

**INNOVATIE EN
KENNISINFRASTRUCTUUR**
VELE WEGEN NAAR
VERNIEUWING

© 2013 Mila Davids, Harry Lintsen, Arjan van Rooij

Deze uitgave is mede mogelijk gemaakt dankzij een bijdrage van de Stichting Unger-Van Brero.

Behoudens de in of krachtens de Auteurswet van 1912 gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch door fotokopieën, opnamen of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

No part of this book may be reproduced in any way whatsoever without the written permission of the publisher.

Vormgeving omslag en binnenwerk

Marise Knegtman, Amsterdam

Zetwerk

Bart van den Tooren, Amsterdam

Beeldredactie

Giel van Hooff/Stichting Historie der Techniek, TU Eindhoven

Druk en afwerking

A-D Druk, Zeist

ISBN 978 94 610 5897 3

NUR 680

www.uitgeverijboom.nl

INNOVATIE EN KENNISINFRASTRUCTUUR

VELE WEGEN NAAR VERNIEUWING

*Mila Davids, Harry Lintsen en Arjan van Rooij
met bijdragen van Eric Berkers, Sue-Yen Tjong Tjin Tai en Frank Veraart*

Boom - Amsterdam



Veel innovaties kennen een lange ontwikkelingstijd en een ruime verspreidingsperiode. Zo duurt het vaak jaren voordat nieuwe technieken ook voor het midden- en kleinbedrijf beschikbaar zijn. Voor deze bakkers in Limburg betekende in 1934 de invoering van een elektrische oven een ware revolutie: geen takkenbossen meer, betere temperatuurregeling.

INHOUDSOPGAVE

Woord vooraf	9
Met dank aan	11
HOOFDSTUK 1	
INLEIDING	13
De kenniseconomie	13
Innovatiepatronen	15
De kennisinfrastructuur	18
Kennisinfrastructuur, innovatiepatroon en markteconomie	19
Onderzoeksopzet	21
HOOFDSTUK 2	
OUDE VERWORVENHEDEN EN NIEUWE WEGEN, 1890-1914	25
De oprichting van Philips in 1891	25
Opmerkelijke dynamiek	26
De ambachten	28
De eerste kneedmachine	28
De ambachtelijke kennisinfrastructuur	29
Het ambachtelijk innovatiepatroon	32
Machinerwerkplaatsen en machinefabrieken	32
De vleessnijmachine van Van Berkel	32
Het ambachtelijk-experimenterend innovatiepatroon: de machinerwerkplaats	34
Oude verworvenheden: elementen voor nieuwe innovatiepraktijken	37
De compoundmachine	37
Objectivering van kennis	37
Tijdschriften, verenigingen en opleidingen	38
Brocades & Steeman: van apotheker naar farmaceutisch bedrijf	42
Apothekers, chemici en scheikundig technologen in de chemische nijverheid	44
Norit, een kennisintensieve starter	45
De oprichting van Philips opnieuw bezien: een nieuw innovatiepatroon?	46
Schaalvergroting	48
De metaaldradlamp	49
Nieuwe organisaties, nog geen nieuw patroon	51

Nieuwe elementen in de kennisinfrastructuur (1): overheidslaboratoria, de landbouw en Nieuw Honsel	52	Het ambachtelijk-experimenterend innovatiepatroon	91
Overheidslaboratoria	52	Het kantoor	92
Landbouwproefstations	53	Mechanische gegevensverwerking bij de Rotterdamsche Bank Vereniging	93
Tuinbouwbedrijf Nieuw Honsel: vernieuwing op vele fronten	53	De efficiencybeweging en de schaalvergroting	94
Vernieuwing in de kassenbouw in het Westland	54	Professionalisering	96
Netwerken en ondernemers in de tuinbouw	56	Het laboratorium	97
Nieuwe elementen in de kennisinfrastructuur (2): kennismakelaars	56	Laboratoria in de industrie	97
Intermediaire organisaties	56	De oprichting van TNO	98
Brancheorganisaties als kennismakelaars	57	Verschillende typen laboratoria	100
De oprichting van de Rijksnijverheidsdienst	58	De Betuwe en vruchtensap	102
Het ingenieursbureau	59	Het professioneel-experimenterend innovatiepatroon	103
Een nieuw element in de kennisinfrastructuur (3): de octrooiwet van 1912	60	Hero: de introductie van vruchtensap opnieuw bezien	106
Een octrooiloze periode	60	De Tweede Wereldoorlog	108
De herinvoering ter discussie	60	Innovaties in de oorlogsjaren	108
Octrooiwetgeving komt in zicht	61	Wassen zonder zeep	109
Conclusie: oude innovatiepatronen en de contouren van nieuwe praktijken	62	Conclusie: oude en nieuwe innovatiepatronen	111
HOOFDSTUK 3		HOOFDSTUK 4	
INNOVEREN IN TIJDEN VAN OORLOG EN CRISIS, 1914-1945	75	INNOVEREN OP DE TOPPEN VAN VOORUITGANG, 1945-1975	121
Broodbakken tijdens de Eerste Wereldoorlog	75	Philips en de transistor	121
Oorlog en crisis	76	Wederopbouw en hoogtij	122
Het innoverend kleinbedrijf	77	De innoverende multinationals	124
Een doorkijkje vanuit de Rijksnijverheidsdienst	77	Het succes	124
De modernisering van het bakkersbedrijf	81	Het geïntegreerde innovatiepatroon	126
Het professioneel innovatiepatroon	83	Research bij AKU	128
Het ambachtelijk innovatiepatroon		Research bij Shell	128
gecontinueerd: het stoken van stroop	87	Moeizame innovatiepraktijken	130
Schaalvergroting	88	De mythe over fundamentele research	133
Schaalvergroting als innovatieproces	88	De innoverende branches en TNO	136
Het opzetten van een kousenfabriek	88	Bloeiperiode voor de brancheorganisaties	136
		De 'gemengde organisaties' van TNO	138
		De bouw en het Instituut TNO voor Bouwmaterialen en Bouwconstructies	140
		Leer, schoenen en het Leerinstituut TNO	141
		De versterking van de professionele innovatiepatronen	143
		Het ambachtelijk innovatiepatroon in transitie: nylon en Jansen de Wit	145

Open innovatie: De Bijenkorf en de hydrocycloon	149	HOOFDSTUK 6	
Conclusie	152	SLOTBESCHOUWING	209
HOOFDSTUK 5: ANDERE WEGEN VAN VERNIEUWING, 1975-2010	165	De transitie	209
De eerste ‘volkunststof’ tuinstoel	165	1890-1914: ambachtelijke innovatiepatronen in transitie	210
Innoveren in barre tijden	166	1914-1945: professionele innovatiepatronen in opkomst	211
Naar een ander beeld van innovatie	166	1945-1970: de dominantie van de ‘Grote Vijf’	211
De Innovatienota van 1979 en de innovatiethema’s	167	1970-2010: specialisatie en pluriformiteit	212
De innoverende multinationals: op zoek naar nieuwe patronen	170	Innoverende bedrijven	213
De uitvinding van de cd	170	Zes patronen	213
Iconen van de research in het nauw	171	De hedendaagse innovatiepatronen	214
Naar andere innovatiepatronen bij Philips	172	Persoonsgebonden versus gecodificeerde kennis	216
Innoveren door overname van bedrijven en inkoop van technologie	174	De Gouden Driehoek (1)	217
De kennisinfrastructuur in transitie	176	Pionierende ondernemers	217
Naar een innovatiebeleid van de overheid	176	De kennisinfrastructuur	218
De gevolgen voor de kennisinfrastructuur	177	De pluriforme infrastructuur	218
Economische Zaken en het innovatiebeleid	178	De kennisparadox	219
De publieke kennisinfrastructuur en het innovatief ondernemerschap	179	De markteconomie	220
Innoveren met tegenwind: de casus Lagerweij	179	Coördinatie van innovatieprocessen	220
De innovatieve starter	183	De Gouden Driehoek (2)	221
Kennisinstellingen ter discussie: De veranderingen bij TNO	183	Noten	227
De IT-revolutie	186	Lijst van tabellen en grafieken	251
Een revolutie in het klein: desktop publishing	186	Lijst van gebruikte afkortingen	253
De verwachtingen van de informatiemaatschappij	189	Illustratieverantwoording	257
Pionieren met computers: MacVonk	189	Bibliografie	261
Informatietechnologie en een nieuwe kennisinfrastructuur	191	Over de auteurs	269
De pluriforme kennisinfrastructuur	192	Register	271
Open innovatie als trend	192		
Pluriformiteit in het klein: de volkunststof tuinstoel	193		
Het pluriforme innovatiepatroon	195		
Conclusie	196		

WOORD VOORAF

Met de publicatie van INNOVATIE EN KENNIS-INFRASTRUCTUUR verschijnt het vijfde deel van het veelomvattende onderzoeksproject 'Het bedrijfsleven in Nederland in de Twintigste Eeuw', in de wandeling het BINT-project geheten. Dit project onderzoekt hoe de organisatie van het Nederlandse bedrijfsleven zich in de loop van de twintigste eeuw heeft ontwikkeld. Aanleiding voor dit onderzoek vormde de bezorgdheid van veel mensen over de richting waarin de Nederlandse economie zich onder buitenlandse invloed ontwikkelde. De traditionele Nederlandse overlegcultuur en constructieve samenwerking tussen werkgevers, werknemers en overheid leken plaats te maken voor het dictaat van de liberale markteconomie. Inkomensverschillen werden groter, bedrijven kwamen vaker in buitenlandse handen en aandeelhouders hadden het hoogste woord. Sinds het eerste deel van de BINT serie, *Ondernemers in Nederland*, in het najaar van 2008 is verschenen, heeft de discussie een nieuwe wending genomen. Door de financiële crisis zijn niet alleen de sociale uitkomsten van de liberale markteconomie maar ook de effectiviteit daarvan opnieuw ter discussie komen te staan. Is het tijd geworden voor een nieuw kapitalisme?

De onderzoekers, die bij het BINT-project betrokken zijn, willen een bijdrage leveren aan deze discussie door de recente ontwikkelingen te plaatsen in het perspectief van de hele twintigste eeuw. In zeven delen komen de thema's ondernemers, internationalisering, concentratie en concurrentie, bedrijfsleven en overheid, innovatie en kennisinfrastructuur, menselijk kapitaal en corporate governance aan de orde. In dit vijfde deel van de BINT-serie bekijken Mila Davids, Harry Lintsen en Arjan van Rooij de veranderingen in het Nederlandse innovatiesysteem in de loop van de twintigste eeuw. Daarbij wordt diep ingegaan op de vraag hoe innovaties tot stand komen. Er wordt gekeken hoe deze mechanismen in de loop van de eeuw veranderden, onder meer door een professionalisering van de hoofdrolspelers in de kennisinfrastructuur, de opkomst en ontwikkeling van een aantal grote multinationale ondernemingen en de groeiende rol van de overheid

en daaraan gerelateerde kennisinstellingen. De auteurs gaan daarbij ook in op de vraag of het feit dat Nederland gedurende een groot deel van de twintigste eeuw een ‘gecoördineerde markteconomie’ was, van invloed is geweest op het innovatieproces. Zij concluderen dat de gecoördineerde markteconomie in ieder geval radicale innovatie niet in de weg heeft gestaan.

De projectleiding BINT hoopt dat ook dit deel tot de discussie over de Nederlandse markteconomie zal bijdragen.

Joost Dankers
Keetie Sluyterman
Jan Luiten van Zanden

Projectleiding BINT

MET DANK AAN

Velen waren betrokken bij de totstandkoming van deze studie. De subsidiëring door NWO van het onderzoeksproject ‘The co-evolution of the national knowledge infrastructure and innovation in Dutch business in the 20th century’ maakte het onderzoek mogelijk. In de aanvangsfase stelden ook de Technische Universiteit Eindhoven en de Universiteit Utrecht middelen beschikbaar. Tevens zijn de resultaten opgenomen van onderzoeksprojecten gefinancierd door de Stichting Postacademische Opleidingen Informatietechnologie, Unilever Research & Development Vlaardingen, het ministerie van Economische Zaken en Syntens.

Zonder de onderzoeksinspanningen van Eric Berkers, Sue-Yen Tjong en Frank Veraart was dit boek niet tot stand gekomen. Zij hebben vele ontwikkelingen in kaart gebracht en geanalyseerd en bijgedragen aan de presentaties van dit werk. De vele discussies met binnen- en buitenlandse collega's hebben het onderzoek aangescherpt. Stimulerend was de gedachtewisseling met de leden van de Raad van Advies van het BINT-project.

Het is onmogelijk om allen die ons behulpzaam zijn geweest persoonlijk te bedanken. Velen waren bereid archiefmateriaal toegankelijk te maken, een interview af te staan of teksten te becommentariëren. Wij zijn de leden van de leescommissie, Keetie Sluyterman, Bram Bouwens, Ernst Homburg en Jan Luiten van Zanden zeer erkentelijk voor hun niet aflatende inspanningen en constructieve commentaar. Voorts willen wij de overige leden van de BINT-redactieraad bedanken voor de vele nuttige suggesties op eerdere tekstversies. In alfabetische volgorde zijn dat: Annette van den Berg, Erik Bloemen (†), Joost Dankers, Jacques van Gerwen, Ferry de Goey, Abe de Jong, Erik Nijhof, Maurits van Os, Jan Peet, Gerarda Westerhuis en Ben Wubs. Giel van Hooff was bereid het beeldmateriaal bijeen te brengen en de bijschriften te vervaardigen. Een speciale vermelding verdient nog Ton van Helvoort voor de discussies over de thematiek van dit boek. Iris Custers-Houx was onmisbaar bij de eindredactie. Uiteraard zijn alleen de auteurs verantwoordelijk voor het eindresultaat.

Mila Davids
Harry Lintsen
Arjan van Rooij

De kenniseconomie

‘Onderwijs, onderzoek en innovatief ondernemen zijn centrale voorwaarden voor een economisch en sociaal welvend Nederland en Europa.’¹ Deze conclusie stond prominent in de *Kennis en Innovatieagenda 2011-2020*, een beleidsdocument dat de Nederlandse overheid in samenwerking met vele maatschappelijke groeperingen in 2010 uitbracht. Opvallend is het in één adem noemen van kennis en innovatie. Het illustreert hoezeer in de loop van de twintigste eeuw kennis steeds meer als onlosmakelijke component van vernieuwing werd gezien. Inderdaad was voor ontwerp en vervaardiging, maar ook voor het gebruik van producten en diensten, steeds meer kennis nodig. Voorts veranderde de manier waarop bedrijven hun kennis verwierven. In dit verband is vaak gewezen op het belang van het ontstaan van industriële laboratoria voor Research en Development (R&D) en van publieke onderzoeksinstellingen. Met de komst van deze instituten kwam in Nederland een moderne kennisinfrastructuur van de grond. De opbouw van een moderne kennisinfrastructuur wordt gezien als een belangrijk kenmerk van de twintigste eeuw en als een essentiële factor voor innovatief ondernemerschap.

Innovatief ondernemerschap behoort tot de belangrijkste bronnen van economische ontwikkeling, zo blijkt uit recent onderzoek. Gemiddeld 30% van de omzet van Nederlandse ondernemingen komt van innovatieve producten, althans van producten die nieuw zijn voor het bedrijf. 30 tot 45% van de innovatieprojecten in een onderneming leveren meer winst op. In 55 tot 85% van de innovatieprojecten is er sprake van een verbetering van de productkwaliteit en in 70 tot 95% van de gevallen verbeterde de kwaliteit van het productieproces en de organisatie.² Overigens relateert het onderzoek ook het belang van innovaties. Innovatieve ondernemingen zijn niet per definitie de best presterende bedrijven. Zij moeten vaak bedrijven die inzetten op andere strategieën, zoals marketing en service, qua groei en rendement voor laten gaan. Een algemene uitspraak over de beste groeistrategie is niet te doen, omdat die onder andere afhangt van de sector, de markt en het technologisch domein.

Innovatief ondernemerschap en de kennisinfrastructuur krijgen in politiek en bestuur veel aandacht. Het kernidee van het wetenschaps- en technologiebeleid in Nederland is dat het bedrijfsleven maximaal moet profiteren van het onderzoek in ons land. Het bedrijfsleven kan niet langer concurreren op basis van goedkope arbeid, maar wel op basis van kennis en het moet dus innoveren om te overleven in de internationale concurrentiestrijd.

Daarnaast verwachten sommigen een nieuwe technologische revolutie en een economische hausse in de komende decennia.³ De medische technologie zal de vervaardiging van kunstmatige, lichaamseigen organen ('tissue engineering') mogelijk maken, een nauwkeurige monitoring van het menselijk lichaam en medicijnen of diëten op maat. De bouw van een nieuwe generatie computers (optische, maar mogelijk ook bio- en quantumcomputers) vergroot opnieuw de rekenkracht en luidt een nieuwe fase in voor kunstmatige intelligentie en robotica. De mogelijkheden van de informatie- en communicatietechnologie (ICT) zijn nog lang niet uitgeput. Elektronische handel, elektronische overheid en elektronische sociale netwerken zullen nog vele onverwachte toepassingen opleveren.

Tevens staat het innovatief ondernemerschap in het teken van het debat over duurzaamheid. Het thema raakt alle aspecten van het materiele bestaan. Hoe gaan we om met onze schaarse grondstoffen? Hoe organiseren we duurzaam onze productie en productieketens? Hoe komen we tot duurzame consumptie en duurzaam transport? Hoe richten we onze fysieke omgeving duurzaam in? De kennisinfrastructuur speelt op deze vragen in met onderzoek naar alternatieve energiebronnen, hergebruik van materialen, milieuvriendelijke processen en dergelijke.

In de jaren negentig werd 'innovatie' als thema op Europees niveau op de politieke agenda gezet. De Europese Unie formuleerde in 2000 haar Lissabonambitie, het verlangen om van Europa de meest concurrerende en dynamische kenniseconomie ter wereld te maken.⁴ De analyses leverden echter geen rooskleurig beeld op over het innovatieve vermogen van het Europese bedrijfsleven. Dat gold ook

voor Nederland, althans volgens het ministerie van Economische Zaken. Nederland produceerde veel kennis van topkwaliteit, maar het bedrijfsleven innoveerde te weinig; het schortte aan een juiste toepassing van die kennis. Daarmee deed de 'kennisparadox' zijn intrede, die tot op de dag van vandaag actueel is gebleven in politiek en bestuur.⁵ De terugkerende vraag daarbij is: wat is de toegevoegde waarde van de publieke onderzoeksinstituten? Wat is het economisch nut van onderzoek? Hoe moet de relatie tussen de kennisinfrastructuur en het bedrijfsleven georganiseerd worden?

Het accent dat het ministerie van Economische Zaken wil leggen op het economisch nut, roept op zijn beurt weer vragen op. 'Al met al ziet de situatie er voor het ongebonden, fundamentele onderzoek zeer somber uit,' zo concludeert een adviescommissie van de Koninklijke Akademie van Wetenschappen in 2013 naar aanleiding van recente maatregelen van het ministerie.⁶ Blijft er nog wel voldoende ruimte over voor fundamentele research, dat wil zeggen voor onderzoek vooral gedreven door nieuwsgierigheid en gericht op onbekende, natuurlijke fenomenen? Het is kortzichtig om alleen kortetermijndoelstellingen voor R&D na te streven, aldus de voorstanders van fundamentele research. Fundamentele research leidt tot economisch profijt en maatschappelijk voordeel op langere termijn.

Een andere zorg is de globalisering van R&D. De kenniseconomie brengt kennisintensieve producten gebaseerd op R&D voort die de internationale concurrentie kunnen aangaan. Maar wat als de R&D uit Nederland vertrekt? De productiecapaciteit is de afgelopen decennia steeds meer verplaatst naar lagelonenlanden. Daarmee is ook een deel van de R&D verdwenen. Bovendien beschikken landen zoals China en India over hoogopgeleide arbeidskrachten, maar met een lager loon, waardoor de R&D daar aanzienlijk goedkoper is. R&D blijkt minder aan een locatie gebonden te zijn dan tot voor kort werd aangenomen. Zo is het hoofdkwartier van Philips research nog altijd gevestigd in Eindhoven, maar heeft Philips researchfaciliteiten in Frankrijk, Duitsland, het Verenigd Koninkrijk, de Verenigde Staten, India en China.

De geografische afstand zou met ICT een minder belemmerende factor zijn geworden.

Wat opvalt in de discussies over de kenniseconomie is de focus op R&D en laboratoria. Dat is in zekere zin goed te begrijpen, omdat het laboratorium in de twintigste eeuw een van de belangrijkste instituties is geweest voor kennisontwikkeling. Sleuteltechnologieën zoals elektriciteit, kunststoffen, chiptechnologie en biotechnologie kwamen daar tot ontwikkeling, terwijl een nieuwe sleuteltechnologie, waaronder nanotechnologie, een product is van het laboratorium. Toch zal dit boek laten zien dat R&D en laboratoria slechts een van de vele aspecten vormen van het innovatief ondernemerschap en de kennisinfrastructuur, en vaak nog niet eens het meest relevante aspect.

De geschiedenis van het innoverend bedrijfsleven is nog niet geschreven, terwijl dat wel noodzakelijk is om de vragen die hier opgeworpen zijn te kunnen beantwoorden. Hetzelfde geldt voor de geschiedenis van de Nederlandse kennisinfrastructuur. Bovendien is de wisselwerking tussen innoverende bedrijven en de kennisinfrastructuur nog nauwelijks verkend. Dit boek kan onmogelijk in die lacunes voorzien. Daarvoor zijn de thema's te complex. Wel zullen wij de bouwstenen aanreiken voor een meer complete geschiedschrijving over innoverende bedrijven en kennisinfrastructuur.

Innovatiepatronen

Innovatief ondernemerschap is de kern van het innovatief vermogen van het Nederlandse bedrijfsleven.⁷ Dit zet het potentieel van kennis, netwerken en markten om in concrete innovaties. Daarmee kunnen ondernemingen nieuwe bedrijfskansen genereren, toegevoegde waarde creëren en financieel voordeel behalen. Het innovatief ondernemerschap moet ruim opgevat worden.⁸ De klassieke benadering bouwt voort op de ideeën van Schumpeter en stelt de creatieve, vindingrijke en innovatieve ondernemer centraal. De individuele ondernemer vormt het uitgangspunt van analyse. Dat zal ook in deze studie regelmatig het geval zijn. Daarnaast gaan wij uit van het zo-

genaamd gedistribueerd ondernemerschap.⁹ In deze benadering kunnen in grotere organisaties ook lagere en operationele lagen aan innovaties bijdragen. Beide uitgangspunten worden in deze studie gehanteerd. Het kan dus gaan om een fabrikant van een gevestigd bedrijf of om de oprichter van een nieuw bedrijf, maar ook om een manager, een technicus of een onderzoeker binnen een bestaande organisatie. Het gaat om een persoon, soms een team, als de trekker van en de directe verantwoordelijke voor een innovatietraject. Zo'n persoon of team ofwel de innovator moet een veelheid van acties ondernemen en coördineren. Hij moet bestaande kennis inventariseren, een prototype ontwikkelen, zijn netwerk mobiliseren, de markt verkennen, de organisatie aanpassen, een proefproductie starten, et cetera. Dat geheel van acties noemen wij hier de innovatiepraktijk.

Een serie innovatiepraktijken uit de twintigste eeuw zal in detail beschreven worden. Hoe lukte het de slager Wilhelmus van Berkel rond 1900 om een nieuwe vleessnijmachine te ontwikkelen, deze met succes op de markt te brengen en zo de grondslag te leggen voor Van Berkel's Patent? Hoe mobiliseerde Hero de kennisbronnen om een nieuw soort drank – het appelsap – in de jaren dertig te gaan produceren? Welke problemen ondervond de kousenfabrikant Jansen de Wit bij de introductie van nylon in zijn bedrijf na de Tweede Wereldoorlog en hoe loste hij die op? Welke inspanningen moest Philips doen om de compact disc (de cd) in de jaren zeventig uit te vinden en in de jaren tachtig op de markt te brengen? En zo zijn er nog diverse innovatiepraktijken die uitgediept worden.

Een van de doelstellingen van dit boek is om uit de bestudeerde innovatiepraktijken innovatiepatronen te destilleren. Een innovatiepatroon definiëren wij hier als een regelmatig terugkerende manier van innoveren door innovatoren met behulp van kennisbronnen. Het laat zich omschrijven met (1) het type innovatie, (2) de aard van de kennisdragers, die een cruciale rol spelen in het innovatieproces, en (3) het type kennisnetwerk, dat in het innovatieproces gemobiliseerd wordt. Wij zullen bij ieder van de kenmerken een aantal kanttekeningen plaatsen.

(1) Onder innovaties verstaan wij – voor het betreffende bedrijf – nieuwe ofwel verbeterde producten, diensten of productieprocessen, die naar verwachting zullen leiden tot verbeterde bedrijfsprestaties, zoals meer afzet, lagere kosten en betere kwaliteit.¹⁰ Wij richten ons in deze studie op het innoveren als een praktijk, niet op de innovatie als een uitkomst. Wij zijn geïnteresseerd in de activiteit, het innoveren, het vernieuwen. Wat de innovatie maatschappelijk opleverde, komt niet expliciet aan de orde. Verder ligt onze focus op innovatiepraktijken binnen individuele ondernemingen. Daarmee hopen we meer inzicht te krijgen in het innovatief vermogen van bedrijven. Was het betreffende bedrijf wel of niet in staat te innoveren en welke kennis was daarbij van belang? Ons hoofddoel is dus niet het achterhalen van de betekenis van bedrijven in samenlevingsbrede innovatieprocessen, zoals de opkomst van de informatiemaatschappij. Ten slotte gaan wij uit van een breed begrip van innoveren. Wij beperken ons niet alleen tot het ontwikkelen van nieuwe producten of processen, maar bestuderen ook de daarmee samenhangende veranderingen in de organisatie, de kennisinfrastructuur en de markt. Deze aanpak sluit aan bij de huidige dominante benadering van innovatie als een complex proces dat maatschappelijk is ingebed en niet noodzakelijk lineair verloopt.

Innovatief ondernemerschap heeft betrekking op het omgaan met onzekerheden in een complexe innovatiepraktijk. Wij maken daarbij een onderscheid in de mate van radicaliteit van een innovatie.¹¹ Onder een radicale innovatie wordt hier verstaan een innovatie die nieuw is voor het bedrijf én de bedrijfstak of het technische domein in Nederland. De onzekerheden zijn dan het grootst. Wij kijken echter ook naar innovatiepraktijken, waarbij de innovatie wel nieuw is voor de ondernemer maar niet nieuw voor de bedrijfstak of het technische domein. De innovatie kan dan vanuit het perspectief van de ondernemer radicaal zijn, omdat hij op een geheel nieuwe manier van werken moet overgaan, oude routines moet laten vallen en nieuwe competenties moet opbouwen. Niettemin is de innovatie vanuit de sector of het

technologisch domein bezien niet radicaal. Vele ondernemers zijn hem voorgegaan. Er is al de nodige ervaring mee opgedaan en er is in feite sprake van een diffusieproces. Dergelijke innovaties en innovatiepraktijken blijven vaak onderbelicht, terwijl zij voor de technisch-economische ontwikkeling essentieel zijn.

(2) Een cruciale kennisdrager in de innovatiepraktijk is natuurlijk de innovator. Hij (in een enkel geval ‘zij’) krijgt bij de analyse in deze studie veel aandacht. Wat is zijn achtergrond? Welke opleiding en ervaring heeft hij? Over welke competenties beschikt hij? Het gaat echter bij kennisdragers niet alleen om de innovator. Ook andere personen dan de innovator zijn bij de innovatie betrokken.

Verder ligt kennis opgesloten in technische artefacten, documenten en organisaties. In een technisch artefact (een apparaat, machine, product et cetera) is onder andere kennis van fysieke eigenschappen verwerkt (bijvoorbeeld de krachtenverhoudingen in een constructie zoals een trap), kennis van de functionele eigenschappen (dat een dergelijke constructie geschikt is om het gewicht van een mens te dragen) en kennis van criteria en specificaties (weten aan welke veiligheidseisen een trap in een huis moet voldoen). Een ondernemer die een nieuw artefact aanschafft, maakt dus gebruik van al deze kennis in zijn innovatiepraktijk. Wij spreken in dit verband van ‘embodied knowledge’.

Kennis vindt ook haar weerslag in documenten, waaronder boeken, publicaties en rapporten. Zij leveren informatie over en inzichten in technische artefacten (bijvoorbeeld in de wijze waarop de krachtenverhoudingen in de trap berekend kunnen worden). De toegang tot dit type kennisdrager is een apart thema. Zo zijn wetenschappelijke documenten slechts toegankelijk voor ingewijden. De innovator moet ervoor gestudeerd hebben om de inhoud ervan te begrijpen. Wij komen hierop nog uitgebreid terug in deze studie.

Bij organisaties moet niet alleen gedacht worden aan kennisorganisaties, zoals een universiteit, een publiek laboratorium of en ingenieursbureau. In principe gaat het om alle organisaties die bij een innovatie betrokken zijn: de toeleverancier

van machines beschikt over kennis van de technologie, de afnemer van producten heeft kennis van consumenten, de handelsorganisatie bezit kennis van de markt. Gezien de brede definitie die wij voor een innovatie hanteren, zijn dergelijke soorten kennis relevant.

(3) Netwerken zijn essentieel voor het initiëren en realiseren van innovaties. Innoveren is geen solistische activiteit. De innovator mobiliseert via zijn netwerk de kennisdragers. Via contacten komt hij op ideeën voor een nieuw product, een nieuwe dienst, een nieuwe werkmethode of distributievorm. Via contacten leert hij hoe te innoveren, maakt hij gebruik van bestaande kennis en vult deze aan met ideeën van anderen. Ook kunnen partijen in zijn netwerk dienen als adviseur of als bron van weer nieuwe netwerkcontacten. Wij zullen in deze studie vooral aandacht besteden aan het aantal betrokken partijen bij het innoveren en de aard van die partijen.

Op basis van deze drie kenmerken zullen innovatiepatronen onderscheiden worden. In de literatuur komen diverse classificaties voor van innovaties in het bedrijfsleven. Een van de bekendste is die van K. Pavitt uit de jaren tachtig.¹² Hij deelde innoverende bedrijven in een viertal categorieën in: *science-based*, *scale-intensive*, *specialised suppliers* en *supplier-dominated*. *Science-based* stond dan voor bedrijven die product- en procesinnovaties tot stand brachten met een aanzienlijke eigen inspanning van R&D. Zij waren groot van omvang en vooral te vinden in de elektrotechnische en chemische industrie. Onder *scale-intensive* vielen grote, innoverende bedrijven die schaalvoordelen haalden uit massafabricage, bulkproductie en assemblageactiviteiten. Zij waren onder andere te vinden in de chemie, elektrotechniek en scheepsbouw. *Specialised suppliers* waren veelal kleinere bedrijven, die zich richtten op productinnovaties zoals gespecialiseerde machines, medische apparatuur en wetenschappelijke instrumenten. Deze innovaties werden vervolgens in andere sectoren als kapitaalgoederen ingezet. Onder *supplier-dominated* vielen de bedrijven die voor hun innovaties hoofdzakelijk afhankelijk waren van de toeleveranciers. De

grafische sector en sectoren zoals textiel, leer en papier behoorden hiertoe.

De classificatie bleek voor deze studie niet bruikbaar te zijn. Pavitt analyseerde de innovaties op het niveau van industriële sectoren, terwijl wij afzonderlijke innovaties op bedrijfsniveau als uitgangspunt hebben genomen. Bovendien was Pavitts classificatie geschikt voor innovaties na de Tweede Wereldoorlog. Zij was echter niet bruikbaar om ontwikkelingen in de eerste helft van de twintigste eeuw te analyseren. Ook andere classificaties uit de literatuur bleken dergelijke tekortkomingen te hebben.¹³ Wij moesten een eigen classificatie ontwikkelen, die het innovatief ondernemerschap gedurende de gehele twintigste eeuw kon beschrijven.

De innovatiepatronen die zijn opgespoord, zijn enerzijds gebaseerd op een gedetailleerde analyse van zo'n twintig cases en anderzijds op een analyse van de kennisinfrastructuur. Het uiteindelijke resultaat wordt in de conclusie gepresenteerd en bestaat uit zes innovatiepatronen. Deze classificatie beschouwen wij als een zinvol uitgangspunt voor verder onderzoek naar het innovatief ondernemerschap in het verleden, met name vanaf de industriële revolutie.

De cases tonen een brede variatie aan innovaties. Het merendeel heeft een radicaal karakter. Enkele innovaties, waaronder de introductie van deegkneedmachines in kleine bakkerijen in de eerste decennia van de twintigste eeuw, waren minder radicaal. Er is aandacht besteed aan procesinnovaties, zoals de ontwikkeling van de hydrocycloon in de zetmeelfabricage na de Tweede Wereldoorlog, en aan productinnovaties, bijvoorbeeld het maken van appelsap in het interbellum. Ook innovaties die verband houden met de opkomst van sleuteltechnologieën zoals elektriciteit, kunststof en informatietechnologie zijn bij de keuze van cases meegenomen. Verder kunnen innovaties in kleinschalige of grootschalige organisaties en door starters plaatsvinden. Daarnaast is schaalvergroting een apart innovatiethema, waaraan enkele cases worden gewijd.

Techniek en industrie staan in dit boek centraal. In een enkel geval is sprake van een innova-

tiepraktijk in de landbouw (onder andere het telen van tomaten in de tuinbouw rond 1900). Innovaties in de dienstensector zijn slechts met één casus toebedeeld, namelijk de mechanische gegevensverwerking in het bankwezen in de jaren twintig. Met de focus op technische innovaties zullen ook bepaalde onderdelen van de kennisinfrastructuur overbelicht worden. Technische opleidingen, industriële brancheorganisaties, laboratoria en kennisorganisaties zoals TNO komen regelmatig aan de orde, terwijl de rol van managementopleidingen, organisatieadviesbureaus, ICT-afdelingen van banken en dergelijke minder besproken worden. Wij zullen trachten die overbelichting in evaluaties en conclusies zoveel mogelijk te verdisconteren.

De innovatiepatronen zijn opgespoord in samenhang met de toenmalige kennisinfrastructuur. Op deze wijze kregen wij de meer generieke beelden van hoe fabrikanten, starters, technici en managers innoveerden en op welke wijze zij daarvoor kennis mobiliseerden en competenties opbouwde. Kortom, dit boek gaat over innovatiepatronen in het bedrijfsleven in samenhang met de kennisinfrastructuur. Hoe hebben veranderingen in de kennisinfrastructuur geleid tot veranderingen in innovatiepatronen? En andersom, hoe hebben innovatiepatronen de ontwikkeling van de kennisinfrastructuur beïnvloed? Welke innovatiepatronen zijn er voor de verschillende periodes te onderscheiden? Wat zeggen die ons over het innovatief vermogen van het Nederlandse bedrijfsleven in de twintigste eeuw?

De kennisinfrastructuur

Een innovatiepatroon is verankerd in een kennisinfrastructuur. Een kennisinfrastructuur ontwikkelt, behoudt en ontsluit kennis. Wat verstaan wij onder de kennisinfrastructuur? Zij bestaat uit betrokken actoren (mensen, organisaties, partijen) en instituties (de ‘regels van het spel’). Een kennisinfrastructuur laat zich omschrijven met een vijftal kenmerken: (1) de kennis en kennisdragers, (2) de opleidingen en beroepen, (3) de kennisorganisaties, (4) het kennisnetwerk en (5) de coördinatie

en sturing.¹⁴ Zij kan worden onderscheiden in de publieke en de private kennisinfrastructuur.

Tot de publieke kennisinfrastructuur behoren het door de overheid gefinancierde beroepsonderwijs, het wetenschappelijk onderwijs en de onderzoeksinstituten. Hiertoe moeten ook de publieke organisaties gerekend worden, die zich op de een of andere wijze met onderwijs en onderzoek bemoeien (advisering, coördinatie, financiering en dergelijke). Verder maken wet- en regelgeving, subsidieprogramma’s en formele instituties onderdeel uit van de kennisinfrastructuur, evenals de informele instituties, zoals cultuur, waarden, normen en gewoonten.

In werkelijkheid levert dat een complex beeld op. Zo bestaat het landschap van de publieke *onderzoeksinfrastructuur* momenteel uit honderden onderzoeksinstituten, die ingedeeld kunnen worden naar een zestal categorieën: de universiteiten en de instituten voor fundamenteel onderzoek (bijvoorbeeld het Nederlands Instituut voor Neuwetenschappen), TNO en de Grote Technologische Instituten (GTI’s), DLO-instituten voor het landbouwkundig onderzoek en de overige onderzoeksinstituten.¹⁵ Maar dat is niet alles. Er zijn centrale coördinatieorganen, waaronder de twee grote, namelijk NWO voor het wetenschappelijk onderzoek en Senter Novem voor het technologisch onderzoek. Dan is er een serie organen die zich bezighoudt met de uitvoering van regelingen en programma’s, bijvoorbeeld de Innovatiegerichte Onderzoekprogramma’s (IOP’s). Tevens hebben zich rond die programma’s en regelingen consortia gevormd zoals de Toponderzoeksscholen en de Technologische Topinstituten. Deze publieke *onderzoeksinfrastructuur* heeft vooral na 1980 vorm gekregen. Haar geschiedenis, met name het deel dat te maken heeft met techniek en industrie, komt in dit boek aan bod.

Naast de publieke kennisinfrastructuur is er de private. Veel aandacht is uitgegaan naar de grote, industriële onderzoekslaboratoria, waaronder de beroemde laboratoria van Philips, Shell en DSM. Zij initieerden belangrijke innovaties zoals nieuwe geluidsapparatuur (de cd, compact disc), nieuwe soorten benzine (Shell’s loodvrije benzine

en Shell FuelSave), nieuwe typen stoffen (caprolactam en dynema) en tal van andere innovaties. Een eenzijdige focus op de grote laboratoria is niet terecht, zoals uit het historisch onderzoek zal blijken. Niet alleen omdat het innovatief midden- en kleinbedrijf ook interessante onderzoekslaboratoria kent, maar tevens omdat de private sector vele kennisorganisaties van verschillende aard telt. Zij leveren naast technische kennis ook organisatorische, financiële en commerciële kennis, die voor het innoveren relevant is.

Bij grote bedrijven gaat het met name om de technische afdelingen (het ontwikkelen en productierijp maken van prototypes), de organisatieafdelingen (het aanpassen van de organisatie en trainen van het personeel) en de marketing (informatie over markt en klant). De landbouw vormt een verhaal apart vanwege een infrastructuur met een nauwe samenwerking tussen organisaties voor onderwijs, voorlichting en onderzoek, dat voorheen het OVO-drieluik heette.

Verder heeft de dienstverlenende sector kennisorganisaties die voor innovaties interessant blijken te zijn, zoals ingenieursbureaus, organisatieadviesbureaus, brancheorganisatie, consumentenorganisaties en de ICT-afdelingen van een bank of verzekeraar. Wij komen dergelijke actoren in de geschiedschrijving regelmatig in de schaduw van het innovatieproces tegen, terwijl zij nogal eens een cruciale rol vervullen. Neem bijvoorbeeld een categorie als de technische groothandel. Deze is vaak de intermediair tussen buitenlandse producenten van nieuwe machines, gereedschappen en instrumenten, dat het innovatief vermogen van het Nederlandse bedrijfsleven verregaand beïnvloedt. Hij beschikt over waardevolle informatie en draagt die systematisch over.

Over de historische kennis van de private kennisinfrastructuur kunnen wij kort zijn. Buiten de (grote) industriële onderzoekslaboratoria is de private kennisinfrastructuur beperkt in beeld gebracht.¹⁶ Over haar invloed op het innovatief vermogen is weinig bekend.

In dit boek zullen wij de ontwikkeling van de kennisinfrastructuur vanaf het einde van de negentiende eeuw schetsmatig beschrijven. Welke

belangrijke veranderingen hebben zich daarin voltrokken en wat is daarvan de achtergrond? De focus zal daarbij liggen – zoals eerder gemeld – op techniek en industrie. Daarnaast zijn er uitstapjes naar andere sectoren. Verder moet opgemerkt worden dat de geschiedschrijving van de Nederlandse kennisinfrastructuur in deze studie niet een doel op zichzelf is. Het gaat ons om de relatie tot het innovatief vermogen van het bedrijfsleven.

Kennisinfrastructuur, innovatiepatroon en markteconomie

Een kennisinfrastructuur verschilt niet alleen per periode, maar ook per land. Dat roept de vraag op of innovatieprocessen zich in het ene land anders voltrekken dan in het andere. De politiek economen Hall en Soskice hebben zich uitgebreid beziggehouden met de nationale institutionele kaders en de betekenis die deze hebben voor de organisatie en het functioneren van nationale economieën. Zij doen dat niet zozeer in het kader van het debat over de innovatieparadox en de kennisinfrastructuur, als wel over het functioneren van het kapitalisme. Die invalshoek is voor dit boek over de kennisinfrastructuur en het innovatief ondernemerschap eveneens relevant.

Hall en Soskice onderscheiden twee ideaaltypes: de liberale markteconomieën (LME's) en de gecoördineerde markteconomieën (CME's). Volgens hen wordt de strategie van bedrijven in markteconomieën bepaald door de wijze waarop relaties met andere onderdelen van de economie worden aangegaan, onderhouden en afgestemd. Zij gebruiken daarvoor de term 'gecoördineerd'. Hall en Soskice hebben een aantal terreinen bekeken waarop coördinatieproblemen kunnen bestaan, zoals industriële relaties, onderwijs en opleiding, corporate governance, relaties met andere bedrijven en relaties tussen werkgevers en werknemers. Dit zijn thema's die ook in de analyse van de kennisinfrastructuur terugkomen.

Hoe de coördinatieproblemen worden ervaren en opgelost hangt nauw samen met de nationale instituties. Hall en Soskice zien de Verenigde Staten als een typisch voorbeeld van een liberale

markteconomie waar marktrelaties een centrale rol spelen, en Duitsland als een gecoördineerde markteconomie waar relaties tussen ondernemingen dominant zijn. Ook Nederland rekenen zij tot de gecoördineerde markteconomieën.¹⁷

Hall en Soskice stellen dat bedrijven in liberale markteconomieën beter toegerust zijn voor radicale innovaties terwijl die in gecoördineerde markteconomieën meer geschikt zijn voor geleidelijke (incrementele) innovaties. Dit zou een verklaring vormen voor het bestaan van nationale specialisatiepatronen in bedrijfssectoren.¹⁸ Hun veronderstelling is gebaseerd op een vergelijking tussen de octrooisituatie van de Verenigde Staten en Duitsland in 1983-1984 en 1993-1994. Deze vergelijking laat zien in welke sectoren beide landen de meeste octrooien hebben.

Vervolgens verbinden zij bepaalde bedrijfssectoren met radicale innovaties en andere met incrementele innovaties.¹⁹ Radicaal kunnen innoveren is nodig om concurrerend te kunnen zijn in zich snel ontwikkelende technologische sectoren, waar innovatief ontwerp en snelle productontwikkeling is gebaseerd op onderzoek, zoals biotechnologie, halfgeleiders en softwareontwikkeling. Ditzelfde zou gelden bij complexe netwerktechnologieën als telecommunicatie en de financiële dienstverlening, luchtvaart, entertainment en reclame. Incrementele innovaties zouden belangrijk zijn voor de kapitaalgoederenindustrie zoals machinewerktuigen en fabrieksuitrusting, duurzame consumptiegoederen, motoren en gespecialiseerde transportmiddelen. In de sectoren die deze goederen voortbrengen is een aantal zaken essentieel. Zo zou het belangrijk zijn stapsgewijs verbeteringen door te voeren om zo de afzet in stand te kunnen houden. Continue verbeteringen zouden voorts bijdragen aan een constante kwaliteit en kostenreductie.

Radicale innovatie zou volgens Hall en Soskice eerder in liberale markteconomieën plaatsvinden omdat die zich beter lenen voor snelle verandering. Personeel is daar eenvoudig te ontslaan en er is meer kapitaal voor risicovolle investeringen aanwezig. Geleidelijke, incrementele, verandering zou beter gedijen bij de op vertrouwen gebaseerde

relaties tussen bedrijven en hun werknemers in de gecoördineerde markteconomieën.²⁰

Wat hebben Hall en Soskice te melden over de rol van kennis en van de kennisinfrastructuur, thema's van dit boek? Zij benadrukken dat ook technologieoverdracht en kennisuitwisseling zich in liberale markteconomieën op een andere manier voltrekken dan in gecoördineerde markteconomieën. In LME's zouden die gebaseerd zijn op formele contractuele vastlegging en plaatsvinden via de markt. Behalve licenties, octrooien en overname van bedrijven vormt ook personeel – dat door de flexibele arbeidsmarkt eenvoudig van werkgever kan wisselen – een belangrijk kennisoverdrachtmechanisme. In CME's zijn technologieoverdracht en kennisuitwisseling gebaseerd op vertrouwen en wisselen bedrijven via samenwerking kennis en technologie uit. Volgens Hall en Soskice zijn relaties tussen ondernemingen essentieel voor overdracht van technologie en kennis. Werkgeversorganisaties steunen deze wijze van technologieoverdracht bewust en kunnen ook een belangrijke stimulans voor standaardisering vormen. Werknemers van verschillende bedrijven werken met elkaar samen dankzij hun gezamenlijke kennisbasis die mede te danken is aan de opzet van het onderwijs. De werknemers vormen bovendien door hun langdurige verbintenissen een belangrijke kennisbron voor de onderneming.

Ten slotte zou de overheid in de CME een belangrijke ondersteunende rol vervullen via publieke subsidiëringsprogramma's, terwijl de overheid zich in liberale economieën afzijdig zou houden.²¹ Dat deze veronderstellingen de werkelijkheid soms geweld aandoen, zien we in het geval van de Verenigde Staten. Daar heeft de overheid zich, bijvoorbeeld in de oorlogsjaren en direct na de oorlog, allerm minst afzijdig gehouden. Er was daar juist sprake van grote overheidsinvesteringen in onder andere militaire technologie, die de elektronica-industrie een grote voorsprong hebben gegeven. De beweringen van Hall & Soskice zijn dus voornamelijk van toepassing in een bepaalde tijdspanne, te weten aan het einde van de twintigste eeuw. Hall & Soskice richten zich bovendien op

innovaties als uitkomst, terwijl onze focus ligt op de innovatie als proces.

Wij zullen de generalisaties van Hall en Soskice gebruiken om de ontwikkelingen in Nederland te analyseren en te duiden. Allereerst willen we een tweetal door hen geformuleerde aannames over kenmerken van een gecoördineerde markt-economie voor de kennisinfrastructuur en de innovatiepatronen tegen het licht houden. In de eerste plaats is dat hun veronderstelling dat de manier waarop de nationale markteconomie georganiseerd is, bepalend is voor de wijze waarop kennis circuleert: via de markt en personeel in LME's en via samenwerking met een belangrijke rol voor werkgevers in CME's. We stellen ons dan ook de vraag of de innovatiepatronen die we tegenkomen in Nederland wel of niet overeenkomen met die zoals verondersteld in een gecoördineerde markteconomie. In de tweede plaats bekijken we de rol van de overheid. Is er inderdaad sprake van een ondersteunende overheid? En ten slotte, is daarbij in de loop van de twintigste eeuw een verandering te constateren?

De door Hall en Soskice opgeworpen veronderstelling dat innovaties in gecoördineerde markteconomieën incrementeel zijn en in liberale markteconomieën radicaal, zal in dit boek alleen indirect getoetst worden. Hall en Soskice verbinden aan het beter geschikt zijn van bepaalde markteconomieën voor radicale of voor incrementele innovaties de verschillen in nationale specialisaties.²² Om dit nader te onderzoeken is de constatering dat nationale specialisaties en de kennisinfrastructuur onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn, van belang. Zo illustreert Wicken dat de opbouw van de Noorse kennisinfrastructuur is gerelateerd aan de daar sterke sectoren visvangst, scheepsbouw en oliewinning. Voorts blijkt dat de bij innovatiepatronen gebruikte kennis en kennisbronnen verschillen per sector.²³ Wij zijn dan ook benieuwd hoe innovatiepatronen zich verhielden tot de sectorale structuur van Nederland. Denk daarbij in het bijzonder aan de diversiteit van de industriële structuur. Deze zelfde vraag zal worden gesteld voor andere typische kenmerken van de Nederlandse economische

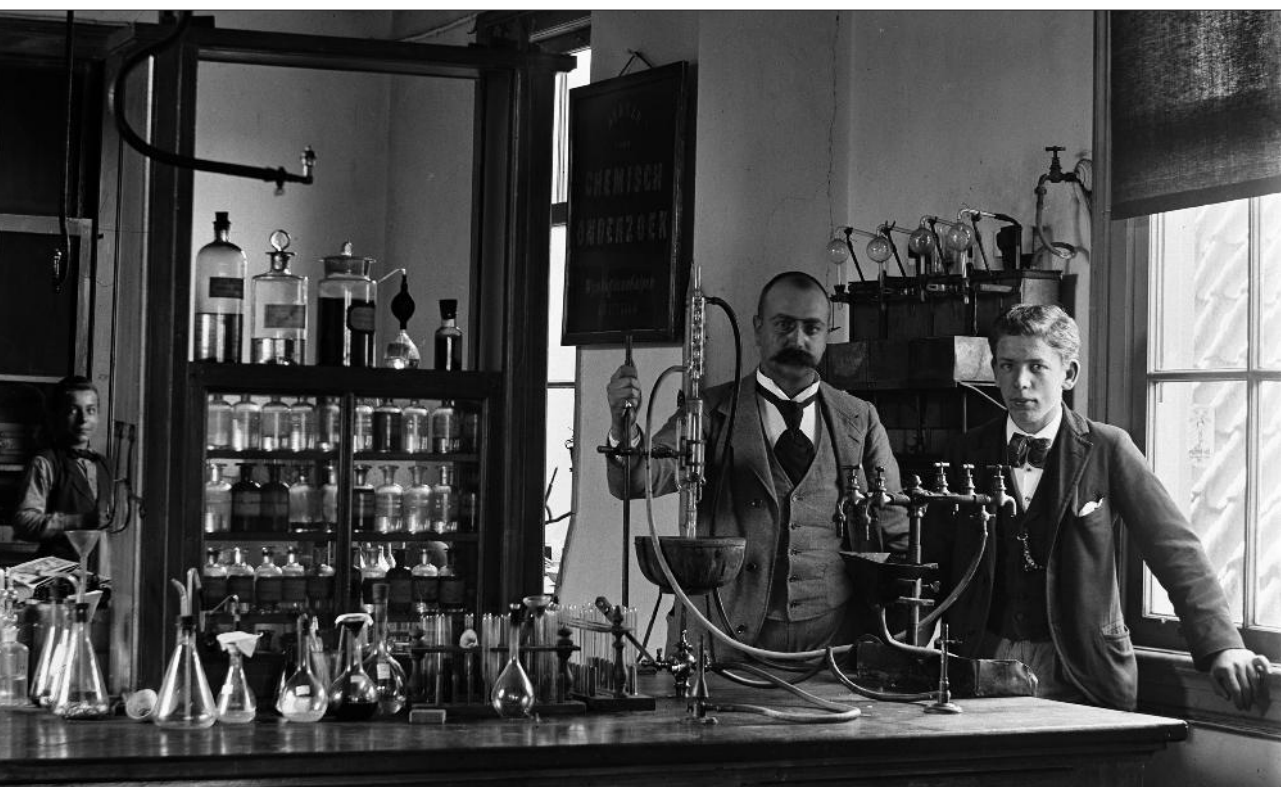
structuur. Denk daarbij aan kenmerken als de openheid van de economie, het hebben van een kleine thuismarkt en het grote belang van het midden- en kleinbedrijf (mkb) naast een beperkt aantal sterke, multinationale ondernemingen met een lange geschiedenis die bovendien niet in elkaars sectoren actief waren.

Onderzoekopzet

Dit boek is chronologisch opgebouwd. De ontwikkeling van de kennisinfrastructuur dient daarbij als uitgangspunt. Zij laat zich faseren in een aantal periodes, die ook herkenbaar terugkomen in andere delen van de BINT-serie. De Eerste en Tweede Wereldoorlog en de jaren zeventig zijn voor de kennisinfrastructuur belangrijke breekpunten door de technische ontwikkeling, de economische situatie en de veranderende rol van de overheid. Zo leidde de schaarste tijdens de Eerste Wereldoorlog tot een initiatief met als uiteindelijk resultaat de oprichting van TNO in 1932. Na de Tweede Wereldoorlog, tijdens de wederopbouw en de gouden jaren van economische groei, is onder andere een markante rol weggelegd voor de industriële laboratoria van de grote multinationals. De economische crisis rond 1980 is voor het ministerie van Economische Zaken aanleiding om een innovatiebeleid te gaan voeren en zich intensief met de kennisinfrastructuur bezig te houden. Die bemoeienis heeft het tot in deze tijd volgehouden. Er zijn nog diverse andere redenen die de breekpunten rechtvaardigen. Zij worden in de betreffende hoofdstukken gegeven. De geschiedschrijving start met een schets van de uitgangssituatie aan het einde van de negentiende eeuw.

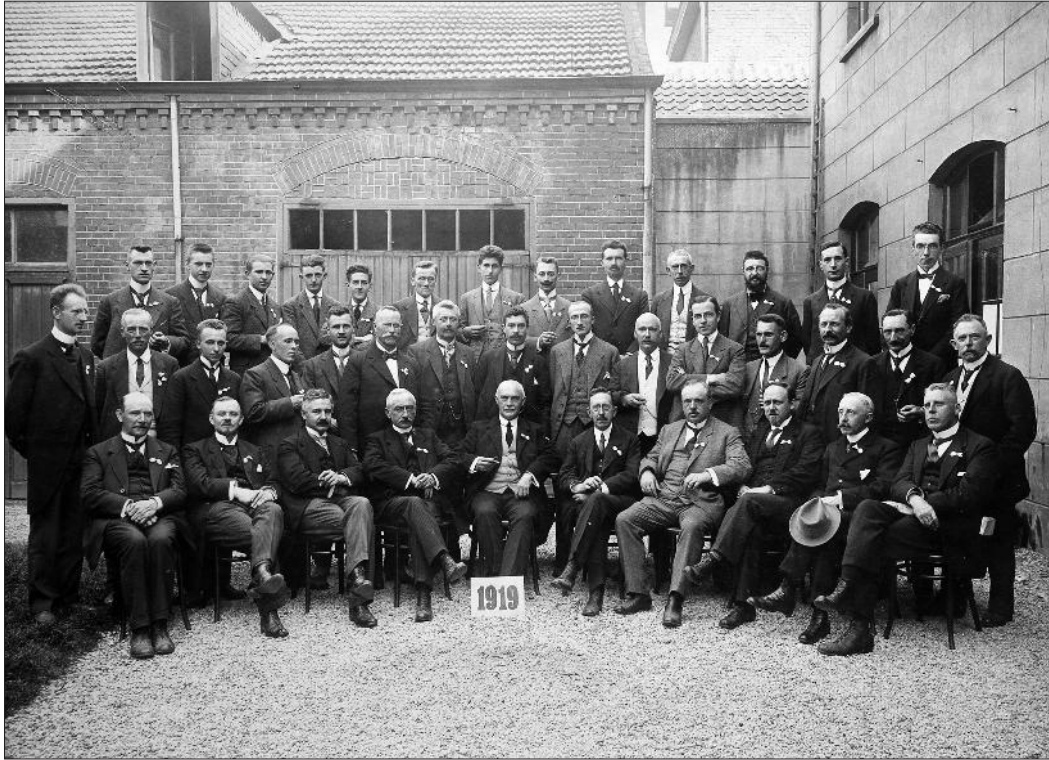
Het onderzoek is gebaseerd op zowel primair als secundair bronnenmateriaal. Voor de analyse van de innovaties is veelal gebruikgemaakt van primair bronnenmateriaal, met name van bedrijfsarchieven, archieven van belangenorganisaties en toenmalige tijdschriften. Voor de ontwikkeling van de kennisinfrastructuur is hoofdzakelijk gebruikgemaakt van secundair bronnenmateriaal. Er bestaan enkele artikelen en monografieën die onderdelen van de kennisinfrastructuur (bijvoor-

beeld met betrekking tot de landbouw) in een bepaalde periode behandelen. Verder vormen de rapporten van overheidscommissies een belangrijke bron, evenals de publicaties over kennisinstellingen. De geschiedschrijving van de laatste categorie bestaat uit een variëteit aan brokstukken: feestelijke gedenkschriften van een instituut, korte monografieën van een laboratorium, verhalenbundels van onderzoeksprojecten en prestigieuze gedenkböeken over de bestuurlijke en organisatorische geschiedenis van een kennisinstelling.



Het testen van levensmiddelen was al in de negentiende eeuw een belangrijke taak van laboratoria. Het chemisch laborato-

rium Wijnhoff & Van Gulpen te Amsterdam was hierin gespecialiseerd, 1897.



Via formele en informele samenwerkingsverbanden als patroons- en brancheorganisaties vond binnen nijverheid en industrie volop kennisuitwisseling plaats. De Eerste Wereldoorlog betekende een stimulans voor de samenwerkingsgedachte. Mede door de schaarste kwamen diverse ondernemersverenigingen op coöperatieve basis tot stand, die in eerste instantie een economisch doel dienden. Maar de eind 1916 opgerichte Coöperatieve Vereniging van Nederlandsche IJzergieterijen had ook 'het verlenen van bijstand en het verstrekken van voorlichting' als doelstelling. De leden - allen heren - kwamen regelmatig bijeen, 1919.



Medewerkers in het chemisch laboratorium van de transformatorfabriek Willem Smit & Co te Nijmegen omstreeks 1935. Oorspronkelijk opgericht voor

onderzoek naar isolatiematerialen, metalen en transformatorolie vormde het ook een basis voor een nieuw werkterrein, het elektrisch booglassen.