, zijn bij een groeiende gemiddelde bedrijfsgrootte veel belangrijker geworden.

De geografische inertie is daardoor sterk toegenomen, zoals we kunnen zien aan het voorbeeld van de Amerikaanse staalindustrie. In de volgende pagina's zal aangegeven worden hoe het vestigingspatroon zoals dat in deze industrietak in de periode 1860-1900 tot ontwikkeling kwam gebaseerd was op de nabijheid van kolen- en ertsvoorraden, hoe dat patroon in de eerste helft van deze eeuw vastgeklonken werd door de kartelvorming in de staalindustrie, en hoe er in de tweede helft van de eeuw niets meer aan veranderd werd vanwege de toegenomen inertie.

### *De beginjaren van de Amerikaanse staalindustrie (1860-1901)*

Het eerste Amerikaanse ijzer- en staalcentrum was Pittsburgh, gunstig gelegen ten opzichte van de steenkoolvoorraden in Pennsylvania en Ohio. Na de ontdekking van ijzererts in de buurt van Lake Superior kwam Chicago als tweede centrum op. De Amerikaanse staalindustrie maakte in het laatste kwart van de negentiende eeuw een snelle groei door. Zo liep de productie tussen 1875 en 1900 op van 2,0 tot 12,8 miljoen ton (Jacobs, 1988, 146).

Deze snelle groei was het gevolg van een snel groeiende vraag en van het aanwezig zijn van de mogelijkheden om daar aan de aanbodzijde op in te springen. Grote hoeveelheden staal waren nodig voor de explosief groeiende spoorwegen, terwijl voldoende staal geleverd kon worden door het Thomas-procédé toe te passen op ijzererts uit het gebied van de Great Lakes (Passkoff, 1991, 84).

In deze laatste decennia van de negentiende eeuw werd de Amerikaanse staalindustrie gekenmerkt door zware concurrentie. Er werd hard gevochten om marktaandeel en de staalbedrijven waren gedwongen om innovatief bezig te zijn. Deze competitieve sfeer sloeg echter rond 1900 in korte tijd volledig om. Er voltrok zich binnen deze industrietak, net zoals overigens in tal van andere Amerikaanse industrietakken, een snelle concentratie. De concentratiebeweging in de Amerikaanse staalindustrie culmineerde in 1901 in de vorming van de *U.S. Steel Corporation*, "Big Steel" zoals hij in de volksmond al snel genoemd werd.

---

<sup>13</sup> Het onderscheid tussen initiële en overlevingsfactoren is ontleend aan Alexander en Gibson, 1979, 262.

<sup>14</sup> In werkelijkheid is die rol aan het eind van de twintigste eeuw een zuiver theoretische aangezien er (haast) geen nieuwe geïntegreerde staalbedrijven meer gebouwd worden.

Het lokatiepatroon zoals dat in het laatste gedeelte van de negentiende eeuw ontstond, is haast identiek met de structuur die op dit moment bestaat. De Amerikaanse geïntegreerde ijzer- en staalindustrie is namelijk nog steeds in belangrijke mate geconcentreerd in het Noordoosten, en dan met name in de driehoek Pittsburgh-Cleveland-Buffalo .

**Figuur 2: Vestigingsplaatsen van Amerikaanse geïntegreerde staalbedrijven (1990)**



Bron: Florida, R. en M. Kenney [1992], "Restructuring in place: Japanese investment, production organization , and the geography of steel." *Economic Geography*, 68, april, 158.

### *Het Pittsburgh-Plus syteem (1901-1945)*

In 1901 gingen een aantal grote staalbedrijven er toe over samen te gaan werken in de *U.S. Steel Corporation*, waarin 65% van de toenmalige productiecapaciteit geconcentreerd werd. Vanaf dat moment tot ver in de zestiger jaren heeft U.S. Steel de Amerikaanse staalindustrie weten te monopoliseren, dit ondanks het feit dat zij sinds haar oprichting gestaag marktaandeel verloor aan haar concurrenten.

U.S. Steel zette aan het begin van deze eeuw de toon voor samenwerking met andere staalbedrijven. Binnen het bedrijf had men al snel in de gaten dat U.S. Steel, als grote onderneming, nauwkeurig door de overheid in de gaten werd gehouden en dat het in het heersende klimaat onverstandig was er naar te streven nog groter te worden. Daarom vocht men niet langer met concurrerende bedrijven om marktaandelen, marktaandelen die men door (tijdelijke) prijsdalingen snel had kunnen veroveren. Veel liever werkte men met die bedrijven samen om de prijzen hoog te houden.

De Amerikaanse vooroorlogse marktverhoudingen werden bepaald door het door US Steel geïntroduceerde 'Pittsburgh-Plus basing point pricing system', dat ook door de andere staalproducenten gevolgd werd. Dit systeem hield in dat staalproducenten bij levering de prijs van staal (kostprijs, vrachtkosten en extra's) berekenden alsof het allemaal op dezelfde plaats geproduceerd werd, onafhankelijk van de werkelijke productieplaats.

Tot 1924 was Pittsburgh het enige basing-point. Dit had tot gevolg dat wanneer een afnemer in bijvoorbeeld Birmingham, Alabama, een hoeveelheid staal kocht bij een in dezelfde plaats gevestigde producent, deze een prijs moest betalen alsof het staal uit Pittsburgh werd aangevoerd. In 1924 werden er een aantal extra basing-points ingevoerd, maar verder bleef dit systeem tot 1948 praktisch onveranderd. In dat jaar werd het F.O.B. systeem ingevoerd waarbij de prijs afhing van de feitelijke afstand tussen producent en afnemer (Benhart en Dunlop, 1989, 178-9).

Een belangrijke consequentie van het basing point systeem was dat de staalproducenten bij de bouw van nieuwe installaties geen rekening hoefden te houden met de plek waar het te produceren staal geconsumeerd zou gaan worden. Men kon de transportkosten namelijk volledig afwentelen op de afnemers. Nieuwe staalcomplexen werden dan ook bij voorkeur opgetrokken in het traditionele staalgebied, het noordoosten.

Dit had echter het gevolg dat het ook voor de metaalverwerkende industrie aantrekkelijk was in het noordoosten te blijven c.q. zich daar te vestigen, omdat de kosten van de belangrijkste grondstof, staal, daar het laagste waren. De trage industrialisatie van het Zuiden en Westen van de Verenigde Staten en de met name in het Zuiden ontstane economische achterstand wordt wel geweten aan het optreden van dit dubbelsnijdend zwaard.

## *Na-oorlogse ontwikkelingen (1945-1990)*

De gevolgen van het pas in 1948 volledig afgeschafte basing point systeem zijn nog duidelijk herkenbaar in de hedendaagse structuur van de Amerikaanse staalindustrie. In de eerste helft van deze eeuw, de belangrijkste groeiperiode van de Amerikaanse staalindustrie, zijn de geïntegreerde staalbedrijven zich blijven concentreren in het noordoosten, het traditionele staalgebied. In de tweede helft van deze eeuw is daar eigenlijk geen verandering in gekomen. De incentives voor staalproducenten om zich op traditionele produktieregio's te blijven concentreren zijn na het wegvallen van het basing-point system duidelijk verminderd, maar de financiële ruimte voor het bouwen van nieuwe staalcomplexen op andere lokaties ontbrak. Sinds de Tweede Wereldoorlog zijn er in de Verenigde Staten dan ook maar twee nieuwe staalfabrieken gebouwd: US Steel's Fairless Hills in Pennsylvania en de fabriek van Bethlehem Steel in Burns Harbor (Indiana).

De staalindustrie is in deze periode natuurlijk wel verregaand gemoderniseerd, maar daarbij ging het vooral om incrementele aanpassingen aan bestaande installaties. Het vestigingspatroon bleef daardoor grotendeels ongewijzigd, alhoewel er wel veranderingen zijn opgetreden door het sluiten van een groot aantal fabrieken ten tijde van de sanering in de jaren tachtig.

Het Amerikaanse voorbeeld bewijst hoe de initiële lokatiefactoren te verklaren zijn uit grondstoforiëntatie, maar de overlevingsfactoren duidelijk niet. In de eerste helft van deze eeuw werd de inertie door oligopolistisch optreden geïstitutionaliseerd, en in de tweede helft is de Amerikaanse staalindustrie er niet in geslaagd die inertie zelf te doorbreken. Van buitenaf zijn er echter wel pogingen ondernomen om op de inertie van de traditionele staalindustrie in te spelen. Deze pogingen, in de vorm van de groei van de minimill-sector, zijn redelijk succesvol gebleken.

## *De minimill: een reactie op de Amerikaanse inertie*

Behalve het in de traditionele staalindustrie ingezette oxystaalprocédé bestaat er nog een tweede produktieroute om staal te produceren. Bij dit zogenaamde elektrostaalprocédé zet men met behulp van electriciteit schroot (of voorbehandeld ijzererts) om in staal. De basis voor deze techniek is al in 1878 in Duitsland gelegd, maar ze wordt pas gedurende de laatste kwart eeuw op grote schaal toegepast. In de eerste driekwart eeuw van het bestaan van deze technologie werd ze vooral ingezet bij de productie van hoogwaardige staallegeringen, zoals bijvoorbeeld roestvrijstaal. Dit gebeurde veelal door kleine gespecialiseerde bedrijven die hun producten met name leverden aan ondernemingen in de machinebouwindustrie.

Sinds halverwege de jaren zestig wordt deze technologie echter vooral in de Verenigde Staten op grote schaal toegepast door ondernemingen die zich bezighouden met de fabricage van laagwaardige staalproducten zoals betonstaal en balken. Deze producten werden tot op dat moment exclusief door de traditionele geïntegreerde staalbedrijven geproduceerd. Wanneer een onderneming het elektrostaalprocédé inzet voor de productie van dergelijke laagwaardige producten, spreekt men van een minimill.

Terwijl het elektrostaalprocédé zoals gezegd reeds voor de Tweede Wereldoorlog ingezet werd bij de productie van kwaliteitsstaal, werd het na 1945 ook rendabel met behulp van dit procédé laagwaardige staalsoorten te maken. Door de technische ontwikkeling was het mogelijk geworden de capaciteit van de elektrische ovens sterk op te voeren (Warren, 1973, 256). Deze bedrijven konden met de op dat moment beschikbare technologie slechts een beperkt aantal staalproducten maken. Daarbij ging het om de zogenaamde lange-producten; in eerste instantie vooral betonstaal, maar later ook buizen, balken en profielen.

In de jaren zeventig en tachtig werd in tal van publicaties aandacht besteed aan het fenomeen van de minimill en aan de gevolgen die de ontwikkeling van die sector mogelijkerwijs zou kunnen hebben voor de traditionele producenten (zie bijvoorbeeld Barnett en Schorsch [1983], Barnett en Crandall [1986] en Scherrer [1988]). In een periode waarin het slecht ging met de staalindustrie, ontwikkelde zich een soort *communis opinio* dat de traditionele staalindustrie ten dode was opgeschreven en dat de toekomst van de Amerikaanse staalindustrie bij de minimills zou liggen.

In eerste instantie leken deze voorspellingen bewaarheid te worden: de minimills snoepten namelijk duidelijk marktaandeel weg bij de gevestigde producenten. Ze waren hiertoe in staat door veel efficiënter te opereren dan de geïntegreerde producenten. Voor deze hogere efficiëntie kunnen een aantal verklaringen gegeven worden. Zo elimineerde men door de keuze voor het elektrostaalprocédé en de grondstof schroot

de noodzaak van sinter- en pelleteerinstallaties, cokesovens en hoogovens zoals die in de traditionele staalindustrie aangetroffen worden. De kapitaallasten waren daardoor substantieel lager, terwijl ook de minimaal benodigde productiecapaciteit aanzienlijk kleiner was (Barnett en Schorsch, 1983, 85).

De kostenstructuur bij een minimill is compleet anders dan die bij een traditioneel staalbedrijf. Bij een traditioneel geïntegreerd bedrijf zijn de kapitaallasten hoog maar de variabele kosten relatief laag. Daarentegen zijn bij een minimill de kapitaallasten relatief laag, terwijl de variabele kosten juist erg hoog zijn.

**Tabel 2: Verschillen in benodigde investeringen voor het bouwen van nieuwe minimills en traditionele staalbedrijven (midden tachtiger jaren)**

	<i>Investeringskosten uitgedrukt in US\$ per ton/jaar</i>	<i>Geschatte jaarlijkse productiecapaciteit van de installatie</i>	<i>Totale kosten in miljoenen US \$</i>
<b>OECD landen</b>			
<i>Minimills</i>	500	500.000	250
<i>Traditionele geïntegreerde staalbedrijven</i>	1.000-2.000	4.000.000	4.000 - 8.000
<b>Ontwikkelingslanden</b>			
<i>Minimills</i>	400 - 600	100.000-500.000	40-300
<i>Minimills met directe reductie en giet- en wals faciliteiten</i>	750 - 1.000	400.000-4.000.000	300-4.000
<i>Traditionele geïntegreerde staalbedrijven</i>	750 - 2.000	1.000.000-4.000.000	750-8.000

Bron: O.E.C.D. [1989], *The Role of Technology in Iron and Steel Developments*. Parijs, 49.

Een tweede sterk punt van de minimill was dat men zich richtte op specifieke lokale markten waarop voldoende vraag bestond voor de produkten, terwijl er ook voldoende schroot gegenereerd werd. Op een dergelijke markt had men bij de afzet van de produkten veelal een competitief voordeel op andere producenten, die met het nadeel van grotere transportkosten te kampen hadden. Ten derde was door de keuze voor eenvoudige en relatief laagwaardige produkten als ijzerdraad, betonstaal en stalen balken de noodzaak afwezig om grootschalig te opereren.

Deze drie factoren versterkten elkaar. Uit de keuze voor de elektrostaaltechnologie volgde haast automatisch de gekozen produkt-mix, omdat men in die tijd met de toegepaste technologie niet in staat was meer geavanceerde staalprodukten op de markt te brengen. De lokale oriëntatie leverde bij de gekozen produkt-mix een competitief voordeel op omdat bij laagwaardige produkten transportkosten een verhoudingsgewijs grotere rol spelen. Dit benadeelde elders gevestigde producenten die op dezelfde markt hun produkten af zouden willen zetten. Tenslotte moet bij een keuze voor lokale markten een technologie gekozen worden die bij een kleine productie al efficiënt is omdat er anders makkelijk

produktieoverschotten gecreëerd zullen worden. Het elektrostaalprocédé is een dergelijke kleinschalige technologie. Al deze factoren versterkten elkaar en de snelle opkomst van de Amerikaanse minimill was een feit.

Barnett en Crandall [1986, 26] stellen dan ook dat:

“Minimills clearly have an enormous locational advantage over their integrated rivals. Since they are not hostage to iron and coal supplies, they may go wherever electricity is available at a reasonable cost and there is a local market for 200.000 to 300.000 tons of a single product. Scrap is ubiquitous; hence, minimills are located in the New York area (Raritan River), near Chicago (Northwestern Steel and Wire), and in such remote locations as Plymouth, Utah, and Jackson, Mississippi.”

**Figuur 3: Vestigingsplaatsen van Amerikaanse minimills (1991)**



Ook op Hawaï is een minimill gevestigd. De keuze voor de hier weergegeven minimills is enigszins subjectief omdat het onderscheid tussen een minimill en een producent van speciale stalen, zoals bijvoorbeeld roestvrijstaal, moeilijk te maken is. Bron: lokaties zijn ontleend aan “Electric Arc Furnace Roundup - U.S.A.” *Iron and Steel Maker*, mei 1993, 18-41.

Aan het eind van de tachtiger jaren kwam echter (voorlopig) een einde van de snelle groei van de minimills in zicht. De markt voor laagwaardige lange produkten in de Verenigde Staten was door de minimills veroverd, de groei was eruit. De toekomst van de minimills zag er minder rooskleurig uit dan lange tijd door velen was aangenomen.



## *De minimill in regionaal en mondiaal perspectief*

De snelle groei van de minimill sector is eigenlijk een typisch Amerikaans fenomeen. De ontwikkelingen in andere regio's, zoals de E.G. en Japan, verliepen voor de minimills een stuk minder voorspoedig. Zo bedroeg het aandeel van de minimills in de Europese staalproductie in 1989 12 % terwijl het in Amerika in dat jaar 22 % bedroeg (Mueller, 1991, 555).

Ook buiten de Verenigde Staten vertoonde de inzet van het elektrostaalprocédé weliswaar een sterke groei, maar de oorzaken van deze groei waren compleet anders. Zo steeg de inzet van deze technologie in de ontwikkelingslanden sterk omdat een groot aantal overheden graag de beschikking had over een eigen staalindustrie, maar het aan de middelen ontbrak om een geïntegreerde, op het oxystaalprocédé gebaseerde, staalindustrie op te starten. Tussen 1970 en 1990 heeft men in een tiental niet-geïndustrialiseerde landen, zoals Taiwan, Iran en Nigeria, een staalindustrie opgebouwd die tot op de dag van vandaag voor 100% gebaseerd is op het elektrostaalprocédé. In 1990 was in een twintigtal niet-Europese staalproducerende landen het elektrostaalprocédé de enige toegepaste produktietechniek (International Iron and Steel Institute, 1991, 84-91).

Dat het succes in de Verenigde Staten sterk gestimuleerd is door de inertie van de Amerikaanse geïntegreerde staalindustrie betekent echter niet dat het ontbreken van dergelijk succes in de rest van de Westerse wereld voortkomt uit de flexibiliteit van de staalindustrie in die landen. Niets is minder waar.

In de meeste andere geïndustrialiseerde landen, hoe klein ook, doet zich het historisch gegroeide feit voor dat men over minimaal één geïntegreerd staalbedrijf kan beschikken. De consequentie hiervan is dat de staalindustrie in de niet-Amerikaanse geïndustrialiseerde wereld sterk verspreid is en er dus veel minder geografische niches zijn waarop minimills in kunnen springen.

Waarschijnlijk waren die er overigens wel geweest wanneer de overheidssteun in deze landen lager geweest was. Zo stelt Aylen [1991, 116-7]:

“Even an very well run arc based works cannot compete with an integrated plant selling at marginal costs plus a small contribution to overheads. It is easy to see how European minimills were ‘squeezed’ during the recession of the early 1980s. The peculiar cost structure of BOS steelmaking (het oxystaalprocédé [JB]) combined with state subsidies to cover fixed costs represented a near lethal combination for electric arc producers. The quota regime prevented arc steelmakers from expanding output to improve their finances by spreading fixed costs and achieving better energy efficiency from high throughput.”

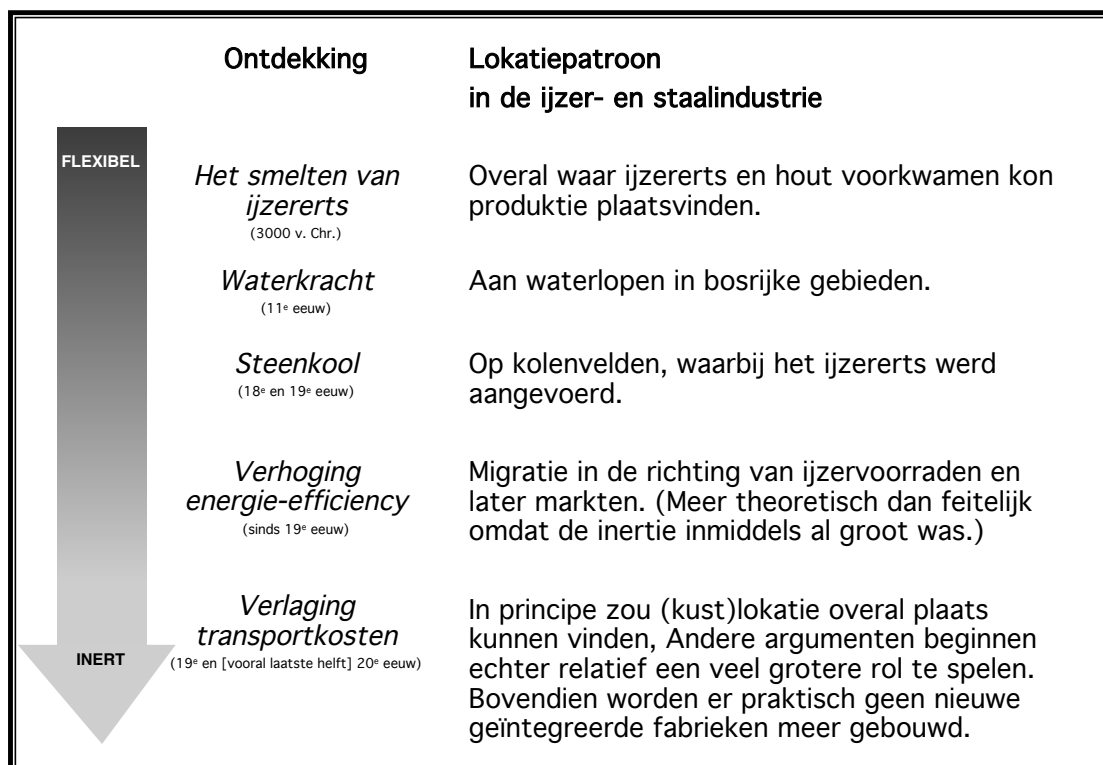
Buiten de Verenigde Staten verkeren de minimills dus in een slechte uitgangspositie als gevolg van het overheidsbeleid met betrekking tot de staalindustrie. De Europese minimills hebben dan ook ten tijde van de warme sanering van de Europese staalindustrie in de tachtiger jaren niet kunnen profiteren van onevenwichtigheden die het gevolg waren van die sanering. Voor de Amerikaanse minimills leverde de koude sanering in de Verenigde Staten tal van marktniches op. Zoals Scherrer [1988, 1185] stelt:

“In general the (American [JB]) mini-mills may have profited from the lack of a cohesive national steel policy. Public support for the modernization of the steel industry would certainly have gone to the

integrated mills, where the political power of some of the largest U.S. corporations combined with the strength of a highly organized industrial union as well as with the local and state governments whose tax base depended on the steel industry. Naturally, this reinvigoration of the integrated mills with public money would have strengthened their competitive position vis-a-vis the mini-mills. Furthermore, the introduction of anti-pollution laws placed a heavier burden on the integrated sector where coke ovens and blast furnaces were the major sources of pollution (...). Therefore, the United States apparently followed unintentionally a strategy of fostering the growth of a new highly efficient method of steelmaking.”

Een laatste verklaring voor de verschillen tussen de Amerikaanse en (met name) de Europese minimill-sector kan gevonden worden in het feit dat de kostenstructuur in de Verenigde Staten een heel andere was dan in Europa. Zo waren de energiekosten relatief laag, was er veel schroot beschikbaar, en waren de loonkosten in de geïntegreerde staalindustrie relatief hoog (Aylen, 1990, 113).

**Figuur 4: Van flexibel naar inert; overzicht technologische ontwikkeling en lokatie**



## Deel 3

# Naar een recyclebare toekomst ?

## Technologie en lokatie in de staalindustrie van morgen

In de voorafgaande hoofdstukken is aangegeven hoe onder invloed van de technologische verandering de lokatiepatronen in de ijzer- en staalindustrie in de loop der eeuwen veranderd zijn. Ook is aangegeven hoe de invloed van technologische veranderingen op de vestigingspatronen steeds verder is toegenomen, en dat het resultaat van deze processen een uitermate inerte en geografisch immobiele staalsector is.

De vraag die in dit hoofdstuk centraal staat is in welke richting de vestigingspatronen in de staalindustrie zich in de nabije toekomst zullen ontwikkelen. Bij het beantwoorden van die vraag zal eerst nagegaan worden welke technologische trajecten door de verschillende staalproducenten gevolgd kunnen worden en welke geografische consequenties die trajecten zullen hebben. Tenslotte zal bekeken worden onder welke omgevingsfactoren zich bepaalde vestigingspatronen zouden kunnen ontwikkelen.

Zoals we in het voorafgaande hebben gezien kunnen we in de moderne staalindustrie een onderscheid aanbrengen tussen een tweetal groepen actoren, namelijk de grote geïntegreerde staalproducenten en de minimills. Gesimplificeerd kunnen we stellen dat individuele producenten in beide groepen kunnen kiezen uit een tweetal strategieën: ze kunnen op de oude voet doorgaan of nieuwe wegen inslaan. Daarbij kan iedere keer gekozen worden tussen een evolutionair technologisch traject gebaseerd op een incrementele aanpassing van het productieproces en produktpallet, of voor een revolutionair traject, gebaseerd op een keuze voor een geheel nieuwe, en op dit moment veelal nog niet commercieel beschikbare, produktietechnologie.

Twee groepen actoren die ieder kunnen kiezen uit twee strategieën leveren in het totaal vier verschillende bedrijfsstrategieën op. Bij deze strategieën gaat het om ideaal-typen. Volgens Max Weber [1968, 43], de grondlegger van deze theorie, komt men tot een ideaal-type:

"durch einseitige *Steigerung eines* oder *einiger* Gesichtspunkte und durch Zusammenschluß einer Fülle von diffus und diskret, hier mehr, dort weniger, stellenweise gar nicht vorhandenem *Einzelerscheinungen*, die sich jenen einseitig herausgehobenen Gesichtspunkten fügen, zu einem in sich einheitlichen *Gedankenbilde*. In seiner begrifflichen Reinheit ist dieses Gedankenbild nirgends in der Wirklichkeit empirisch vorfindbar, es ist eine *Utopie*, und für die *historische* Arbeit erwächst die Aufgabe, in jedem *einzelnen Falle* festzustellen, wie nahe oder

wie ferne die Wirklichkeit jenem Idealbild steht (...). Für den Zwecke der Erforschung und Veranschaulichung aber leistet jener Begriff, vorsichtig angewendet, seine spezifischen Dienste."

Niemand kan precies zeggen hoe de toekomstige lokatiepatronen in de staalindustrie er uit zullen zien. Zoals we gezien hebben heerste er in de staalindustrie vroeger het primaat van de technologie: vestigingspatronen ontwikkelden zich als resultaat van technologische ontwikkelingen. Maar we hebben ook gezien dat in de loop der eeuwen dat primaat verloren is gegaan. Andere factoren zijn een steeds belangrijkere rol gaan spelen. Kennis van komende technologische ontwikkelingen is niet langer voldoende om toekomstige vestigingspatronen te voorspellen. Met name internationaal politiek-economische omgevingsfactoren hebben aan belang gewonnen.

Om toch iets aan voorspellingen te kunnen doen wordt hier daarom gebruik gemaakt van scenario's. In een drietal korte beschrijvingen wordt in algemene bewoordingen uiteengezet hoe de internationaal politiek-economische toekomst zich op een drietal verschillende manieren zou kunnen ontwikkelen. Daarna zal worden uiteengezet hoe de lokatiepatronen in de staalindustrie zich volgens ieder van die scenario's zouden ontwikkelen, rekenschap houdend met de beschreven technologische trajecten.

## **Drie scenario's**

De drie scenario's zijn achtereenvolgens een vrijhandel-scenario, een protectionisme-scenario en een groen scenario.

### **Het vrijhandel-scenario**

Het vrijhandel-scenario vooronderstelt een intensivering van de internationale arbeidsdeling gekoppeld aan een relatief voorspoedige economische ontwikkeling in de belangrijkste regio's van de wereld. De scherpere en wereldwijde concurrentie draagt ertoe bij dat de transportkosten verder dalen. Handelsbarrières worden overal geslecht.

De vraag naar hoogwaardige staalsoorten neemt met name toe in de zich snel industrialiserende ontwikkelingslanden en - in tweede instantie - in Oosteuropa. In de westerse wereld zal de vraag naar staal achterblijven bij de economische groei. De concurrentie tussen staalproducenten in verschillende regio's zal heviger worden, en de wereldstaalmarkt, tot op dit moment *de facto* een verzameling van gescheiden regionale markten, zal verder internationaliseren. Overheidssteun aan de staalindustrie zal overal afgebouwd worden, terwijl ook aan importbeperkende maatregelen een einde komt.

### **Het protectionisme-scenario**

Dit scenario vooronderstelt grote en erger wordende economische problemen in de gehele wereld. De economische stagnatie versterkt protectionistische krachten en de wereldmarkt valt in verschillende handelsblokken uiteen.

Aan de huidige staalcrisis ligt een structurele overproduktie van staal ten grondslag. De laatste jaren zijn nationale en supranationale overheden niet in staat gebleken een afdoende sanering in de staalindustrie af te dwingen. In een protectionisme-scenario zal dit onvermogen leiden tot tal van protectionistische maatregelen. Landen proberen hun werkgelegenheid in de staalindustrie veilig te stellen en een internationaal gecoördineerde sanering van de staalindustrie vindt dan ook niet plaats.

In dit scenario dumpen allerlei staal producerende landen nationale staaloverschotten met behulp van exportsubsidies op de wereldmarkt. Een negatieve prijsspiraal is het gevolg die resulteert in een langdurige staaloorlog. Bovendien zal onder invloed van steeds meer protectionistische maatregelen de wereldstaalhandel inkrimpen. De prijzenoorlog heeft mede tot gevolg dat de grote staalbedrijven zich gedwongen zien fors in hun budgetten voor proces- en produktinnovatie te snijden. Het tempo van technologische innovatie zal afnemen en de huidige produktietechnologie zal dominant blijven.

In de Westeuropese landen zal een hoge barricade opgeworpen worden tegen de invoer van staal. Dit zal mede gelegitimeerd worden met een beroep op het milieu-onvriendelijke karakter van de produktiewijze die bijvoorbeeld de verouderde en vervuilende Oosteuropese en Russische staalfabrieken kenmerkt.

### **Het groene scenario**

Dit milieu-scenario gaat uit van een ecologisch georiënteerde herstructurering van de economie. Productie en consumptie worden zoveel mogelijk op regionaal niveau gereorganiseerd, gebruik makend van lokaal beschikbare grondstoffen en hulpmiddelen. Op regionale schaal wordt de arbeidsdeling geïntensiveerd. Intercontinentale handelsstromen zullen aan betekenis inboeten. Hoge overheidssubsidies stimuleren een technologische ontwikkeling in de richting van kleinschaligheid, milieuvriendelijkheid en hergebruik. Binnen dit scenario worden mogelijkheden geopend voor een relatief onafhankelijke ontwikkeling van regio's in de Derde Wereld.

De overtuiging dat de staalindustrie het milieu te zwaar belast en dat de huidige produktiewijze niet gecontinueerd kan worden, wordt gemeengoed. Onder invloed van de publieke opinie wordt ernaar gestreefd de milieukosten zoveel mogelijk in de staalprijzen te verdisconteren. In eerste instantie zal het staal, dat door de traditionele geïntegreerde staalbedrijven met hedendaagse technologie geproduceerd wordt, duurder worden. Een flinke verhoging van de energieprijzen heeft tot gevolg dat het transport van grondstoffen en halffabrikaten terugloopt. Nu kan een auto op verschillende momenten van zijn levenscyclus wel vier keer de wereldzeeën bevaren; eerst als grondstof (erts), daarna als halffabrikaat (gewalst staal), als eindprodukt (de auto) en tenslotte als afvalprodukt (schroot). Binnen het milieu-scenario is dit ondenkbaar.

De markten zullen zich verregaand regionaliseren. Staal zal overwegend lokaal geproduceerd worden, vooral op basis van het elektrostaalprocédé (minimills). In de geïndustrialiseerde wereld zal een relatief fijnmazig net van minimills ontstaan, terwijl in de grondstofleverende landen de produktie van staal met behulp van het smeltreductie-procédé zal plaatsvinden. Onder invloed van de technologische ontwikkeling zullen minimills steeds beter in staat zijn ook hoogwaardige staalsoorten op lokaal niveau met geringe

produktievolumes te leveren. Een hoge recyclingsgraad is dan haalbaar. Schroot wordt als grondstof veel belangrijker. Hergebruik van ijzer- en staalprodukten kan aanzienlijk bijdragen aan zowel het afvalvraagstuk, energiebesparing als aan de reductie van CO<sub>2</sub>-uitstoot. Ook zal in de ontwerpfase steeds meer aandacht gegeven worden aan de recyclebaarheid van staalprodukten. De vraag naar staalprodukten zal drastisch verminderen. Het belang van traditionele markten als defensie- en automobiellindustrie zal verder afnemen. De binnenvaart zal in dit scenario een aantrekkelijk alternatief zijn voor andere vormen van transport.

## *De vier technologische strategieën voor de staalindustrie*

**Strategie 1:** *De evolutionaire strategie in de geïntegreerde staalindustrie: incrementele proces- en produktinnovatie*

De makkelijkste te bewandelen weg voor de geïntegreerde staalindustrie is die van een voortdurende incrementele procesinnovatie. Binnen het bestaande productieconcept, gebaseerd op een combinatie van hoogoven en oxystaalprocédé, kan men streven naar het verhogen van de efficiëntie. Dit kan onder meer gebeuren door modernisering van bestaande installaties. Binnen een dergelijke strategie zal echter ook aandacht worden geschonken aan produktinnovaties, die echter, omdat ze plaats vinden binnen het bestaande productieapparaat, ook een incrementeel karakter hebben. Goede voorbeelden van dergelijke ontwikkelingen zijn bijvoorbeeld de programma's voor de ontwikkeling van nieuwe staalsoorten die tal van staalproducenten voor (en soms samen met) automobiellproducenten opgezet hebben.

De kans dat traditionele staalbedrijven voor deze strategie zullen opteren is het grootst bij het *protectionisme-scenario*. In een situatie van recessie zal de overheidsbemoediging met de staalsector voortduren omdat het (gepercipieerde) economische belang van individuele bedrijven erg groot is. Het gevolg hiervan zal zijn dat de huidige structurele mondiale overproductie gecontinueerd zal worden en zelfs zal toenemen. Ieder geïndustrialiseerd land zal een staalindustrie blijven behouden.

In het *vrijhandel-scenario* zal een verschuiving optreden in globale vestigingspatronen omdat een groot gedeelte van de op dit moment niet rendabel functionerende staalindustrie (uit de Westerse landen) zal verdwijnen. De staalindustrie in de Derde Wereld zal verder groeien. Op termijn zal binnen een dergelijk scenario het aantal traditionele bedrijven dat deze strategie volgt af gaan nemen.

In het *groene scenario* zullen bedrijven een dergelijke strategie niet kunnen volgen. Overheden en consumenten zullen hun wil opleggen aan de bedrijven: milieuvriendelijkere produktiewijzen zullen het resultaat zijn. De traditionele grootschalige staalbedrijven zoals we die nu kennen zullen verdwijnen.

**Strategie 2:**     *De revolutionaire strategie in de geïntegreerde  
staalindustrie: de radicale procesinnovatie van de  
smeltreductie*

Een technologische ontwikkeling binnen de traditionele staalindustrie met een groot potentieel is de smeltreductie, een nieuwe techniek die zijn feitelijke bruikbaarheid nog moet bewijzen. Smeltreductie maakt het mogelijk om in één produktiestap van ijzererts vloeibaar ijzer te maken. De eventuele grootschalige invoering van dit procédé zal belangrijke consequenties hebben voor de organisatie van de traditionele staalindustrie, omdat het cokesovens, pelleteer- en sinterinstallaties en hoogovens overbodig maakt. Bovendien is deze technologie al op een veel kleinere schaal efficiënt dan de grootschalige, rondom het hoogovenprocédé opgebouwde staalindustrie zoals we die nu kennen.

Smeltreductie vormt een concurrent van het traditionele hoogoven-procédé. Het eindproduct van de smeltreductie is namelijk gesmolten metaal en dat kan goed bij het oxytaalprocédé ingezet worden. Bovendien lijkt het erop dat smeltreductie een veel milieuvriendelijkere weg is om ijzer te produceren dan het traditionele hoogovenprocédé. De grote milieuwinst die men bij smeltreductie kan boeken, is gelegen in het feit dat men kan afzien van de bijzonder milieuvriendelijke productie van cokes en vaak ook nog van het sinteren en pelleteren van het ijzererts.

Bij traditionele staalbedrijven bestaat grote interesse voor deze technologie. Veel van de producenten staan onder druk van overheden en belangengroepen om milieuvriendelijker te produceren, terwijl zij bovendien door de economische situatie gedwongen worden de productie te rationaliseren en goedkoper te gaan produceren. Deze bedrijven denken met deze nieuwe technologie twee vliegen in één klap te kunnen slaan. Op dit moment is het enige op industriële schaal toegepaste smeltreductie proces het door Deutsche *Voest-Alpine Anlagenbau* ontwikkelde *Corex*-procédé, dat door de Zuidafrikaanse staalproducent *ISCOR* sinds 1987 wordt gebruikt en waarmee dit bedrijf ongeveer 300.000 ton ijzer per jaar produceert. Op een aantal andere plaatsen op de wereld, zoals in Japan, de Verenigde Staten en Australië, wordt tegenwoordig druk met deze technologie geëxperimenteerd (zie bijvoorbeeld Astier, 1992; Aukrust, 1993).

**Tabel 3:**            **Vergelijking tussen smeltreductie en hoogovenprocédé:  
uitstoot vervuilende stoffen in gram per ton eindproduct.**

	Hoogoven-procédé	COREX-procédé
NO <sub>2</sub>	1905	21
SO <sub>2</sub>	1596	26
Stof	427	39

Astier, J. [1992], "Present status of direct reduction and smelting reduction."

*Steel Times*, oktober, 453.

Wanneer in de nabije toekomst het protectionisme de overhand krijgt, is er geen grote rol weggelegd voor deze strategie. In een *protectionistisch scenario* zijn er geen incentives voor bedrijven om veel energie en geld te gaan steken in het ontwikkelen van risicovolle nieuwe produktietechnieken. Smeltreductie zal zich onder een dergelijk scenario niet verder dan de pilotfase ontwikkelen.

Ondanks alle aantrekkelijke eigenschappen van de smeltreductie technologie zal echter ook in een *vrijhandel-scenario* de vervanging van het traditionele hoogovenprocédé door smeltreductie waarschijnlijk niet al te snel verlopen. Er zijn de laatste jaren grote verbeteringen tot stand gekomen in het traditionele procédé. Zo is het gebruik van cokes sterk teruggedrongen door de ontwikkeling van koleninjectie. Mogelijk zal er in de toekomst ook minder gesinterd behoeven worden door het inblazen van fijn erts in de hoogovens. Maar het belangrijkste voordeel van het traditionele procédé is waarschijnlijk dat de hoogovens al voor een groot gedeelte afgeschreven zijn waardoor de totale produktiekosten per ton eindprodukt lager uit kunnen vallen dan die bij het nieuw in te voeren procédé.

Binnen dit scenario zal men smeltreductie binnen de bestaande produktiestructuren gaan gebruiken als een vervanger van het hoogovenproces. Omdat men uit angst voor kapitaalvernietiging geen veranderingen door zal willen voeren in het verwerkingstraject, zal men nog steeds in ieder bedrijf zeer grote produktievolumes moeten realiseren om de bestaande walscapaciteit rendabel te kunnen benutten. Dit zou betekenen dat de bestaande produktiestructuren en het prevalerende lokatiepatroon gecontinueerd worden.

De beste kansen voor smeltreductie zijn weggelegd in een *groen* scenario. Zoals gezegd gaat het bij smeltreductie om een relatief schone produktietechniek, die bovendien al bij relatief kleine produktievolumes rendabel kan zijn.

De geografische consequenties van een grootschalige inzet van smeltreductie zijn in potentie erg groot. De concentratiegraad zal sterk af kunnen nemen omdat het voor een rendabele produktie benodigde produktievolume (op dit moment 4 tot 5 miljoen ton per jaar) sterk terug zal kunnen lopen. Wanneer dit werkelijk gebeurt zullen de minimills een geduchte concurrent krijgen en zal de sector als geheel bovendien een flexibeler karakter krijgen.

**Strategie 3:**      *De evolutionaire strategie bij minimills :  
   incrementele procesinnovatie bij een  
   gelijkblijvende concentratie op lange produkten*

De technologische ontwikkeling in de minimillsector is de afgelopen drie decennia bijzonder snel gegaan. Zo heeft men de voltage en de amperage in de ovens opgevoerd, afzuiginstallaties verbeterd en het slijten van de voor het smelten van het schroot gebruikte elektrodes teruggedrongen. Deze en andere procesinnovaties hebben over de gehele linie geleid tot een zich nog steeds voortzettende reductie van de produktiekosten.

Het management van een minimill kan er nu voor kiezen deze incrementele strategie voort te zetten, waarbij men er dan ook voor kiest zich te blijven concentreren op lange produkten. Het motto van deze



strategie is dat men voort blijft gaan met waar men goed in is. Dit is echter geen strategie van stilstand: de afgelopen decennia hebben vele bedrijven bewezen dat een dergelijke strategie vruchten af kan werpen en bovendien wel degelijk tot technologische innovatie leidt. De strategie werd treffend verwoord door Gordon Forward, de directeur van de Amerikaanse minimill *Chapparral Steel*, die stelde: “We look at risk differently from other people. We always ask what is the risk of doing nothing. We don’t bet the company, but if we’re not taking some calculated risks, if we stop growing, we may die” [Leonard-Barton, 1992, 32].

De beste kans dat een groot aantal bedrijven deze strategie zal volgen bestaat onder het *vrijhandel-scenario*. Hoogwaardige produkten zullen geproduceerd blijven worden door de traditionele staalbedrijven en door een aantal zich verder ontwikkelende minimills, terwijl de productie van laagwaardige produkten volledig door gespecialiseerde minimills overgenomen zal worden.

Onder een *protectionistisch* scenario zijn de kansen voor deze strategie niet zo goed. De traditionele staalbedrijven zullen een rol van betekenis blijven spelen in het laagwaardige segment van de markt. De minimills zullen niet goed kunnen concurreren met de gesubsidieerde geïntegreerde bedrijven.

Onder het *groene-scenario* zullen niet veel bedrijven zich specifiek toe kunnen leggen op de productie van laagwaardige staalprodukten. Het zich richten op regionale markten zal met zich meebrengen dat van bedrijven verwacht zal worden dat ze zowel laagwaardige als hoogwaardigere staalprodukten moeten kunnen leveren.

#### **Strategie 4: De revolutionaire strategie:**

*Van lang naar plat:*

*radicale proces- en produktinnovatie*

Binnen de tweede strategie die door de minimills gevolgd kan worden ligt de nadruk op het uitbreiden van het produktiepalet. Men wil naast lange produkten ook platte produkten, zoals plaat- en verpakkingsstaal gaan produceren, omdat men gelooft ook op dat marktsegment goed met de gevestigde staalproducenten te kunnen concurreren.

De nadruk ligt bij een aantal producenten dan ook op de ontwikkeling van in een minimill inzetbare technieken om dergelijke platte produkten te maken. De daarvoor benodigde technieken zijn inmiddels ontwikkeld door het Amerikaanse *Nucor* (in samenwerking met de Duitse apparatuur leverancier *SMS Schloemann-Siemag*) en in een samenwerkingsverband tussen de Italiaanse Minimill *Arvedi* en de Duitse apparatuur bouwer *DEMAG*. Sinds 1989 heeft *Nucor* in het Amerikaanse Crawfordsville (In.) een fabriek in productie waar dergelijke platte produkten gemaakt worden.

De wens om platte meer hoogwaardige produkten te gaan produceren brengt echter nieuwe problemen met zich mee. Voor een op schroot gebaseerd productie systeem is het moeilijk een dergelijke opwaarderingsoperatie uit te voeren wanneer de kwaliteit van de gebruikte grondstoffen niet gegarandeerd kan worden. Het gebruik van schroot heeft als nadeel dat er in het geproduceerde staal verontreinigingen, zoals koper, voorkomen die de metallurgische eigenschappen van het eindprodukt nadelig beïnvloeden.

De metallurgische eigenschappen van het eindproduct zijn bij de productie van betonstaal van ondergeschikt belang, maar bij een opwaardering naar bijvoorbeeld platte produkten worden ze steeds belangrijker. En daarmee wordt de zuiverheid van de gebruikte grondstoffen een issue waar de minimills zich bewust mee bezig dienen te houden.

Minimills proberen de zuiverheid op een drietal manieren te vergroten. Deze manieren zijn achtereenvolgens:

- 1- een betere sortering van het schroot  
(door het voorlichten en/of opkopen van de schroothandelaren),
- 2- het verwijderen van verontreinigingen uit het gesmolten metaal  
(een technische moeilijk en nog niet commercieel beschikbaar proces),
- 3- het gebruik van andere grondstoffen dan schroot, namelijk direct gereduceerd ijzer, het zogenaamde DRI.

Terwijl het bij de eerste twee methoden om technieken gaat die ook voor de bedrijven die een evolutionaire strategie voeren op termijn aantrekkelijk zouden kunnen zijn, gaat het bij de derde techniek om een speciaal voor de revolutionair ingestelde minimills geschikte techniek. Bij deze laatste techniek wordt ijzererts rechtstreeks omgezet in ijzer, waarbij over het algemeen als reductor aardgas wordt ingezet. Het eindproduct van dit procédé is een vast, sponsachtige materiaal dat met behulp van het elektrostaalprocédé verder bewerkt kan worden tot staal. Het lijkt erop dat van de drie hierboven weergegeven manieren om de zuiverheid van de grondstoffen te vergroten de productieroute via DRI het meest geprefereerd wordt.

In 1992 werd er met behulp van DRI technieken 20,7 miljoen ton ijzer geproduceerd. Tweederde daarvan, om precies te zijn 13,3 miljoen ton werd geproduceerd met behulp van een door de Amerikaanse *Midrex Direct Reduction Corp.* ontwikkelde techniek. Het door het Mexicaanse *Hylsa SA de CV* ontwikkelde en al sinds het eind van de vijftiger jaren in gebruik zijnde zogenaamde Hyl-procédé was verantwoordelijk voor nog eens 5,3 miljoen ton. Momenteel wordt de mondiale DRI capaciteit snel uitgebouwd. Dit gebeurt van overheidswege vooral in (semi-) ontwikkelingslanden als Iran en India, en in landen in het Midden-Oosten. Daarnaast zullen in de nabije toekomst ook individuele minimills steeds meer activiteiten op het terrein van DRI gaan ondernemen.

Hierbij heeft het Amerikaanse minimill concern *Nucor Corp.* het voortouw genomen door te beginnen met de bouw van een DRI-installatie op Trinidad and Tobago. In deze fabriek zal Braziliaans ijzererts met behulp van een door Nucor zelf ontwikkelde en gepatenteerde techniek verwerkt worden. De fabriek moet eind 1994 operationeel zijn, gaat \$60 miljoen kosten, en zal een jaarproductie hebben van 320.000 ton.

Binnen het *protectionisme-scenario* is er geen duidelijke rol voor deze vierde strategie weggelegd. De bedrijven die deze strategie volgen zullen moeten opereren als volledige concurrenten van gevestigde staalbedrijven, zonder echter te kunnen profiteren van de politieke invloed die deze bedrijven in de loop der decennia hebben opgebouwd.

Onder het *vrijhandel-scenario* ligt dat duidelijk anders. Hier is wel een rol voor dergelijke bedrijven weggelegd alhoewel het op dit moment erg moeilijk is om te voorspellen of dergelijke bedrijven ook op lange termijn kunnen concurreren met de onder dit scenario overblijvende traditionele staalbedrijven.

De beste kansen voor een dergelijk strategie zijn weggelegd bij het *groene-scenario*. In een op recycling gebaseerde staaletonomie nemen dergelijke bedrijven de belangrijke rol op zich om schroot tot hoogwaardige staalproducten op te werken.

De geografische consequenties van een voortzetting van deze strategie zullen groot zijn, omdat zij de minimill sector in het verlengde van de geïntegreerde sector brengen. De eerste consequentie is dat de concentratie toe zal nemen als gevolg van de verticale integratie. Bovendien is een verdergaande concentratie ook een gevolg van de wens van minimills om meer bewerkingen *in house* uit te kunnen voeren. Dit is een direct gevolg van iedere opwaarderingstrategie. Toch zullen de bedrijven die deze strategie volgen waarschijnlijk, vanwege de geringere bedrijfsgrootte, nog steeds flexibeler kunnen opereren dan de grootschalige staalbedrijven.

## *Toekomstige vestigingspatronen onder verschillende scenario's*

De toekomstige vestigingspatronen in de staalindustrie zullen de resultante zijn van de wisselwerking tussen minimills en geïntegreerde bedrijven. Hoe deze wisselwerking zal verlopen is afhankelijk van het scenario wat het best overeenkomt met de werkelijkheid. (Bovendien zullen de bedrijven hun strategie afstemmen op de ontwikkeling die zij het meest waarschijnlijk achten).

### **Toekomstige vestigingspatronen volgens het vrijhandel-scenario**

Wanneer er zich een situatie van vrijhandel ontwikkelt zullen de traditionele staalbedrijven zowel de incrementele als de radicale technologische strategie volgen. Dit zelfde geldt voor de minimills. Het onderscheid tussen beide actoren zal langzamerhand gaan verdwijnen, omdat de verschillen in productiepatronen langzamerhand opgeheven zullen worden. Overigens zullen er een aantal minimills zijn die zich specifiek toeleggen op de productie van laagwaardig staal.

Een groot aantal traditionele staalproducenten zal verdwijnen als gevolg van de beëindiging van overheidssubsidies. Een aantal Westerse (waarschijnlijk vooral Zuideuropese) landen zal zijn staalindustrie verliezen. Zowel in de Verenigde Staten als in de rest van de wereld zal het belang van minimills toenemen. Pas op de lange termijn zullen er verschuivingen op gaan treden in de lokatiepatronen van de traditionele staalindustrie. De eerste decennia zullen vele bedrijven verdwijnen, maar *grosso modo* blijven de patronen intact. De minimills zullen zich gelijkmatig over de wereld gaan verdelen, zich daarbij richtend naar de bevolkingsconcentraties.

### **Toekomstige vestigingspatronen volgens het protectionisme-scenario**

Wanneer het protectionisme-scenario in de praktijk gebracht wordt, ziet de toekomst voor de minimills er tamelijk slecht uit. Bij de huidige ontwikkelingsgraad gaan minimills en protectionisme niet goed samen. In een protectionisme scenario blijft de structuur van de lokatiepatronen van de traditionele staalindustrie in stand omdat er iedere noodzaak van geografische of anderszinsige innovatie ontbreekt. De minimill-industrie in de Verenigde Staten zal een harde dood sterven, terwijl deze industrietak in de rest van de Westerse wereld niet eens de gelegenheid zal krijgen echt van de grond te komen.

### **Toekomstige vestigingspatronen volgens het groene-scenario**

Wanneer het groene scenario in de praktijk wordt gebracht zal er een situatie ontstaan waarbij kleinschalige, hoogwaardige minimills op regionaal niveau het lokaal gegenereerde schroot opwerken tot hoogwaardige staalprodukten. Aangezien het onmogelijk zal zijn om de stofkringloop volledig te sluiten, en omdat er bij voortdurende recycling een teruggang in de materiaaleigenschappen plaatsvindt, zal een aantal smeltreductie fabrieken voorzien in de benodigde zuiver input van vers staal. Deze fabrieken zullen eventueel in de buurt van de mijnen gevestigd worden, maar strict genomen is dat niet noodzakelijk.

In dit scenario zal lokatie weer veel belangrijker worden omdat transport veel duurder zal worden. De minimills zullen zich dicht in de buurt van bevolkingscentra willen vestigen omdat men daar eenvoudig aan het benodigde schroot kan komen, terwijl men bovendien dicht bij de afnemers gevestigd is.

## Deel 4

# Samenvatting en conclusies

Op grond van het voorafgaande kunnen we een vijftal conclusies trekken:

- 1- De invloed van technologische ontwikkelingen op de lokatiepatronen in de staalindustrie is altijd erg groot geweest; de vestigingspatronen hebben zich door de eeuwen heen steeds aangepast aan de eisen die nieuwe technieken aan de produktielokatie stelden.
- 2- In de loop der tijd is de invloed van technologische ontwikkeling op lokatie echter sterk afgenomen en hebben andere factoren aan belang gewonnen.
- 3- De traditionele grootschalige geïntegreerde staalindustrie is steeds inerter geworden. In het huidige politiek-economische bestel is daar geen beweging meer in te krijgen.
- 4- Minimills hebben fris bloed in de staalindustrie gebracht door de geografische inertie te doorbreken en de mobiliteit te verhogen, tenminste in die regio's waar ze een kans hebben gekregen.
- 5- Hoe de toekomst van de staalindustrie er vanuit geografisch perspectief uit zal zien is nog onduidelijk, en zal sterk afhangen van ontwikkelingen op internationaal politiek-economisch terrein. Afhankelijk van die ontwikkelingen zullen individuele bedrijven kiezen voor een conservatieve of een radicale technologische strategie.

Zoals gezegd gaat het bij de scenario's om ideaaltypen. Dit betekent dat er in de realiteit vermenging op kan en zal treden tussen de verschillende strategieën..

Aan ieder van de strategieën kunnen individuele producenten gekoppeld worden. Bij de minimills heeft bijvoorbeeld *Chapparal Steel* gekozen voor incrementele procesinnovatie, terwijl al eerder is aangegeven dat *Nucor* juist een op platte produkten gerichte strategie zal volgen. Bij de geïntegreerde staalbedrijven kan *USX*, de opvolger van *US Steel*, opgevoerd worden als een bedrijf wat graag op de oude voet doorgaat, terwijl met name een aantal Japanse producenten, zoals bijvoorbeeld *NKK* of *Nippon Steel* vernieuwend bezig willen zijn.

Vermenging treedt echter met name op bij de bedrijven die een revolutionaire strategie volgen, omdat deze bedrijven incrementele verbeteringen van bestaande technieken natuurlijk niet uit de weg zullen gaan. Daarnaast zullen met name de geïntegreerde bedrijven proberen de twee strategieën tegelijkertijd te volgen, bang als ze zijn de boot in de toekomst te missen. Want ondanks hun grote research-afdelingen weten ook zij niet hoe de toekomst er uit zal zien.

**Figuur 5: Nieuwe en oude wegen in de staalindustrie:  
technologische ontwikkeling**

	<b>Evolutionair</b>	<b>Revolutionair</b>
<p><i>Geïntegreerde staalproducenten</i></p> <p>LOCATIONELE IMPLICATIES</p>	<p><i>Strategie 1</i></p> <p>Incrementele innovatie van onderdelen van het hoogoven-oxystaalprocédé</p> <p>-INERTIE-</p>	<p><i>Strategie 2</i></p> <p>Kleinschaligere en schonere productie met behulp van smeltreductie</p> <p>MOGELIJKE FLEXIBILISERING -</p>
<p><i>Minimills</i></p> <p>LOCATIONELE IMPLICATIES</p>	<p><i>Strategie 3</i></p> <p>Incrementele kostenreductie van lange produkten door procesinnovatie</p> <p>-FLEXIBILITEIT-</p>	<p><i>Strategie 4</i></p> <p>Proces- en produktinnovatie bij platte produkten</p> <p>-TOENEMENDE INERTIE-</p>

## Bibliografie

- Alexander, J.L., en L.J. Gibson [1979], Economic Geography. London, 2<sup>e</sup> druk.
- Astier, J. [1992], "Present status of direct reduction and smelting reduction." *Steel Times*, oktober, 453-460.
- Aukrust, E. [1993], "Planning for the 400.000 tpy AISI Ironmaking Demonstration Plant." *Iron and Steel Maker*, maart, 59-64.
- Aylen, J. [1990], "Choice of process route in steelmaking." *Ironmaking and Steelmaking*, 17, 2, 110-117.
- Barnett, D.F., en R.W. Crandall [1986], Up From The Ashes: the rise of the steel minimill in the United States. The Brookings Institution, Washington, D.C., xii+135 p.
- Barnett, D.F., en L. Schorsch [1983], Steel: upheaval in a basic industry. Ballinger Publishing Company, Cambridge [Mass.], xiv+326 p.
- Benhart, J.E., en M.E. Dunlop [1989], "The iron and steel industry of Pennsylvania: spatial change and economic evolution." *Journal of Geography*, september/oktober, 173-183.
- Broeders, J.H.N. [1993], "Kooiconstructie." *Intermediair*, 22 januari, 15.
- Broeders, J.H.N. [1992], "De crisis in de Europese staalindustrie." *Economisch Statistische Berichten*, 77, 28 oktober, 1040-1044.
- Brommer, B. *et al.* [1989], IJzersterk Mensenwerk: ijzer en staal in industrie en kunst. Gemeentemuseum Helmond, Helmond, 1989, 199 p.
- Derry, T.K., en T.I. Williams [1970], "The extraction and working of metals." In T.K. Derry en T.I. Williams, A Short History of Technology. Oxford, 114-153.
- "Electric Arc Furnace roundup - U.S.A.." [1993] *Iron and Steel Maker*, mei, 18-41.
- Estall, R.C., en R.O. Buchanan [1980], "Industry examples: iron and steel." In R.C. Estall en R.O. Buchanan, Industrial Activity and Economic Geography: a study of the forces behind the geographical location of productive activity in manufacturing industry. Hutchinson & Co., London, 224-256.
- Florida, R. en M. Kenney [1992], "Restructuring in place: Japanese investment, production organization, and the geography of steel." *Economic Geography*, 68, april, 146-173.
- Geddes, J. [1991], "Iron." In J. Blair en N. Ramsay (red.), English Medieval Industries; craftsmen, techniques, products. The Hambledon Press, London, 167-188.
- Harteveld, R.B. [1964], Economische Aspecten van het "Directe Procédé" voor de Bereiding van IJzer en Staal. Rijksuniversiteit Groningen, Groningen, 189 p.
- Hartshorne, R. [1928], "Location factors in the iron and steel industry." *Economic Geography*, 4, 3, 241-252.
- Heal, D. [1974], "Ownership, control and location decisions: the case of the British steel industry since 1945." In F.E.I. Hamilton (red.), Spatial Perspectives on Industrial Organization and Decision-making. John Wiley and Sons, London, 265-284.
- Hekman, J.S. [1978], "An analysis of the changing location of iron and steel production in the twentieth century." *American Economic Review*, 68, maart, 123-133.
- Homerus [z.j.], Illias; metrische vertaling van Dr. A.W. Timmerman. H.J. Paris, Amsterdam, 3<sup>e</sup> druk, 452 p.

- Iida, K. [1980], Origin and Development of Iron and Steel Technology in Japan. The United Nations University, Tokio, 81 p.
- International Iron and Steel Institute [1991], Steel Statistical Yearbook 1991. International Iron and Steel Institute, Brussel, 109 p.
- Jacobs, D. [1988], Gereguleerd Staal; nationale en internationale economische regulering van de Westeuropese staalindustrie 1750-1950. Dissertatie, Nijmegen, 802 p.
- Johannsen, O. [1925], Geschichte des Eisens. Verlag Stahleisen M.B.H., Düsseldorf, vii+247 p.
- Karlson, S.H. [1983], "Modeling location and production: an application to U.S. fully-integrated steel plants." *Review of Economics and Statistics*, 65, februari, 41-50.
- Kenney, M., en R. Florida [1992], "The Japanese Transplants; production organization and regional development." *Journal of the American Planning Association*, 58, winter, 21-38.
- Lambooy, J.G. [1980], Economie en Ruimte; Deel 1: Lokatietheorie en regionale vraagstukken. Van Gorcum, Assen, 289 p.
- Le Goff, J. [1987], De Cultuur van Middeleeuws Europa. Wereldbibliotheek, Amsterdam, 494 p.
- Leonard-Barton, D. [1992], "The Factory as a Learning Laboratory." *Sloan Management Review*, 34, 23-38.
- Markusen, A. [1986], "Neither ore, nor coal, nor markets: a policy-oriented view of steel sites in the USA." *Regional Studies*, 20, 449-462.
- Mueller, H. [1991], "Mini mills in the global steel market." *Steel Times*, oktober, 552-556.
- Ouden, A. den [1988], IJzer en Staal; productie, processen en metallurgie. De Archeologische Pers, Eindhoven, 150 p.
- Paskoff, P.F. [1991], "The growth of the American steel industry, 1865-1914: technological change, capital investment, and trade policy." In E. Abe en Y. Suzuki (red.), Changing Patterns of Industrial Rivalry: some lessons from the steel industry. University of Tokyo Press, Tokyo, 76-109.
- Pinedo, E.F. de [1988], "From the bloomery to the blast-furnace: technical change in Spanish iron-making (1650-1822)." *Journal of Economic History*, 17, 1, 7-31.
- Pounds, N.J.G. [1979], A Historical Geography of Europe; 1500-1840. Cambridge University Press, Cambridge, xiv+438 p.
- Rijst, A. van der [1969], Beschouwingen over de Vestigingsplaats van de Westeuropese Staalindustrie. Dissertatie, Delft, 233 p.
- Rodgers, A. [1952], "Industrial inertia - a major factor in the location of the steel industry in the United States." *Geographic Review*, 42, januari, 56-66.
- Scherrer, C. [1988], "Mini-mills: a new growth path for the U.S. steel industry?" *Journal of Economic Issues*, 22, 1179-1200.
- Schmidt, C.G., en R.B. Le Heron [1976], "Mini-steelplants in the United States: some technological and locational characteristics." *Land Economics*, 52, november, 530-544.
- Schorsch, L. [1984], "The abdication of Big Steel." *Challenge*, maart-april, 34-40.
- Schorsch, L. [1987], "Can Big Steel change bad habits?" *Challenge*, juli/augustus, 32-40.
- Schubert, H.R. [1957], History of the British Iron and Steel Industry; from c. 450 B.C. to A.D. 1775. Routledge & Kegan Paul, London, xxi+425 p.
- Warren, K. [1973], The American Steel Industry 1850-1970; a geographical interpretation. Clarendon Press, Oxford, xv+337 p.