

INGENIEURS EN DE VORMGEVING VAN WELVAREND EN DUURZAAM NEDERLAND

Nederland is de afgelopen twee eeuwen door grote transitieën gegaan. Ook nu zitten we in een ingrijpende transitie, die naar een 'smart' en duurzame samenleving. Ingenieurs vervulden altijd een cruciale rol in de transitieën. Wetenschap en technologie stelden ons in staat uitdagingen succesvol aan te gaan. Die uitdagingen verschilden in de tijd. Zo ook de trajecten die tot oplossingen leidden. We kunnen het traject van maatschappelijk probleem tot succesvolle oplossing niet plannen. We kunnen wel leren van het verleden. In dit pamflet geven we een summier overzicht van de ontwikkelingen, de rol van ingenieurs en de domeinen waarop zij bijzondere prestaties leverden.

Een technische kennisinfrastructuur

In het midden van de achttiende eeuw begon in Europa aan een ingrijpend moderniseringsproces, met steenkool als nieuwe energiedrager, die talloze technische innovaties mogelijk maakte. De eerste industriële revolutie dreef op stoommachines, spoorwegen en gietijzer. Nederland volgde relatief laat. Er moest een technische kennisinfrastructuur worden opgebouwd. De eerste burgerlijke ingenieursopleiding (1842) zag het licht, de voorloper van de Technische Universiteit Delft. Het Koninklijk Instituut van Ingenieurs (KIVI, 1847) zorgde voor kennisuitwisseling. De snel toenemende specialisatie in de technische wetenschappen werd zichtbaar in de groei van de verschillende faculteiten aan de Polytechnische School in Delft en in de gespecialiseerde KIVI-afdelingen.

Ingenieurs hielden zich bezig met de fysieke vormgeving van het land, met welvaart-bevorderende natte en droge infrastructuur en met de bouw van waterstaatswerken voor de veiligheid. Ingenieurs werden ook steeds belangrijker in de fabrieken en bedrijven waar productieprocessen werden gemoderniseerd en innovaties werden doorgevoerd. Ook binnen de land- en tuinbouw speelden wetenschap en techniek een steeds prominentere rol. Met name Wageningen groeide uit tot centrum van de kennisinfrastructuur speciaal gericht op die domeinen. In 1918 resulteerde dit in de Rijks Landbouw Hoogeschool, de voorloper van de WUR.

In de twintigste eeuw kunnen we twee periodes in de modernisering van Nederland onderscheiden. Aardolie (als energiedrager en grondstof), staal, elektriciteit en de verbrandingsmotor kenmerken de tweede industriële revolutie, die eind negentiende van start gaat. De derde industriële revolutie kwam na de Tweede Wereldoorlog op gang met de opkomst van de computer en digitale communicatie- en informatietechnologieën. Op alle domeinen – van agrifood tot gezondheidszorg, van chemie tot watermanagement en van mobiliteit tot de gebouwde omgeving – startte een transitie waarmee de welvaart in Nederland op een substantieel hoger niveau kwam te liggen. De behoefte aan meer, en gespecialiseerde, ingenieurs vertaalde zich in de oprichting van twee nieuwe technische hogescholen (later universiteiten), in Eindhoven (1956) en in Twente (1961).

Geïndustrialiseerde kennismaatschappij

In de politiek, bij de industrie, en onder wetenschappers ontstond na de Tweede Wereldoorlog het besef dat wetenschapsbeoefening in combinatie met hoogwaardig techniekonderwijs de grondslag was voor technologische ontwikkeling en economische welvaart. Amerika was daarbij het voorbeeld. De uitbouw van een technisch-maatschappelijke kennisinfrastructuur was essentieel. Op de terreinen van watermanagement en in de land- en tuinbouw (met het OVO-drieluik)¹ vergaarde Nederland wereldfaam. Multinationals als Philips, Shell, Unilever, DSM en AKZO-Nobel stelden

¹ OVO staat voor Onderzoek, Voorlichting en Onderwijs.

ingenieurs aan in hun bedrijfslaboratoria. Nederland groeide uit tot een geïndustrialiseerd kennismaatschappij. Universiteiten vervulden een cruciale rol in innovatieprocessen.

Welke rol speelden Nederlandse ingenieurs? We geven een summier overzicht.

Ontwerpers en bouwers van de grote infrastructuren in Nederland

Het spoorwegnet

In de tweede helft van de 19^{de} eeuw kreeg het spoorwegnet vorm. Het ontwerp kwam van twee befaamde ingenieurs: L.J.A. van der Kun en F.W. Conrad (beiden mede-oprichters van het KIVI). De aanleg geschiedde onder leiding van een jonge generatie Delftse ingenieurs. Met de bouw van spoorwegbruggen liep Nederland internationaal voorop. Ingenieur G. van Diesen ontwierp de spoorwegbrug bij Culemborg (1867). Deze brug had toen de langste overspanning in de wereld en gold voor tijdgenoten als 'een wonder der techniek'.

Het waterwegennet

Goede verbindingen over water van de zeehavens met het achterland zijn essentieel voor de aan-, af- en doorvoer van producten en daarmee voor de economie van Nederland en de regio's. De betekenis van de Nieuwe Waterweg (1872) van Rotterdam naar zee (met de verlegging van de Maasmond) en het Noorzeekanaal (1876) van Amsterdam naar IJmuiden, beide aangelegd in de tweede helft van de 19^e eeuw, kan moeilijk overschat worden. Tal van Nederlandse ingenieurs waren hierbij betrokken. Pieter Caland, is daarvan de bekendste.

Eind 19^e en begin 20^e eeuw onder leiding van ingenieurs gewerkt aan de verbetering en uitbreiding van het netwerk van binnenlandse waterwegen. De Rijn, Waal, Lek en IJssel werden mede ten behoeve van de scheepvaart verbeterd, de Maas werd gekanaliseerd (1870-1942), het Merwedekanaal (1892), het Twentekanaal (1938), en het Amsterdam-Rijnkanaal (1952) aangelegd en bestaande kanalen verbreed. Voor de economische modernisering van Nederland, de vestiging van nieuwe industrieën en de ontwikkeling van regio's waren en zijn deze werken cruciaal.

Het autowegennet

De opkomst van de auto na de Eerste Wereldoorlog maakte een grootschalige aanpassing van het wegennet noodzakelijk. Werkelijk alles over wegen moest opnieuw doordacht worden: het soort verharding, het wegprofiel, de beplanting, de materialen, de verkeersregels, et cetera. En er moest worden nagedacht over de vormgeving van het wegennet. Het KIVI en de ANWB organiseerden in 1920 een groot congres, waar voor het eerst alle belanghebbende organisaties en instellingen bij elkaar kwamen (weggebruikers, wegenbouwers, wegenbeheerders, ministeries, ingenieursbureaus). Ingenieurs waren in groten getale aanwezig en drukten hun stempel op de debatten. Ingenieur G.J. van den Broek kreeg de leiding over de verbetering van de wegen en het ontwerpen van een nieuw wegennet. In 1927 verscheen het eerste rijkswegenplan. Er zouden diverse andere volgen. In 1938 werd in de plannen voor het eerst een nieuwe categorie wegen opgenomen, de autosnelwegen.

Elektriciteit

Elektriciteit was (naast aardolie) de krachtbron van de tweede industriële revolutie. Gemeentelijke elektriciteitsnetten werden aan het einde van de 19de eeuw gebouwd en opgeschaald tot op het niveau van provincies aan het begin van de 20ste eeuw. De eerste was die in Noord-Brabant. Daar werd in 1914 de Provinciale Noord-Brabantse Elektriciteitsmaatschappij (PNEM) opgericht met als eerste directeur, ingenieur G.J. van Swaay. De grote man achter diverse provinciale netten was de Delftse hoogleraar C. Feldmann. Na de Tweede Wereldoorlog werden de netten aan elkaar gekoppeld en op het internationale elektriciteitsnet aangesloten. Ingenieurs hadden ervoor gezorgd dat deze nieuwe energiebron overal in Nederland dag in dag uit beschikbaar was.

Helden in de bescherming tegen het water

‘God schiep de wereld, de Nederlanders Nederland.’ Of moeten we zeggen: ‘de ‘Nederlandse ingenieurs’? Daarmee zouden we tekortdoen aan het vele handwerk dat daarbij kwam kijken. Maar toch, zonder de visie en het denkwerk van ingenieurs op waterstaatsgebied zou de modernisering van Nederland zijn vertraagd. Aan de Zuiderzeewerken is met de bouw van de Afsluitdijk onlosmakelijk de naam van ingenieur Cornelis Lely verbonden. Civieltechnisch ingenieur Johan Ringers had voor de Tweede Wereldoorlog al naam gemaakt als een visionair er werd na de oorlog minister van Openbare Werken en Wederopbouw. Ingenieur Johan van Veen staat te boek als de vader van het Deltaplan, in zijn totaliteit een ‘modern wereldwonder’ genoemd, en waarvan de verschillende onderdelen - zoals de Haringvlietsluizen, de Oosterscheldekering, en de Maeslantkering – stuk voor stuk innovatieve technische hoogstandjes zijn. Overigens is van Veen ook de (mede)ontwerper van economische hubs als de Eemshaven, de Maasvlakte, en Europoort.

Grondleggers van de moderne land- en tuinbouw

De Nederlandse land- en tuinbouwsector is in de afgelopen anderhalve eeuw fundamenteel van karakter veranderd. Traditionele gemengde gezinsbedrijven maakten geleidelijk plaats voor grootschaligere gespecialiseerde bedrijven. Het aantal landbouwbedrijven daalde sterk, het beschikbare landbouwareaal liep terug. Tegelijkertijd groeide de agrarische productie. In 2014 was Nederland wereldwijd na de VS de tweede exporteur van agri-food producten en de vijfde importeur. Wetenschap en techniek speelden een centrale rol bij deze transitie. Wageningse ingenieurs vonden hun weg naar de laboratoria van agrifood bedrijven. In de zuivelindustrie ontwikkelden ze nieuwe productiemethoden om de groeiende melkstroom te kunnen verwerken. Nieuwe procestechnologieën maakten het bovendien mogelijk om ingrediënten bedrijfseconomisch rendabel uit melk te halen en in verschillende basisproducten te verwerken belangrijke factoren. Voor de akker- en tuinbouw waren plantenveredeling en optimalisering van teeltechniek belangrijk. Dat resulteerde in productievare en resistentere gewassen. Wetenschap en techniek legden hier de basis voor de opkomst en groei van de Nederlandse veredelingssector.

Bouwers van grote ondernemingen

Een van de meest karakteristieke aspecten van de economische structuur in Nederland in de 20ste eeuw is de dominantie van de zes multinationals, Shell, Philips, DSM, Hoogovens, Unilever en AkzoNobel. Ingenieurs vervulden bij de oprichting en de uitbouw van vier multinationals een spectaculaire rol. Ingenieur H. Loudon was in 1890 een van de drie oprichters van een van de voorlopers van Shell. De groei van Shell kan men beschouwen als een ‘project’ van Delftse technologen, Delftse werktuigbouwkundigen en van chemici uit Leiden en Amsterdam. De oprichter van Philips in 1891 was ingenieur G. Philips. Deze multinational werd het ‘project’ van werktuigbouwkundige en elektrotechnische ingenieurs van Delft, Eindhoven en Twente en van universitaire fysici en chemici. De eerste directeur van de Staatsmijnen (opgericht in 1902 en voorloper van DSM) was genie-ingenieur H.J.E. Wenckebach, terwijl ingenieur F.K.Th. van Iterson vanaf 1913 als directeur de wegbereider werd van de chemie-poot van DSM. Ook hier was sprake van een ‘project’ van ingenieurs en chemici. Wenckebach was overigens ook een van de initiatiefnemers van een ander ‘ingenieursproject’, de Koninklijke Hoogovens (opgericht in 1918). De werktuigbouwkundige ingenieurs A.H. Ingen Housz en G.A. Kessler waren de eerste directeurs. Ook in de voorlopers van Unilever (1930) en AkzoNobel (1994) komen we veel ingenieurs tegen.

Werken aan een gezonde bevolking

‘Gezondheid’ was van meet af aan een ingenieursthema. Het KIVI publiceerde al in 1854 een rapport over de slechte hygiënische toestanden in de sloppenwijken van Nederland. Mede onder druk van ingenieurs stonden ‘hygiëne’ en ‘sociale woningbouw’ op de maatschappelijke agenda, werden waterleidingen en rioleringen aangelegd, en kwam de woningwet van 1901 tot stand.

In de 20^e eeuw zijn het ingenieursberoep en geneeskunde verder naar elkaar toegegroeid. De ontwikkeling van medische technologie was lang het domein van artsen met geloof in techniek. Ingenieurs stonden vanaf eind 19^e eeuw echter aan de basis van grote doorbraken in de geneeskunde. Wilhelm Röntgen was werktuigbouwkundig ingenieur en de naar hem vernoemde Röntgenstraling zorgde voor een revolutie in de moderne beelddiagnostiek. Philips ging in samenwerking met medici in zijn industrieel researchlaboratorium (opgericht in 1914) onderzoek doen naar Röntgenbuizen. Dat leidde in de jaren '20 en '30 tot tal van verbeteringen. Het bedrijf en zijn ingenieurs gingen zich begin 21^e eeuw zelfs exclusief richten op de ontwikkeling en productie van diagnostische en therapeutische apparaten. De verbondenheid van medische technologie met de ingenieursopleidingen toont zich bovendien in de oprichting aan de technische universiteiten van een faculteit of opleiding als Biomedische Technologie, Klinische Technologie of Health Sciences.

WiFi en Bluetooth

Nederlandse ingenieurs waren belangrijk voor de ontwikkeling van draadloze communicatienetwerken. Balthasar van der Pol werkte tijdens het interbellum op het Natlab en groeide uit tot een internationaal vooraanstaand theoreticus van de voortplanting van radiogolven en elektrische schakelingen en trillingen. Zijn werk werd toegepast in de draadloze communicatie. Dat geldt ook voor zijn medewerker, en in vele opzichten zijn opvolger, elektrotechnisch ingenieur Bernhard Tellegen. Samen met toenmalig Natlab-directeur Gilles Holst kreeg hij internationale octrooien voor de penthode. Die vinding betekende een revolutie in de radiotechniek. De toepassing gaf Philips internationaal status als producent van audio- en videoapparatuur. In hun voetsporen traden later de Nederlandse elektrotechnische ingenieurs Jaap Haartsen en Victor Hayes. Haartsen wordt gezien als de uitvinder van Bluetooth en Hayes wordt internationaal erkend als 'de vader van WiFi'.

De opmaat voor 'Smart'

De derde industriële revolutie kent een lange geschiedenis van ponskaartmachines via analoge en digitale rekentechnieken en -apparaten, tot toepassingen als 'smart mobility', 'smart buildings' en 'internet of things'. Verschillende Nederlandse ingenieurs, werkzaam op de technische universiteiten en bij laboratoria van bedrijven als PTT, Shell en Philips hebben die revolutie mee in gang gezet. Onder leiding van de werktuigbouwkundig ingenieur Adriaan van Wijngaarden werd in 1952 de ARRA, de eerste Nederlandse computer, gebouwd en de programmeertaal Algol-68 ontwikkeld. Hij wordt ook als de grondlegger van de Informatica in Nederland beschouwd. Andere Nederlandse pionierende computer- en informatica-ingenieurs met een internationale reputatie zijn elektrotechnisch ingenieur Gerrit Blaauw, technisch-natuurkundige Willem van der Poel en theoretisch natuurkundige en TU/e-hoogleraar Edsger Dijkstra.

ASML past uitstekend in het ecosysteem dat in Nederland rond ict is opgebouwd. Het vlaggenschip van de Nederlandse 'hightech' komt voort uit Philips, heeft de Twentse ingenieur Martin van den Brink als president-CTO, vindt zijn basis in het regionale netwerk van 'hightech' bedrijven en kennisinstituten, en beheerst van daaruit de wereldmarkt van machines voor het maken van chips.

Duurzaamheid en het leger van anonieme ingenieurs

'Duurzaamheid' en 'smart' zijn kernbegrippen van de huidige, ingrijpende transitie. In tegenstelling tot 'smart' is er voor 'duurzaamheid' geen Nederlandse ingenieursicoon aan te wijzen. Desondanks is het een ingenieursthema van de eerste orde. De vier TU's hebben hun onderzoekprogramma's in de afgelopen decennia grondig veranderd en zijn aan de gang gegaan met duurzame energie, duurzame materialen, duurzame landbouw, duurzame bouw en duurzaam ontwerpen. Ingenieursopleidingen zijn aangepast en nieuwe opleidingsprogramma's zijn ontwikkeld rond thema's zoals 'sustainable technology' en 'sustainable food'. Onder studenten bestaat hiervoor grote belangstelling. Afgestudeerden van de vier TU's vinden in deze sector op grote schaal werk onder andere als onderzoeker, ontwerper, projectleider, beleidsmedewerker, adviseur of ondernemer.

Het merendeel van deze ingenieurs is anoniem en dat geldt voor de meeste ingenieurs in de geschiedenis. Zij werkten in de luwte en waren niet prominent zichtbaar in politiek, economie of het publieke debat. Zij gaven vorm aan een welvarend Nederland en zullen in de toekomst vormgeven aan een 'smart' en 'duurzaam' Nederland.