

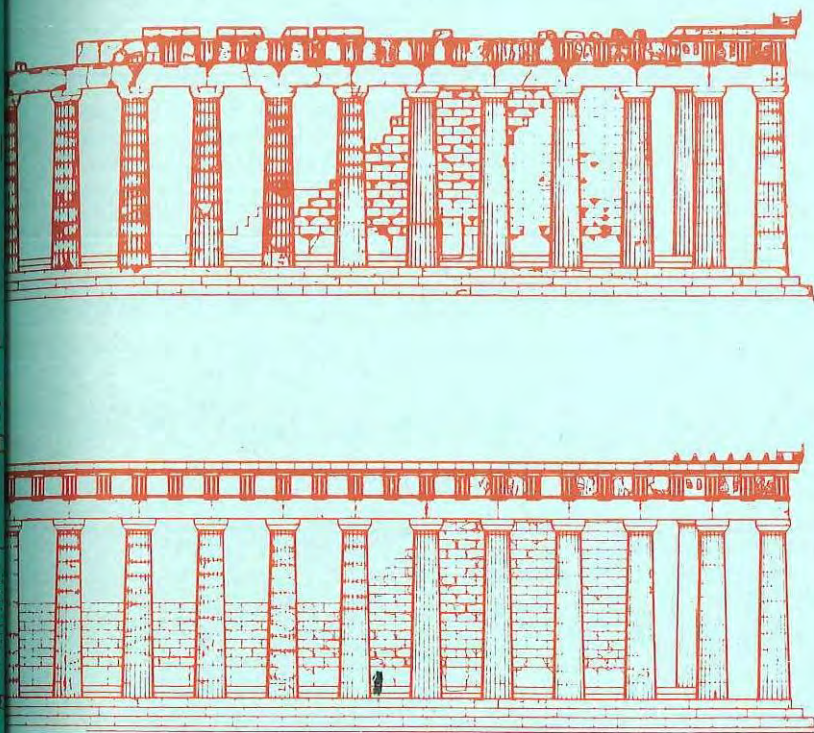


Hist Technica Nieuws:

1991

histechnicon

orgaan van Histechnica: de 'vereniging vrienden van het
technisch tentoonstellingscentrum' te Delft



histechnicon

17 (1991) 1



een uitgave van

vereniging

Vrienden van het Technisch Tentoonstellingscentrum
te Delft

in samenwerking met

Stichting Technisch-Historische Verzamelingen (STHV)

ISSN 0922-1018



correspondentie-adres

Populierendreef 16, 3137 CW Vlaardingen

Voeding en eetgewoonten

prof.dr.ir. W.J. Beek

oud-directeur en thans adviseur van het Unilever Research Laboratorium, Vlaardingen



De basis, de trek stillen en de smaak bevredigen: deze driedeling komt in ons patroon van eten steeds weer terug, zowel in de gangen van het menu als in de samenstelling van individuele produkten. Bijvoorbeeld aardappelen als basis, groente en vlees tegen de trek en jus voor de smaak.

Het verhaal wat nu volgt is een vrije weergave van een lezing, gehouden op 22 september 1990 te Delft voor leden van Histechica en het Koninklijk Instituut van Ingenieurs.

Inleiding

Over de driedeling: de basis, de trek stillen en de smaak bevredigen, wil ik het vanmiddag hebben. Het is een driedeling die in ons patroon van eten steeds weer terugkomt, zowel in de gangen van het menu als ook in de samenstelling van individuele produkten.

Ik geef u een paar voorbeelden, anders dan het klassieke voorbeeld: aardappelen als basis, groente en vlees tegen de trek en de jus voor de smaak. Neem nu: havermoutpap met suiker. Of: erwtensoep met worst en zout, dan wel een stampot van aardappelen, rauwe andijvie, vet en azijn. Kijk naar de streekgerechten. Potstro (Friesland) is pap van grutten en karnemelk, met stroop. Refoelen (op de Zuidhollandse eilanden) zijn pannenkoeken met biest, kaneel en bruine suiker. Wilt u twee modernere voorbeelden? De hamburger of het shoarmabroodje: brood, vlees, ui en ketchup, dan wel kruiden. Het televisiehapje: chips met een gebonden en gekruide dipsaus.

Hiermee meen ik, is deze indeling van menu's, gerechten en produktsamenstelling voldoende geïllustreerd. Twee onderzoekers met de omineuze namen McDonald en McDonald hebben deze indeling met succes toegepast om eetgewoonten te bestuderen, in relatie tot wat het land voortbrengt en de handel beschikbaar stelt. Het vrij algemene driegangenmenu kent het voorgerecht als smaakmaker (als andere appetizers niet bovenmatig worden gebruikt), de hoofdschotel als bevrediger van het hongergevoel, het nagerecht als trekstillen. De drie horen bij elkaar als de trilogie van de preek: opwekking, stichting en dank.

Het zal u duidelijk zijn dat een industrieel laboratorium, dat aan de ontwikkeling van voedingsmiddelen werkt, in onderzoek naar veranderende voedingsgewoonten is geïnteresseerd. We doen geen marktonderzoek voor produktsorten. We volgen de marktontwikkeling wat afstandelijker dan onze collega's in marketing, maar we ontwikkelen wel methoden om veranderingstendenzen in onze voedingspatronen te vinden. Dat vak, want dat is het, noemen we Research Guidance. Uit dat onbekende vak wil ik u wat meer algemeen interessante resultaten vertellen, als 'appetizer', waarbij ik niet zal nalaten onze hobby, de geschiedenis van ons voedsel te volgen.

Mijn verhaal ziet er dan als volgt uit. Ik start bij de driedeling van de McDonald's (tabel 1).

Tabel 1. Honger, trek en smaak.

<i>honger</i>	<i>trek</i>	<i>smaak</i>
aardappel	zuivelprodukt	olie, vet
graanprodukt (blindmiddel)	groente, fruit	zout, peper, azijn
rijst	vlees	stroop, suiker
	vis	mosterd, uien, enz.
<i>stevig</i>	<i>vers – mals</i>	<i>smedig – lekker</i>

Ik heb er beoordelingscategorieën voor het totale menu en het totale produkt bijgeschreven. Trek stillen vraagt verse en malse componenten. Smaakbevrediging bestanddelen die lekker zijn en smedig (voor dit ouderwetse woord gebruikt de Engelsman 'palatable', dat wil zeggen goed te mastificeren tegen het geheemelte). Ik kies nu voor mijn verdere verhaal uit iedere categorie één voorbeeld: brood als belangrijkste graanprodukt, de zuivelprodukten en vet. Dat laatste dacht u al natuurlijk, maar ik zal niet proberen dit als broodsmersel nog méér te verkopen. Dit keer ben ik geïnteresseerd in de relatie tussen vet en de overige smaakbevredigers zoals zout, azijn en stroop.

Voordat we echter deze drie produktcategorieën bespreken, is het wellicht goed zich te realiseren wat zich tussen 1870 (als de stijgende importen van Amerikaans graan onze traditionele landbouwmethoden omverwerpen) en nu in ons menu heeft voortgedaan.

In figuur 1 ziet u hoe de verhoudingen tussen basisvoeding, trekstillers en smaakbevredigers in energieprocenten van het totale dieet zich hebben gewijzigd als functie van het percentage dat van het reëel besteedbaar inkomen aan voeding is uitgegeven. De aangeduide typische menu's voor 1880 en 1980 spreken boekdelen. In drie generaties is eten van het stillen van reële honger geworden tot het stillen van trek (uit het vers- en het diepgekoelde 'mals' vak van de kruidenier) en het bevredigen van de smaak (met een hoeveelheid van beleg, toetjes en tussendoortjes).

De verandering in dit consumptiepatroon en de onderliggende veranderingen in

HONGER TREK EN SMAAK historisch gezien

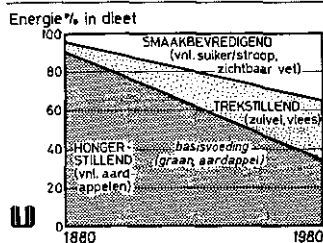


Fig. 1

kosten voeding/ inkomen	70%	30%
OGHTEND	AARDAPPELEN gebakken + restjes, rostis	brood zuivel vet beleg (zoet)
MIDDAG	gekookt, kaantjes (vis), spekjes	
AVOND	puree, pfannits of stampot, penen en kool, spekvle	(soep), aardappelen (rijst), vlees, groente, jus, toetje

landbouw, veeteelt en urbanisatie brachten natuurlijk andere veranderingen met zich mee. De distributie van voeding veranderde, de winkelier voor comestibles en koloniale waren werd kruidenier (trek- en smaakstillers). Dat begon met boter, margarine en zuivel uit de fabriek, verpakt, meer en meer als merkartikel, en met de basissoepen in blik die moeder thuis met vlees aanvulde en op smaak afmaakte. De hygiëne en volksgezondheid verbeterden algemeen, gemeten naar adolescentiegroei, zuigelingensterfte en weerstand tegen infectieziekten, totdat zich in de overvloed na 1950 welvaartsziekten tonen die mede met voedingsgewoonten samenhangen. Ondanks de verscheidenheid in aanbod, eten legers jongeren patates met, eigeel, olie en azijn, tot mayonaisse geklopt. Als men bedenkt dat in figuur 1 de aangegeven verhouding voor 1880 een dieet betreffen dat globaal ongeveer 10% onder de aanbeveling van onze Voedingsraad ligt en dat voor 1980 een 100% daarboven, dan is het duidelijk dat de volksgezondheidsautoriteiten, het Nederlandse Instituut voor Voeding en de industrie zeer met de toekomst van ons dieet en zijn voedingswaarde bezig zijn, de bewuste consument toont die zorg te delen.

Voorzover hij of zij naar reform-voedsel overstapt, verbetert dit in de regel de voedingswaarde van het dieet niet.

Tot slot over figuur 1 een opmerking over de internationalisering van onze keuken. De rijst met wat aankleding die onze soldaten, terugkerend van twee politio-nale acties rond 1950, populair hebben gemaakt als goed betaalbaar avondeten, is het traditionele ontbijt van de Indonesiër. Gebakken, van de vorige dag overgebleven rijst met restjes, volledig overeenkomstig het aardappelontbijt van onze groot- en overgrootouders.

Brood

Komen we nu tot een bespreking over ons brood, waarvan de lange voorgeschiedenis ons duidelijk kan maken hoe de verscheidenheid van produkten in ons voedselpakket is gegroeid.

Die geschiedenis dragen we mee in ons zeer dagelijkse spraakgebruik, meer dan we ons vaak bewust zijn. Ik geef u enkele voorbeelden van Gallische, Romeinse en Middeleeuwse oorsprong (tabel 2 en 3).

Tabel 2. My lords, my ladies.

lord	lady
van	van
hlāford	hlāēfdige
hlāf weard	hlāf dāēge
↓	↓
loaf-ward	loaf-dame
broodheer	brood-deerne

Het Engelse woord Lord betekent letterlijk broodheer; hij die verantwoordelijk is voor de verdeling daarvan. Dat betekent dat het brood schaars was en het management van de voorraden gewichtig. De Lady is letterlijk zij die voor het deeg verantwoordelijk is, de brooddeerne.

Tabel 3. De (Gallo-)Romeinse erfenis.

<i>Ceres</i>	munera cerealis → cereals, ceremonieel
<i>Juno</i>	jēune, nuchter, ongespeend, dé-jeuner = break-fast = ont-bijt
<i>Juno</i>	jeneverbes, jenever, gin, Geneviève, Jennifer, Genève
<i>Hoerae</i>	hora → jaargetijde, koor, rijdans, vastenavondgekken, hoeral, hoer, uur (l'heure)

Alhoewel het gebruik van zuurdesem om brood te laten rijzen reeds zeer lang bekend was, kende het oude Rome eerst na 150 v. Chr. bakkers. Van pap niet, van brood hebben ze lang geleefd, schreef Plinius. Brood was voor hoogtijdagen en had, zoals bekend uit christelijke gewoonten, ceremoniële betekenis. Woorden als 'ceremonieel', 'jenever', 'hoeral' en 'hoer' hangen daar rechtstreeks mee samen. Ons knipbrood is in oorsprong brood dat het teken van zijn zegening, een inkerving, draagt.

Veel meer van deze verbanden zijn terug te vinden, indien men er even bij stilstaat, zoals in tabel 4 valt af te lezen.

Tabel 4. De Middeleeuwse erfenis.

<i>pompernikkel</i>	bonum-paniculum; licht roggebrood door kloosters geleverd
<i>oblie, ouwel</i>	oblatum, offerte, biecht
<i>makaronekoek</i>	makarius, zaligmaker
<i>lieve(r) koekjes</i>	libamentum, (pleng)offer, Lebkuche, lyfcouck (peper- en honingkoeken)

De lieverkoekjes werden inderdaad niet als zodanig gebakken. Het waren de kruimels, die zorgvuldig van tafel werden opgeveegd (met een tafelschuijer en -blik, die tot de hongerwinter in ieder huishouden te vinden waren), in oorsprong om ze de voorouders te offeren.

Studies van zulke ontwikkelingen in gebruiken maken het mogelijk na te gaan hoe het produktassortiment van ons basisvoedsel zich heeft ontwikkeld. Het resultaat van zulke studies heb ik voor u samengevat in figuur 2, waar de percentages staan vermeld van wat onze voorouders over de eeuwen aan brij, soep, vlaai, brood en aardappelprodukten hebben gegeten. Daarbij is het van belang te letten op de primaire landbouwprodukten welke we voor menselijke consumptie voortbrachten; deze staan op de bovenste regel. De verticale pijlen geven aan waar een ontwikkeling in de ene produktsector (als gevolg van de beschikbaarheid van een nieuwe grondstof) een ontwikkeling in een andere produktsector heeft beïnvloed.

DE ONTWIKKELING VAN ONS BASISVOEDSEL

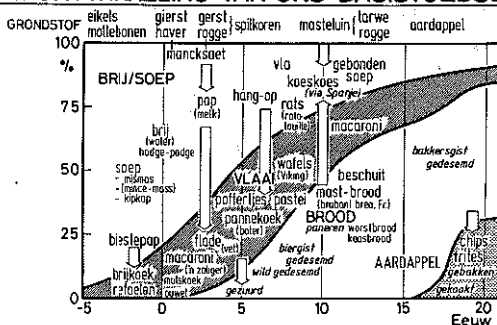


Fig. 2

Tot de tijd van Karel de Grote aten de laaglanders brij (een waterige hutspot, in de melk waarin men volgens het oude gezegde 'veel of weinig te brokkelen' had), soep (als een 'mince-mass') en biestepap. Het woord mismas, verbasterd tot mikmak, betekent niet anders dan eetbare bestanddelen die men fijn heeft gemaakt. Denk aan het Engelse 'mince-meat' voor gehakt en woorden als minestrone en à la minute. Biest (melk van een spenende koe) bood de bescheiden mogelijkheid refoelen en mutskoeken te maken. Het vet van de biest verhindert het aanbranden, als de dikke brij die de mutskoek levert over een gloeiend hete steen wordt gegoten; als een muts, vandaar!

Het algemeen Europese woord voor soep betekent een stuk brood om brij, pap of een aftreksel van planten en vlees- of visschraapsel mee te soppen (te vergelijken met de Turkse pita, de Mexicaanse taco en de Indische chapatti, die nu in populariteit toenemen).

Fladen, pannenkoeken, poffertjes en wafels gaan een groter aandeel in het dieet vormen, zodra mannsaet en spijkoren beschikbaar komen en melk meer alge-

meen tot het dagelijkse dieet doordringt. De melk levert een variatie aan basisprodukten: vla, hang-op (jan-in-de-zak) en boter waarmee smediger en smakelijker fladen zijn te maken dan met slachtvet.

Eerst als masteluin (rogge met tarwe) wordt verbouwd, neemt ook het broodverbruik toe, eerst het roggebrood en later ook het tarwebrood, mede doordat dit nu met biergist gedeseemd luchtig genoeg kan zijn (vanwege de gluten in de tarwe). Het mastbrood leidt tot worst- en kaasbroodjes voor de feestdagen en tot nieuwe praktijken om vlees en vis te paneren en om soep te binden. De opkomst van beschuit, macaroni en de verdere uitbouw van de melkproductie ten behoeve van de kaas hangen samen met de toenemende scheepvaart. Het zijn alle goed houdbare produkten. De fabricage ervan vindt men in Holland, toen en nu nog. In Holland vindt men dus een hoog gebruik van weiboter en veel gerechten daarop gebaseerd. Margarine zal later (na 1870) vandaaruit zijn opmars maken, want weiboter heeft zijn beperkingen.

We zijn echter in figuur 2 nog maar bij de late 16e eeuw. Sinds de 14e eeuw kennen de lage landen prijsvoorschriften per vast gewicht voor rogge- en bruin, ongebuild tarwebrood en gewichtsvoorschriften per standaardprijs voor witbrood, waarvoor een ambtelijk apparaat in stand wordt gehouden dat gemakkelijk uit de accijns op brood betaald kan worden. Hieruit blijkt enerzijds een toenemend verschil tussen de stedelijke en agrarische huishoudeconomie (witbrood versus de andere broden). Witbrood wordt in het verdere proces van verstedelijking en verburgerlijking het voorkeursbrood, ten nadele van de volksgezondheid. Anderzijds blijkt hieruit de wisselvalligheid in de beschikbaarheid van het graan, waardoor witbrood van een vaste prijs een vaak wisselend gewicht heeft. Dit laatste leidt tot het initiatief om inkoopcoöperaties tussen steden op te richten: het Duitse en het Vlaams-Londense Hansa-verband. Zij die nog een flora bezitten en raadplegen, kunnen rond Deventer, Zutphen en Stavoren nu nog de planten terugvinden waarvan we toen de zaden met het graan uit de voormalige oostbloklanden hebben geïmporteerd (net zoals er nu met internationaal transport en overslag veel genetisch materiaal wereldwijd in circulatie is).

Een toenemende bevolking in geheel Europa maakt dat het rijp is een nieuw basisvoedsel met hoge opbrengsten te verwelkomen. Dat wordt de uit Zuid-Amerika geïmporteerde aardappel, die weliswaar goed past in onze knollentraditie, maar die eerst langzaam veld wint uit vrees voor het onbekende (een zeer reëel gegeven bij de introductie van een nieuw voedingsmiddel). Diderot ziet er niets in (1713) en rond 1784 is er een angstepidemie voor het toxische solanine, dat wel in het aardappelblad maar niet in de knol voorkomt. Ondanks dat worden we experts in het leveren van poot- en fabrieksaardappelen. De weg naar de patates en de chips ligt open. De afzet van graan vermindert, ondanks de komst van industrieel bereide bakkergist van constante kwaliteit en de afschaffing van de broodaccijns (ongeveer 1870). Bovendien komt er dan een eerste Warenwet, een landbouwkwaliteitswetgeving. Een aardig facet daarvan is dat die soor-

ten bloem onderscheidt, standaard- en patentbloem, op precies dezelfde wijze als het oud Romeins gebruik. Bepaalde elementen in voedingsgebruiken en wetgeving zijn taai.

Het aardige van een dergelijk overzicht is dat al deze produkten, in originele of in aangepaste vorm, nog steeds bestaan!

VERHOUDING TARWE-EN ROGGEBROOD PER PROVINCIE

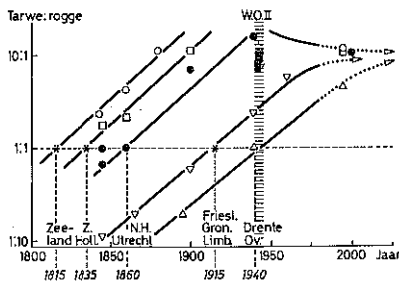


Fig. 3

Een belangrijke vraag, in sociologisch, marktkundig en historisch opzicht, is hoe roggebrood is vervangen door wit tarwebrood. Dat er altijd een voorkeur van de burger voor wit tarwebrood is geweest, noemde ik reeds.

Figuur 3 geeft het antwoord. Tot na de Eerste Wereldoorlog zijn de Nederlanders die niet in Zeeland en Holland wonen, voornamelijk roggebroodeters. Voor velen blijft dat zo tot na de Tweede Wereldoorlog.

Er bestaan grote verschillen tussen brood van rogge geteeld op natte grond in het westen of op droge grond in het oosten. Nat, zwart roggebrood wordt na heftig kneden bereid door het met suiker stomend te fermenteren. Droog, licht roggebrood wordt gebroken en gemalen met gist in ovens gebakken. Wegens het ontbreken van vaste broodovens in de boerderijen die onder de zeespiegel lagen, was daar de behoefte aan een alternatief voor het zwaar liggende, zwarte roggebrood groot. De grens tussen zwart en licht roggebrood is de grens tussen hoog en laag gelegen Nederland en loopt over Bergen op Zoom, Heusden, Utrecht, Naarden, Zwolle, Groningen en Winschoten. Dit is precies het rijtje dat tot 1945 op katholieke internaten werd geleerd in de 17e eeuwse heilsverwachting dat onze-lieve-heer die protestanten in de lager gelegen delta nog eens mores zou leren.

Nu terug naar figuur 3 en het roggebrood, want daaruit zijn nog twee zaken te leren. De langzame opmars van het witte tarwebrood heeft een aantal oorzaken, waarvan de belangrijkste toch het inkomen is. De jaartallen van na 1835, het moment waarop het gebruik van rogge- en tarwebroden gelijk is geworden, vallen per provincie vrijwel exact samen met het moment dat het aan voedsel bestede deel van het reëel besteedbaar inkomen onder de 50%-grens komt. Dit gebeurt

in het achterland, dat de nationale economie volgt, later dan in de havensteden. Hoe verder daarvan weg des te later; reden onder andere waarom de grote herverdelers van het nationaal inkomen, de overheid, zijn diensten 20 jaar lang heeft proberen te spreiden. Een laatste punt is dat na de Tweede Wereldoorlog het gebruik van tarwe, ten opzichte van roggebrood, in het oosten en zuiden nog wel iets is toegenomen, maar in het westen weer is afgenomen. De reden daarvoor is dat de consument toch bewuster gaat eten: meer bruin tarwe- en roggebrood, minder wit tarwebrood.

Zuivel

Niet alleen brood, ook kaas en yoghurt hebben een zeer lange voorgeschiedenis. Algemeen wordt nu aangenomen dat de mens eerst veeteler werd, toen landbouwer. Zijn groeiende veestapel dwong hem de akkers met wild gewas te omheinen. Een overweging voor die stelling is dat nomade- en steppevolken yoghurt als drank in droge vorm als trekstiller kennen (bijvoorbeeld als 'yo-gurut' in Turkije, 8e eeuw). Een andere overweging is dat dé sage hoe een bedouïnenstam vaste verblijfplaats koos, herhaaldelijk van aangezuurde, houdbare melk spreekt (bijvoorbeeld Genesis 8:8 en Deuteronomium 32:14). Een derde overweging, tenslotte, is dat het woord voor kaas in alle indo-germaanse talen zulk een grote verwantschap toont. Het staatje hieronder laat dat zien.

Tabel 5. 'Kaas' is algemeen Indo-Germaans.

<i>Ierland</i>	cais	<i>Engeland</i>	cheese
<i>Duitsland</i>	Käse	<i>Nederland</i>	kaas
<i>Spanje</i>	queso	<i>Portugal</i>	quijo
		<i>Indonesië (ex Portugal)</i>	kedjoe
<i>USSR</i>	CblP (syr.)	<i>Polen</i>	sir
<i>India</i>	panir		
<i>Italië</i>	formaggio	<i>Frankrijk</i>	fromage
		maar:	– caillé
			– maître de cais
			– cuiche

Het Hindi kent wel een woord voor kaas, de latere Indische talen niet, doordat de boeddhist de koe niet voor de slacht mag houden en dus niet over kaasstremsel (gewonnen uit kalfsmaag) beschikt. Een voorbeeld hoe religieuze opvattingen de produktie van voedingsmiddelen mede bepalen, ook nu in ons land met zijn vele etnische groepen. In het indo-germaanse taalgebied is alleen 'fromage' van een (veel) latere datum, afgeleid van het Griekse phormos, het Latijnse forma en het vroeg-Franse fromage, hetgeen duidt op het vormgevingsproces van de kaas. Niet langer Huttekäse of cottage cheese, maar snijdbare kazen. Stremsel heet in het Frans overigens caillé en de voorman van de kaasmakers nog steeds

'maitre de cais'. Lees voor de oorsprong hiervan Montailou, de actuele best-seller van Le Roy Ladurie over een kettersdorp aan de voet van de Pyreneeën. In de bovenboerderij, de cabane, in de bergweiden was niet de broodheer maar de 'maitre de cais' de baas. De 'cuiche' komt daar vandaan.

Produkten die trek beteugelen, hebben meer dan de andere voedingsmiddelen een als het ware van de natuur gegeven, gezonde naam. Zuivel: yoghurt is gezond. Groente: sla moet. Fruit: 'an apple a day, keeps the doctor away'. De aanwezigheid van voedingsvezel lijkt daarbij van belang te zijn. Yoghurt is daarbij dé uitzondering, een oude. Het is Oosteuropese en Pyrenee's volksgeloof dat patiënten met darmstoornissen veel yoghurt moeten eten, vooral bij dysenterie. Pasteurs medewerker Metchnikoff maakte van dat volksgeloof een bouwsteen in zijn theorie voor een langer leven (1926). Melkzuur zou de darm schoon houden. Dat zou zo zijn, indien de melkzuurproducerende bacteriën in de yoghurt onze spijsvertering zouden overleven. Dat is in de regel echter niet zo. Metchnikoff is in ieder geval ons eerste voorbeeld voor aanprijzing van een voedingsmiddel, dat geheel wetenschappelijk werd verdedigd.

Yoghurts zijn na de jaren twintig populair geworden, maar de waardering voor yoghurts van verschillende samenstelling loopt zeer uiteen. Over de optimale zuurgraad, de mate van gewenste vloeibaarheid (dun of dik) en de mate waarin het produkt staat of plakt (wat niet hetzelfde is als dik vloeibaar zijn), wordt sterk uiteenlopend geoordeeld. De meest in het oog lopende wetmatigheid voor het gebruik van yoghurt is echter dat de gewoonte om melk aan te zuren (tot yoghurt) onmiskenbaar duidelijk toeneemt als men in ons land van zuid naar noord gaat (figuur 4).

GEBRUIK VAN YOGHURT(≡) EN MELK(□) PER
PERSOON PER DAG

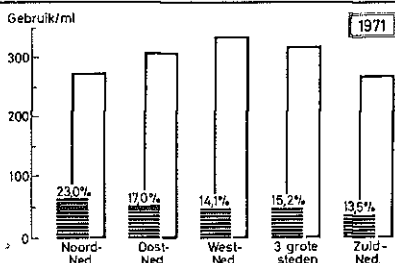


Fig. 4

Daar de vorm waarin yoghurt wordt gebruikt, landelijk niet zoveel verschilt (het wordt meestal met vruchten of zo gegeten) en daar men wel kritisch is over zijn consistentie (zoals gezegd is er veel verschil in de beoordelingscriteria), is de mening dat het toegenomen yoghurtgebruik sterk heeft aangesloten bij bestaande, traditionele gewoonten om melk houdbaar te maken.

'Boter van koemelk' was vroeger het hoogst gewaardeerde broodsmee'sel, maar

ook het duurste. Ze werd dan ook eigenlijk slechts op het platteland door rijke boeren en gegoede burgerij dagelijks gebruikt.

Nadat in 1879 de centrifuge was uitgevonden, verscheen de 'fabrieksboter'. De boeren gingen steeds meer de melk aan de zuivelfabriek leveren en de melkrijder nam een Keulse pot mee, die de boer een paar dagen later gevuld terug kreeg tegen gereduceerde prijs. Voor de houdbaarheid werd een diep gat gemaakt in de boter, waarin sterke pekkel werd gegoten en het geheel werd op een koele plaats bewaard.

Vet en olie

Het merendeel van de bevolking moest zich (evenwel) tevreden stellen met slachtvetten, ook als broodsmee: rundvet en de meest gangbare varkensvetten, reuzel en spekvet. De armen gebruikten wel olie (raap, koolraap), die soms spaarzaam met een kwastje op brood werd gestreken. De armsten aten droog brood; tegenwoordig doet men het ook om te vermageren en noemt dat 'brooddieet'!

Er is evenwel geen produkt zo nauw verbonden met de industriële ontwikkeling en het moderne voedselpatroon, als margarine. Net als boter, werd het aanvankelijk los verkocht uit houten vaten, maar aan het eind van de 19e eeuw verschijnt margarine in kleine pakjes.

Het gebruik van margarine begint eigenlijk pas in het begin van deze eeuw aarzelend op gang te komen. In die tijd heeft eerder de vervanging door margarine van rund- en varkensvet plaatsgevonden dan van roomboter. De snelle groei van het gebruik van margarine na de Tweede Wereldoorlog blijkt uit figuur 5.

Zuivelprodukten zijn evenwel niet, zoals wél in andere eetculturen, de drager geworden van produkten voor smaak- en trekbevrediging. Denk aan yoghurt – komkommer – olijfolie en knoflook in het Nabije Oosten en het Middellandse-zeegebied, zure room – rauw vlees (later haring) en dille in de Hongaars-Finse keuken en 'bitochki', Russische gehaktballen met zure roomsaus, nog steeds geliefd bij Russische emigranten in Parijs.

VETVERBRUK IN NEDERLAND

kg per persoon per jaar

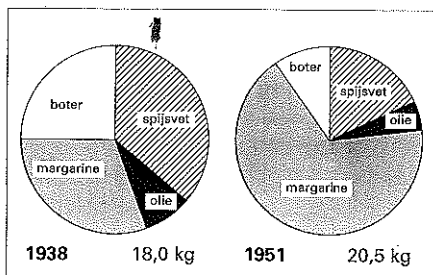


Fig. 5

Dé dragers voor smaak- en trekbevrediging bij ons werden vet en olie, zoals de twee onderzoekers McDonald ook vonden. Natuurlijk heeft in onze voedingsgeschiedenis reuzel op roggebrood en spekvet bij aardappelen een rol gespeeld als leverancier van calorieën, maar dat verhaal is snel verteld en snel verleden tijd.

Om in te zien hoe vet en olie zowel bijdroegen om voeding smakelijk en smedig (mastificeerbaar) te maken, moet men teruggaan naar de methoden waarmee voor 1920 (het jaar van de introductie in ons land van de weckfles door de Oostenrijkse fabrikant Weck) voedingsmiddelen houdbaar werden gemaakt. Basisvoedingsmiddelen zijn meestal eenvoudig vrij lang te bewaren. De trekbestrijders zijn bederfelijk. Bij het houdbaar maken daarvan komt de rol van de smaakbevredigers eerst goed naar voren.

In figuur 6 is een en ander in beeld gebracht. Vis en vlees en groenten werden langs de kust, in het traditionele Friese land, geconserveerd door een combinatie van drogen en roken, soms door inzouten. In het oosten werd ingezouten, met zout gewonnen niet uit de zee (zoals bijvoorbeeld in Engeland) maar uit het veen, maar vleesproducten werden rokend gedroogd (en sterk gekruid), groenten vrijwel niet gegeten. Het door een Saksische cultuur sterk beïnvloede Groningen toont een afwijkende gewoonte: houdbaar maken met azijn of desnoods met karnemelk (de gewoonte om vis voor het braden door de melk te halen). Bovendien is stroopvet op basis van reuzel een manier om langer met de appelen en peren te doen. Een overeenkomstige afwijking toont onze

CONSERVEREN EN SLAANMAKEN (VÓÓR 1920)

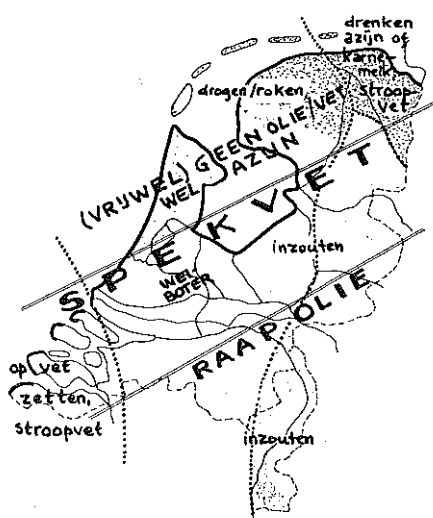


Fig. 6

HET NATIONALE SMAAKPROFIEL

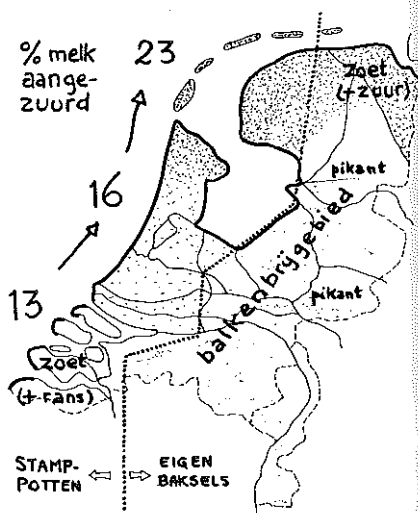


Fig. 7

% VAN DE CONSUMENTEN DAT EEN PRODUKT MINSTENS 1x PER WEEK EET

Holland/Utrecht vs. "rest"

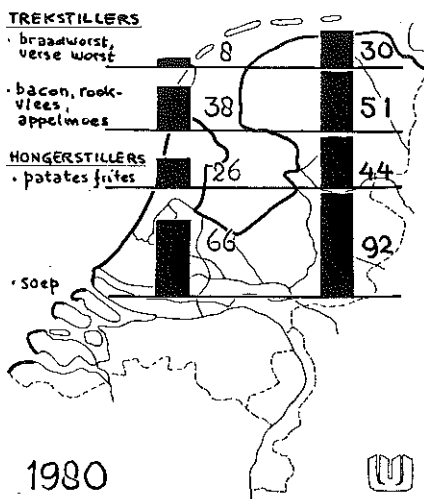


Fig. 8 1980

andere landbouwschuur, namelijk Zeeland. Stroopvet op basis van spekvet en conserveren door onder vet te zetten.

Vult men deze gegevens nu aan met het gebruik van olie en vet bij het aanmaken van sla, de enige groente die vrij regelmatig werd gegeten, dan komt een blauwdruk van onze nationale smaakverschillen naar voren. Langs ZW-NO lijnen zijn drie gebieden te onderscheiden: één waar sla werd aangemaakt met spekvet (met de bijbehorende gewoonte om kaantjes of in vet hard gebakken blokjes brood in de sla te mengen), één waar sla met olie of vet werd aangemaakt en één waar geen olie noch vet werd gebruikt, maar wel een beetje azijn en suiker. Groningen verbouwde geen sla.

Hoe vertaalt zich dit in een nationaal smaakprofiel (figuur 7)?

Holland en Friesland prefereren, naarmate men meer noordelijk komt, een zure noot. Zeeland is zoet, heeft geen enkele traditie voor zuur, maar wel enigszins voor ransigheid. Groningen is een solide combinatie van zoet (vanwege het stroopvet) en zuur (vanwege de gebezigde conserveringstechnieken) gewend. Overig Nederland is opgegroeid met een smaak voor zout en gerookte en gekruide vleesprodukten, die meer geprononceerd naar voren komt in die streken waar spekvet voor het aanmaken van voedsel werd gebruikt dan waar dit met raap- en koolzaadolie gebeurde (moest gebeuren). Noordelijk Overijssel en de Gelderse Achterhoek aten pikant.

De grens tussen het hoog- en het laaggelegen Nederland, waar ik eerder over

sprak, is ook de grens tussen een traditie van eigen baksels en balkenbrij (ten oosten) en een traditie van stamppotten (ten westen). Voor balkenbrij mengt men boekweitmeel, kaantjes, krenten, rozijnen en slachtresten tot een worst, die in het rookkanaal van de oven wordt gehangen. Het komt voor waar individuele broodovens bestaan en het jaar door slachtresten zijn, dat wil zeggen ten oosten van de genoemde grens, in veeteeltgebieden. Dus niet noordelijker dan de Overijsselse Vecht; daar beginnen de hei, het ven en de Groningse klei: bij uitstek geschikt voor landbouw. Balkenbrij heeft eenzelfde functie als sausen: ze combineren talentvol het bevredigen van tegelijkertijd de trek en de smaak en lenen zich daardoor tot het maken van maaltijden met een gering aantal basiscomponenten. Vandaar dat sauzen in industrieel voorbereide maaltijden zo een belangrijke rol hebben.

Is dat alles geschiedenis en van gering actueel belang? Zeker niet. Ik laat u van een aantal produktsoorten zien welk percentage van de huishoudens deze nu minstens eenmaal per week eten, respectievelijk in Holland plus Utrecht en in de rest van het land (figuur 8).

Er zijn nog steeds zeer grote, lokale verschillen in voedingsgewoonten, ondanks de grootschalige landbouw, de intensieve veeteelt, de urbanisatie en de massale distributie van industrieel bereid voedsel. Zij komen vooral voort uit ecologische en sociaal-historische verschillen (zoals inkomen en afstand tot de markt), tradities vestigend die niet in één generatie verdwijnen.

Slot

Terug naar Research Guidance nu: wat leren wij van deze gegevens voor ons R&D-programma?

Een aantal gerechten wordt maar in een beperkt gebied gegeten, mede veroorzaakt doordat zij ambachtelijk gemaakt worden en niet zo houdbaar zijn dat distributie op enige schaal mogelijk is. Je kunt natuurlijk proberen of zulke gerechten ook landelijk aanslaan en er dan een fabrieksmatig bereide versie van ontwikkelen. Tenslotte zijn pasta en pizza ook de wereld overgegaan.

Lukt dat niet, dan is het zeker de moeite waard om te proberen de wat algemenere eigenschappen van zulke gerechten (de smaakrichting bijvoorbeeld) in verwante produkten toe te passen:

- waarom zou de in Noord-Overijssel en Drente gebruikte slasaus van karnemelk, vet en mager rookspek niet model kunnen staan voor een nationale saus?
- en wat maakt biestepap zo bijzonder?

Behalve de sterk lokale gerechten zijn er een aantal die over het gehele land verspreid voorkomen, maar dan in steeds gewijzigde vorm. Voorbeelden:

- stroopvet bestaat in Groningen uit stroop + reuzel,
- in Zeeland uit stroop + spekvet.

Aan zulke lokale voorkeuren hebben wij in onze produktreeksen tot nu toe weinig

aandacht geschonken. Het vereist dat de fabricage van eenzelfde basisprodukt aan de lokale voorkeur – wat betreft smaak, textuur en uiterlijk – kan worden aangepast. De hiervoor nodige flexibele fabricage- en distributiemethoden ontbraken ons tot voor kort, maar zijn nu door verdergaande computerisering binnen ons bereik gekomen. Zo kan de voorkeur voor sterker gerooste koffie in het oosten van het land zijn pendant vinden in een wat geprononceerder rooksmak in de erwtensoep of een wat gewijzigde smaakrichting in onze keukenmargarine aldaar.

Bekijk je zulke verschillen in voedingsgewoonten op wat grotere schaal, zeg Europa, dan blijken verschillen in voedingsgewoonten met grote verschillen in gebruiksgewoonten gepaard te gaan:

- voor het voorbereiden van vlees wordt in Zuid-Europa veel olie gebruikt,
- meer naar het noorden een mengsel van olie en boter dan wel margarine,
- nog verder naar het noorden uitsluitend keukenmargarine (of vet).

Fondue bourguignonne is een voorbeeld van een in olie gebraden vleesgerecht dat zijn weg naar het noorden heeft gevonden. De omgekeerde richting wordt gevolgd bij de ontwikkeling van margarines, mede gebaseerd op olijfolie.

Het ontwikkelen van producten zonder kennis van lokale voedings- en gebruiksgewoonten is tot mislukking gedoemd. Het vergaren van die kennis en het aanpassen van producten doen wij in samenwerking met onze lokaal gevestigde bedrijven, die wat dichterbij de bron zitten. Dit speelt vooral voor de minder ontwikkelde landen, waar het verkrijgen van zulk een inzicht vaak aanzienlijk moeilijker is dan in onze gestroomlijnde Westerse samenlevingen.

Mijne broodheren en deegdames, wellicht was het een wat overvloedige appetizer. Ik dank u dan extra voor uw aandacht.

De Akropolis

De huidige restauratiecampagne: dweilen met de kraan open

H.-J. Sprokholt

archeoloog Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek

Na de eerste waarschuwingen in de jaren 40 drong langzaam het besef door dat alleen een nieuwe grootscheepse reddingsactie de monumenten van de definitieve ondergang zou kunnen redden. De campagne die in 1975 van start ging, zal dan ook voorlopig niet zijn afgerond.

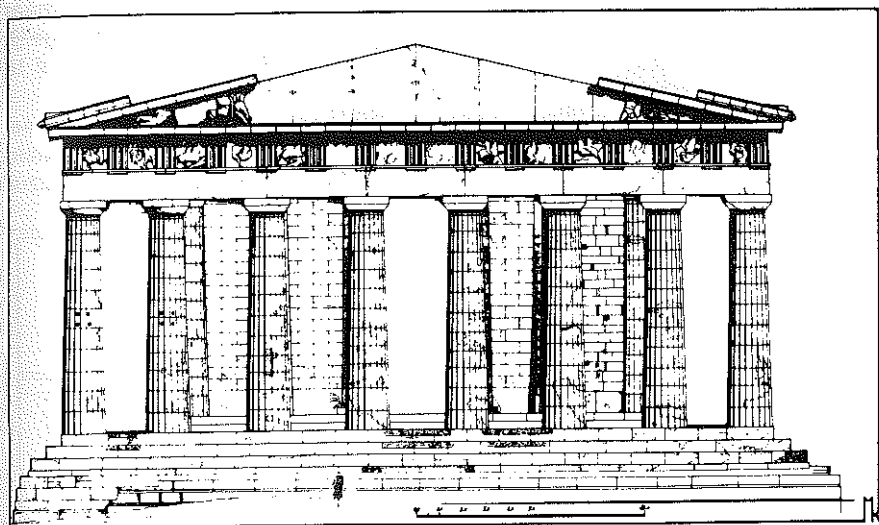
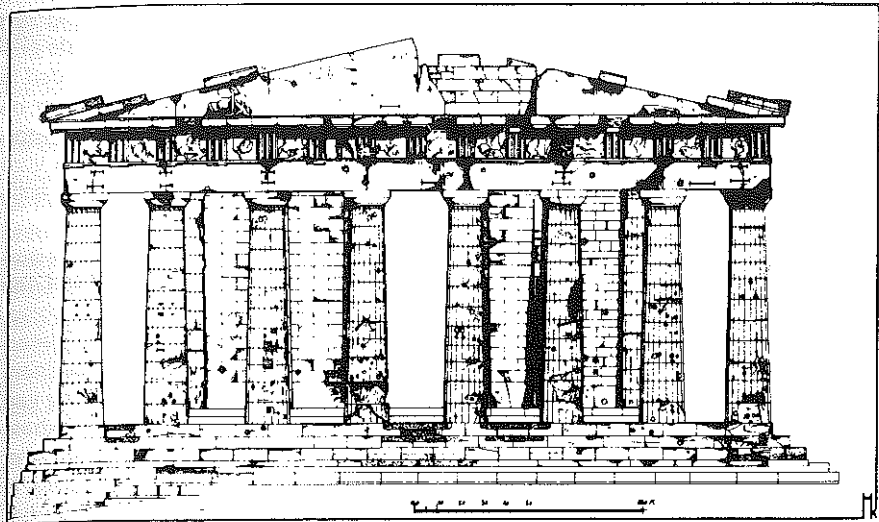
Het verschil met reddingsoperaties elders is gelegen in de omvang van de werkzaamheden en de internationale vermaardheid van de monumenten, maar vooral in de uiterst complexe problematiek en de omzichtige en in een aantal opzichten vrij ongebruikelijke aanpak, waarbij men niets aan het toeval wil overlaten.

Organisatie en werkwijze

Sinds de monumenten tot ruïnes vervallen zijn, zijn ze bij gebrek aan constructieve samenhang meer dan daarvoor gevoelig geworden voor seismische bewegingen en invloeden van buitenaf. De belangrijkste oorzaak van aantasting is dan ook gelegen in de mate waarin verzuurde regen en vervuilde lucht vrij spel hebben en tot diep in de constructies kunnen binnendringen. Het tempo van het verval in de laatste decennia is onrustbarend. Met name de her en der verspreid liggende brokstukken op de Akropolis hebben veel te lijden van de toeristen en van de weersinvloeden. De monumenten zelf heeft men in 1975 tot verboden terrein moeten verklaren, enerzijds om de toeristen voor vallend puin te behoeden, anderzijds om de bouwresten tegen de nog steeds groeiende stroom bezoekers te beschermen. Nog dit jaar zullen de monumenten trouwens beter dan tot nu toe het geval was, worden afgeschermd met een afrastering waar men niet meer zo makkelijk overheen kan stappen of onderdoor kruipen. Het is ontsierend, maar het publiek maakt het er dan ook naar: bij het sinds kort weer bereikbare Erechtheion is de eerste graffiti alweer waargenomen.

Een andere oorzaak van veel schade is gelegen in de neveneffecten van ingrepen van vorige restauratoren: verkeerd materiaalgebruik en vooral de drang tot completeren en reconstrueren hebben de monumenten meer kwaad dan goed gedaan.

Bij de start in 1975 zag men zich geplaagd voor een geweldige complexiteit van



Westgevel van het Parthenon.

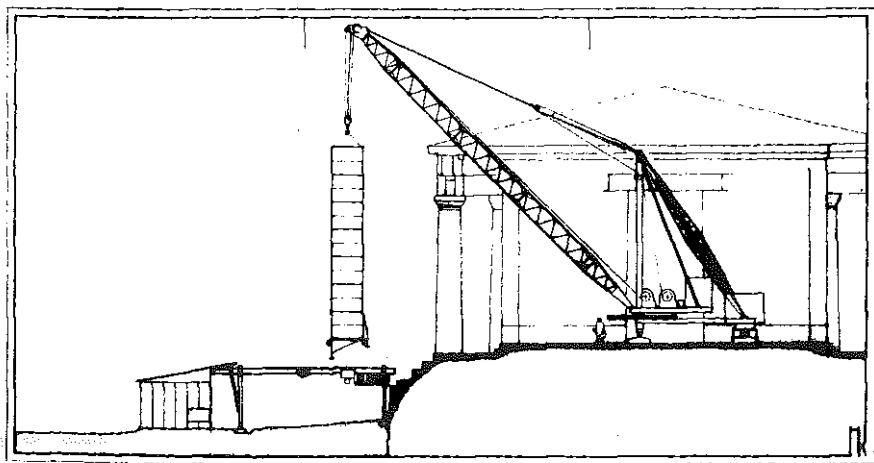
Boven: huidige toestand. Onder: mogelijk uiterlijk na afloop van de restauratie.

problemen. Vooral het ontbreken van enige documentatie van vorige restauraties werd als een groot gemis ervaren, omdat daardoor geen enkele basis aanwezig was voor het nemen van verantwoorde beslissingen. Van veel bouwele-

menten was niet bekend wanneer en hoe ze ooit behandeld waren. Men zag zich daarom genooddaakt eerst per monument de situatie in kaart te brengen, de problemen te inventariseren en het plichtsverzuim van vorige restauratoren goed te maken door in een centraal archief alle nog te achterhalen informatie over de bouw- en restauratiegeschiedenis te verzamelen. Pas na afronding van dit vooronderzoek, rapportage van de gegevens en bespreking van suggesties voor restauratie op een internationale meeting van specialisten, gaat men tot actie over.

Deze benadering vraagt om de inzet van een groot aantal specialisten. De omvang en het interdisciplinaire karakter van de operatie vereisen op hun beurt een degelijke organisatie. Boven de tot op zekere hoogte op zichzelf staande projecten per monument staat een commissie van toezicht (Committee for the Preservation of the Acropolis Monuments) ter bepaling van de algemene beleidslijnen. In het kort komen die neer op stopzetting van de aantasting en bevordering van de conditie van de monumenten. Daarbij wil men de visuele aantrekkelijkheid verhogen, rekening houdend met maximale authenticiteit en reversibiliteit, wat wil zeggen dat men nieuw materiaal alleen gebruikt wanneer dat onvermijdelijk is en dat elke ingreep in de toekomst weer ongedaan moet kunnen worden gemaakt. Nieuw materiaal wordt pas gebruikt als dat nodig is voor bijvoorbeeld de stabiliteit van het geheel en dan bij voorkeur nog zo dat oud en nieuw materiaal duidelijk, maar niet storend, van elkaar verschillen. Verder streeft men ernaar gedurende de werkzaamheden het zicht op de monumenten zo weinig mogelijk weg te nemen, en het aanzicht van de monumenten uiteindelijk niet al te ingrijpend te veranderen.

Bij de werkzaamheden maakt men gebruik van zowel modern als conventioneel gereedschap, maar er is een duidelijke voorkeur voor eenvoudige, doeltreffende middelen: een goed voorbeeld daarvan is de wijze waarop men de noordoostzuil



Schematische voorstelling van de kraan in het Parthenon.

van het Parthenon wilde verplaatsen toen men nog niet de beschikking had over een grote kraan. De top van de zuil en de hoekconstructie waren na een recente aardbeving namelijk enkele centimeters naar buiten gekomen, waarop men de hoek tot op de abacus, de bovenzijde van het kapiteel, ontmantelde. Het lag in de bedoeling de zuil aan de basis te omringen met een stalen band, vervolgens enkele centimeters op te vijzelen en op rails te zetten en rechtstandig de cella in te rijden om vervolgens de vrijgekomen fundering te onderzoeken. Deze actie werd echter overbodig door het resultaat van een nog eenvoudiger proef: na ontmanteling van de noordoosthoek was de hoekzuil volledig vrij komen te staan en door er met de hand zachtjes tegen te duwen kon men de stabiliteit van de structuur testen. Nauwkeurige meetapparatuur gaf aan dat die in orde was en inmiddels is de noordoosthoek weer volledig hersteld.

Inmiddels beschikt men in het Parthenon over een kraan van een speciaal type die staat opgesteld in de cella. Het gaat om een zogenaamde Derrick, een kraan



De kraan in gebruik bij de bres in de zuidzijde.



Detailtekening van de schade aan het oppervlak van vier zuiltrommels. Met name de kogelgaten (van de Vrijheidsoorlog?) zijn goed te herkennen.

die met name in de mijnbouw nog veelvuldig dienst doet. Hij is speciaal ontworpen voor het Parthenon en gebouwd door een Franse firma en staat op een speciale fundering van lagen zand, polystyreen en beton op de cellavloer van het Parthenon. De kraan is trager dan de meeste moderne bouwkranen, maar wel veel nauwkeuriger. De betrekkelijke traagheid neemt men graag op de koop toe: de totale duur van de campagne zal door de snelheid van de kraan heus niet verlengd worden. Wanneer de kraan niet gebruikt wordt, steekt hij een klein stukje door de bres in de zuidzijde naar buiten en is dan vrijwel niet waarneembaar, zodat alleen op de korte momenten dat er met de kraan gewerkt wordt, het zicht op de tempel wordt ontsierd.

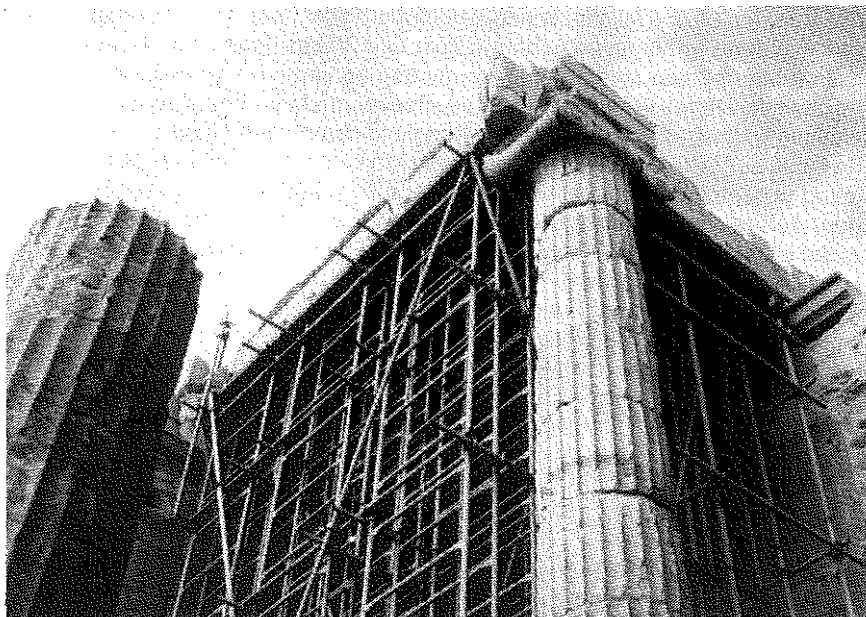
Bij de restauratie van het Erechtheion had men de gehele tempel ingepakt in een gigantische steigerconstructie en een portaalkraan, zodat enige jaren niets van de tempel te zien was. Dat wil men bij het Parthenon voorkomen. Bij de Propylaeën en de Nikètempel zal een kraan op werkplaats ontbreken: plaatsgebrek maakt dat onveilig en onhandig en men zal dus werken zoals men dat in de oudheid gedaan heeft: vanaf steigers en met eenvoudige hulpmiddelen.

Het vooronderzoek

De aanpak van de campagne verschilt in veel opzichten van wat in de restauratiewereld gebruikelijk is. Dat geldt voor de algemene beleidslijnen, de multidisciplinaire benadering, de minutieuze documentatie, maar vooral voor het uitgebreide onderzoek dat voorafgaand aan de werkzaamheden wordt uitgevoerd.

Dat laatste is vanuit restauratietechnisch oogpunt daarom zo bijzonder, omdat bouwkundig en ander technisch onderzoek doorgaans plaats vindt in de loop van restauratiewerkzaamheden en zelden een vooropgezet plan volgt: men handelt naar bevind van zaken en restauratieplannen worden dan ook meermalen bijgesteld op grond van onverwachte vondsten die een nieuw licht werpen op de bouwgeschiedenis of de conditie van de constructie. Het vooronderzoek sluit tegenvallers en onverwachte vondsten weliswaar niet uit, maar wel hebben alle betrokkenen van te voren een goed beeld van de situatie en van de aard van de werkzaamheden die hen te wachten staan. Dat maakt een gericht beleid en snelle besluitvorming mogelijk.

Het onderzoek is erop gericht alle informatie die voor de campagne van belang kan zijn te verzamelen. Daartoe behoort al het materiaal dat iets vertelt over de bouw- en restauratiegeschiedenis en over de postantieke bouwwerken die ongedocumenteerd gesloopt werden. In dit kader verzamelt en inventariseert men ook de laatste bouwfragmenten die nog altijd overal verspreid liggen. Ook de conditie van het materiaal en de constructie wordt onderzocht middels gedetailleerde tekeningen, (trigonometrische) opmetingen, (lucht)fotografische en fotogrammetrische campagnes, ultrasonore en gammafotografische metingen (naar inwendig ijzer en verborgen breuken), statische analyse en fysisch, chemisch en biologisch onderzoek vastgelegd. Veel van dat onderzoek vindt vanzelfsprekend plaats in laboratoria, maar onlangs is besloten dat twee chemici permanent op de site van het Parthenon aanwezig zullen zijn om het overleg tussen de



Het gereconstrueerde plafond van de Propylaeën in de steigers.

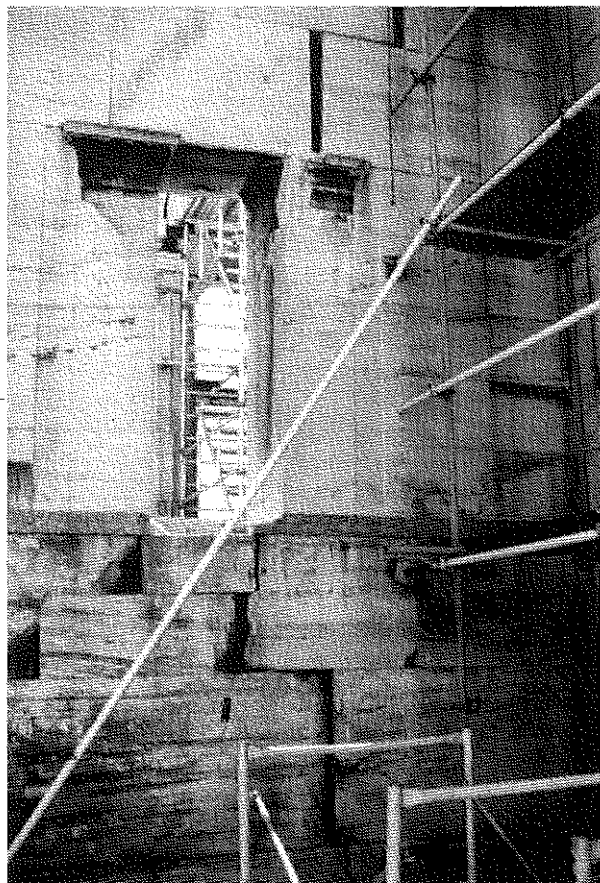
werkplaats en de laboratoria te verbeteren en om kleine problemen sneller te kunnen oplossen. Na afronding van dit vooronderzoek en publicatie van de bevindingen, verdwijnen ook deze onderzoeksresultaten in het archief zoals alles wat de campagne voortbrengt in beeld en geschrift. Tenslotte is het vooronderzoek ook van belang voor onze kennis van de antieke architectuur. Grondige en complete studies zijn soms meer dan honderd jaar oud en door de grote hoeveelheid nieuwe gegevens zijn veel oude theorieën aan vervanging toe.

In 1975 werd gestart met het vooronderzoek van het Erechtheion (onder leiding van de architect Papanikolaou), omdat de problemen daar uiterst nijpend en complex waren. In 1977 werden de onderzoeksresultaten gepubliceerd en door specialisten uit vele landen besproken. Inmiddels zijn de werkzaamheden vrijwel afgerond en eind 1988 werd het monument officieel weer voor het publiek opengesteld.

In 1977 werd een begin gemaakt met het vooronderzoek naar het Parthenon (onder leiding van Korres en Bouras). Na goedkeuring van het rapport in 1983 werd hier een eerste begin gemaakt met de restauratie (onder leiding van Toganiadis en Zabas). Onverwachte situaties hebben geleid tot tussentijdse rapportages en besprekingen. Dit voorjaar nog werd een aantal specifieke problemen waarvoor men is komen te staan, aan de orde gesteld, o.a. met betrekking tot het maken van afgietsels en het behoud van de gevonden apsisresten van de vroeg-christelijke basilica.

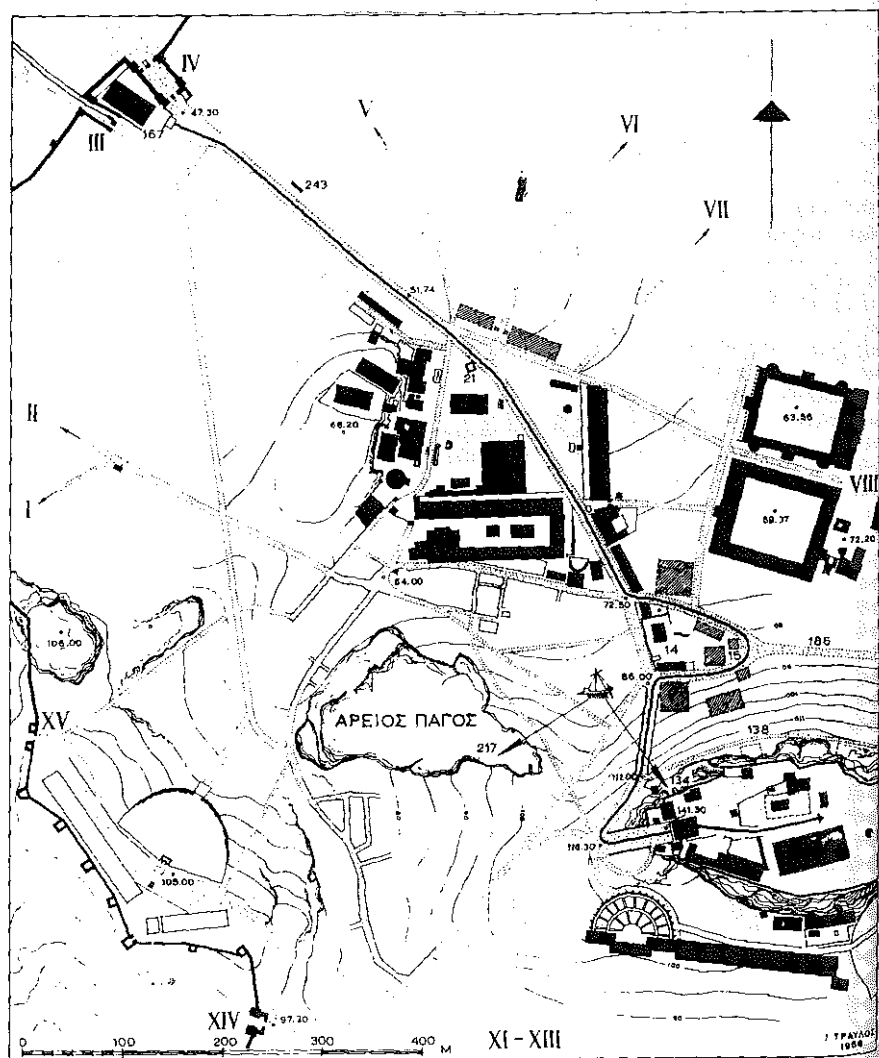
Hoe lang de werkzaamheden aan het Parthenon nog gaan duren en wat de kosten zullen zijn, durft niemand bij benadering aan te geven: in elk geval wordt de

veel te optimistische planning van tien jaar ruimschoots overschreden [1]. Het zal dus nog wel even duren voor we de resultaten kunnen bewonderen. Het vooronderzoek naar de Athena Nikètempel (onder leiding van Ziro) is nog in volle gang. Met name in het geval van deze tempel is grondig vooronderzoek en nauwkeurige documentatie van de huidige toestand van groot belang. Alles wordt getekend op een schaal van 1:10, omdat de enige complete publicatie over deze tempel nog dateert van 1839 [2] en er bij de reconstructie in de vorige eeuw en de jaren 40 van deze eeuw fouten zijn gemaakt. De aantasting is hier zo erg dat het nog maar de vraag is of men het gebouwtje kan demonteren zonder schade aan te richten. Een van de belangrijkste bevindingen van het vooronderzoek tot nog toe is dat het bouwwerk niet meer waterpas staat. Het rapport over de Propylaeën (van Tanoulas) is afgerond en afgelopen



Interieur van de Pinakothek, naar het zuiden, met scheur in de zuidelijke muur ten gevolge van de kruitexplosie.

voorjaar besproken. De werkplaats is al ingericht en het nodige materiaal verzameld. Vast staat dat het in het begin van deze eeuw gereconstrueerde deel van het plafond gedemonteerd moet worden. Het staat al jaren in de steigers



Route van de Panatheneïsche processie.

Bij III en IV (opgegraven en te bezichtigen stadspoorten in de Kerameikos) kwam de stoet vanuit Eleusis de stad binnen; 167 is het Pompeion waar de stoet opnieuw geformeerd werd. Over de Agora ging men dan naar de Akropolis, naar de Parthenostempel.

omdat het op instorten staat. Ook hier is het gebruik van ijzer en gewapend beton weer ruïneus gebleken en ook hier blijken veel stukken aan elkaar gezet te zijn die niet aan elkaar horen [3]. Men zal trachten die bijgehakte stukken alsnog te identificeren. Samen met andere gevonden fragmenten en aanvullingen in nieuw marmer verwacht men meer van de plafonds te kunnen reconstrueren dan thans het geval is. Schade aan dit monument is behalve door atmosferische vervuiling [4] natuurlijk vooral veroorzaakt door de explosie die daar heeft plaats gehad en de Pinakothek vertoont dan ook geweldige scheuren in de wanden alsof de westelijke helft van het bouwwerk op het punt staat van de Akropolis te storten. Zij moeten gedicht worden om te voorkomen dat zure regen en vervuilde lucht het muurwerk van binnenuit aantasten. Men weet nog niet hoe men dit aan moet gaan pakken, omdat in de jaren 50 een betonnen vloer in de Pinakothek werd aangebracht. Men vreest die vloer niet te kunnen verwijderen zonder het monument schade te berokkenen.

Behalve de bekende monumenten komen ook andere zaken aan de orde zoals de conditie van oppervlak en wanden van de rots zelf, de Akropolismuur en de talloze kleinere Akropolismonumenten. De rots zal waar nodig worden verstevigd en de resten van de overige kleinere monumenten zal men sorteren en documenteren en opstellen op de plaatsen waar de monumenten gestaan hebben, dit alles om beschadiging ervan te beperken en het overzicht voor de bezoeker te verbeteren.

Daarnaast wordt gewerkt aan een wandelroute langs de vier grote monumenten, waardoor eindelijk ook de noord- en westzijde van het Erechtheion weer van nabij te bezichtigen zullen zijn. Er zijn ook oude routes die men wil herstellen, de 'peripatos', een pad uit de oudheid rond de Akropolis en de 'Panatheneïsche weg', een antieke processieweg die van de westzijde van de Akropolis over de Agora in de richting van de Kerameikos, de pottenbakkerswijk, de stad uit liep naar Eleusis.

De uitgebreide vooronderzoeken hebben in menig opzicht tot nieuwe inzichten geleid en vormen een belangrijke aanvulling op onze kennis van de antieke bouwkunst. Zo is bijvoorbeeld veel bekend geworden over de mate waarin klassieke tempels bestand zijn geweest tegen seismische bewegingen door modellen op schoktafels te testen. Ook op andere punten is nieuwe kennis verworven. Zo heeft men talloze sporen teruggevonden die gedetailleerde informatie verschaffen over het materiaaltransport gedurende de bouw. Dankzij de vondst van fragmenten van de oostelijke frontonsculptuur en metopen werkt Mantis (conservator van het Akropolis Museum), aan een nieuwe reconstructie [5]. Op basis van middeleeuwse graffiti, bouwsporen en oude afbeeldingen wist Tanoulas het latere uiterlijk van de Propylaeën te reconstrueren [6].

Ook wordt door het vooronderzoek in volle omvang duidelijk hoe grof in voorgaande campagnes met het beschikbare materiaal is omgesprongen: nog in 1953 wilde men de laatste resten van de vroeg-christelijke torentrap in het Parthenon slopen. Archiefonderzoek wees uit dat men in de vorige eeuw het in de ogen van die tijd onbruikbare puin verkocht om de Akropolis op te ruimen en de restauratiewerkzaamheden te bekostigen. Een aantal gebouwen in de Griekse

hoofdstad is ermee gefundeerd en onderzoek leerde dat daar nog veel bruikbaar materiaal bij zit. Een poging om van verbouwingswerkzaamheden aan het Parlementsgebouw [7] gebruik te maken en iets van dat kostbare materiaal terug te winnen, mislukte door gebrek aan medewerking. Elders in de stad had men meer succes en veel materiaal bleek herkenbaar te zijn en kon aan diverse bouwwerken worden toegeschreven. Hoe onverantwoord men in het verleden te werk is gegaan, bleek trouwens ook al uit het feit dat veel materiaal van de zuidzijde van het Parthenon, is verwerkt in de noordzijde om daar de bres te dichten en dat men er zelfs niet voor terugdeinsde om voor dat doel oorspronkelijk materiaal bij te hakken en passend te maken. Maar niet alleen door bouwlust zijn fouten gemaakt, ook door een gebrek aan kennis van zaken zijn veel zuiltrommels en andere bouwelementen verkeerd geplaatst. De finesses van de curvatuur en andere verfijningen maken het onmogelijk trommels onderling te verwisselen of een kwartslag te draaien. Bij het Erechtheion heeft men soortgelijke fouten moeten corrigeren en de Nikètempel zal mede om die reden zelfs helemaal gedemonteerd moeten worden.

In archeologisch onderzoek is in het vooronderzoek niet voorzien. Het kan echter zijn dat bij het funderingsonderzoek van het Parthenon alsnog waarnemingen zullen worden gedaan. Een dergelijk onbedoeld min of meer archeologisch onderzoek is bijvoorbeeld ingesteld achter de Propylaeën: een Romeinse cisterne die men in de vorige eeuw tevergeefs heeft trachten te slopen werd leeg gegraven, omdat men de vulling ervan niet vertrouwdde als ondergrond voor de in te richten restauratiewerkplaats. De cisterne bleek na de mislukte slooppoging gevuld te zijn met 'onbruikbaar' Akropolispuin, waaruit nog aardig wat definieerbare resten konden worden gehaald.

De werkzaamheden

De algemene gang van zaken is dat men na afronding van het vooronderzoek en andere voorbereidende werkzaamheden het aangetaste oorspronkelijke materiaal repareert of - in het uiterste geval - vervangt. Ontbrekende of incomplete delen die voor de stabiliteit van het geheel onmisbaar zijn, worden aangevuld in nieuw marmer. Omdat identiek Pentelisch marmer uit de gesloten antieke groeve niet meer verkrijgbaar is, verwerkt men een vergelijkbare kwaliteit uit een naburige groeve die enigszins harder en grijszer van tint is.

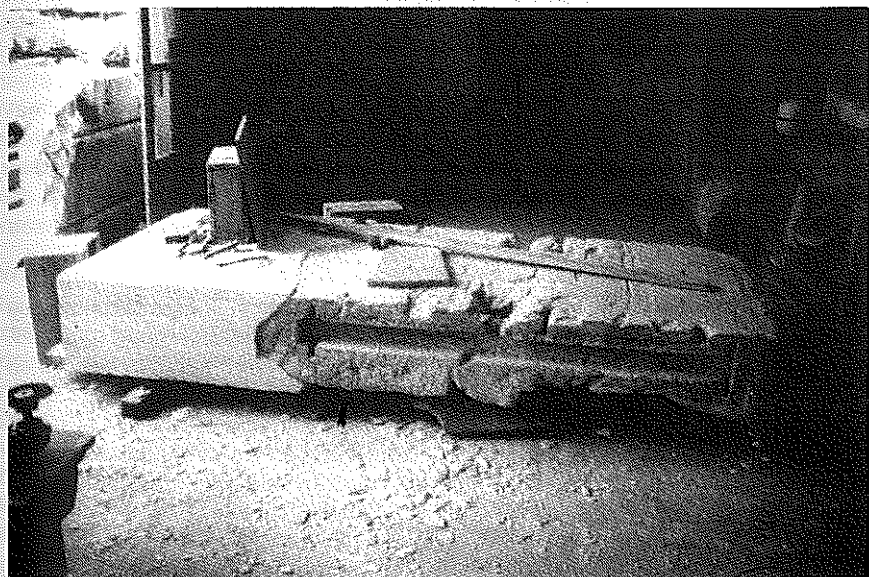
Van de kwetsbaarste en zwaarst aangetaste onderdelen, vooral de sculptuur, worden zonodig afgietsels geplaatst. Men gebruikt een speciale witte mortel die volgens een zeer zorgvuldig procédé gegoten wordt zodat er geen luchtbelletjes ontstaan. Op deze wijze zijn bij het Erechtheion de Kariatiden vervangen, maar ook een door Lord Elgin meegenomen hoekzuil van de oostgevel is, na bijna twee eeuwen, weer herplaatst. Van de zes aangetaste originele Kariatiden staat het door Lord Elgin meegenomen exemplaar in het British Museum en de vijf andere in het Akropolis Museum. Wie een oude foto of tekening bij de hand heeft, kan met eigen ogen constateren hoe desastreus enkele decennia ernstige luchtvervuiling zijn geweest. Veel sculptuur van het Parthenon zal

waarschijnlijk dezelfde weg volgen en dat is één van de redenen dat men daar nu al een forse vertraging heeft opgelopen en de streefdatum van 1993 bij lange na niet kan halen.

Alle schadelijke materialen, in hoofdzaak oxyderend ijzer, zullen worden verwijderd en vervangen door verbindingen van titanium. Titanium heeft fysische eigenschappen die vergelijkbaar zijn met die van staal, maar is veel lichter en vrijwel ongevoelig voor oxydatie. Om de hechtende kracht van de staven te vergroten voorziet men ze van schroefdraad, waarna ze met een speciale specie in diepe boorgaten worden vastgezet. De nog aanwezige antieke ijzeren klampen worden niet vervangen zolang de dikke loden mantel nog intact is.

Van de verzamelde brokstukken weet men, nadat ze op basis van de steen-kwaliteit, bewerkingssporen enz. gesorteerd, geïdentificeerd en nauwkeurig opgemeten zijn, vrij trefzeker de oorspronkelijke positie te bepalen. Losse fragmenten worden met elkaar verbonden door middel van een speciale specie waarvan men het droogproces bewust vertraagt, zodat de hechting sterker wordt. Zonodig wordt de verbinding nog versterkt door middel van titanium staven.

Op deze wijze heeft men bij het Erechtheion veel oorspronkelijk materiaal kunnen herplaatsen en men verwacht voor het Parthenon en in mindere mate ook voor de Propylaeën hetzelfde te kunnen doen. Of er bij de Nikàtempel nog nieuw materiaal kan worden geplaatst, is afhankelijk van wat er nog gevonden gaat worden. Tot nog toe zijn alleen kleine delen van de kroonlijst en het fronton ge-



Zwaar beschadigd stuk marmer met aanvulling in nieuw marmer zodat het weer kan worden herplaatst.

vonden, maar de twee (of mogelijk meer) grote delen waaruit het fronton zelf bestond, zijn nog altijd onvindbaar.

Aanvullingen in nieuw marmer zijn voor de bezoeker herkenbaar door de lichtere kleur en ruwere textuur. Bovendien is elk nieuw ingebracht stuk marmer voorzien van een gegraveerde signatuur, opdat volgende restaurerende generaties het altijd kunnen herkennen. In totaal werken zo'n drie tot vier mensen een maand of drie aan een marmeraanvulling van enig formaat. Veel steenhouwers zijn, net als in de oudheid, afkomstig van het marmerrijke eiland Tinos en velen werken al hun hele leven op de Akropolis.

De problemen die samenhangen met het voorkomen van verdere aantasting in de toekomst zijn veel minder makkelijk op te lossen. Marmer is een erg gevoelige steensoort die snel aangetast wordt door invloeden van buitenaf. Men tracht beschermende coatings te ontwikkelen, maar tot nog toe is op dat terrein geen enkel succes geboekt. Sommige coatings laten weer los en beschadigen daarbij het bewerkte oppervlak, andere blijken na verloop van tijd op een andere manier schadelijk te zijn en het materiaal aan te tasten. Bovendien is de behandeling bijna altijd irreversibel en zijn de effecten op lange termijn onvoorspelbaar. Op dit moment neemt men laboratoriumproeven met een coating die het gips van het aangetaste marmeroppervlak moet omzetten in calciet dat beter hecht aan het marmer zodat waardevolle details behouden blijven.

Soortgelijke problemen heeft men bij de ontwikkeling van schoonmaakmiddelen, bij de bestrijding van de micro-organismen in de cellavloer met anticeptische vloeistoffen en bij de aanpak van het capillaire vocht dat via de fundering optrekt.

Afwegingen

De schade zou al aanzienlijk beperkt worden wanneer men de monumenten volledig zou herstellen of althans zou afdekken: de meest schadelijke invloeden zouden op die manier buiten de deur worden gehouden en bouwkundig zou de constructie zoveel aan soliditeit winnen, dat het een aardbeving veel beter zou doorstaan.

Volgens de werkzame civiel-ingenieurs en architecten is volledige reconstructie van de gebouwen — met name van het Parthenon — technisch goed haalbaar. Vooral de technici, die met andere ogen naar dit werk kijken dan kusthistorici en archeologen, zijn voorstanders van reconstructie van de daken, vanwege de al genoemde bouwkundige en klimatologische voordelen. De commissie van toezicht heeft echter begrijpelijke bezwaren: het uiterlijk van de Akropolis zou in extreme mate veranderen en door reconstructie van het dak zou er teveel ontbrekend materiaal door nieuw vervangen moeten worden.

Het authenticiteitsprincipe is echter van meerdere kanten te benaderen: enerzijds kan men reconstrueren voor zover het voor handen zijnde oorspronkelijke materiaal dat toelaat, zondig versterkt met moderne middelen omwille van de bouwkundige soliditeit. Anderzijds kan men het oorspronkelijke uiterlijk van het monument herstellen wanneer de daarvoor benodigde bouwkundige informatie

aanwezig is. In het eerste geval krijgt het monument een gedaante die het nooit eerder in de geschiedenis gehad heeft, in het tweede geval wordt veel nieuw materiaal verwerkt. In beide gevallen is de historiciteit geweld aangedaan.

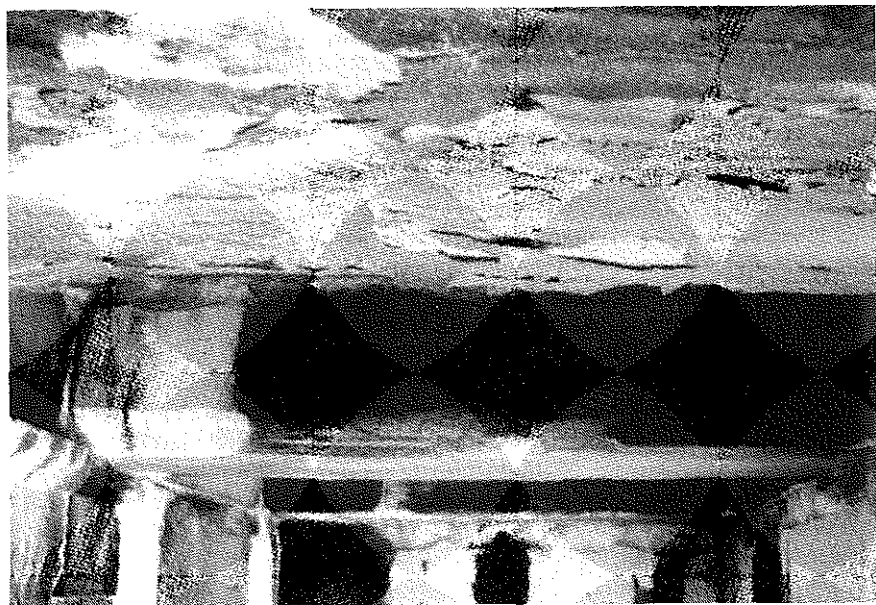
Vanzelfsprekend kleven aan beide benaderingen nog meer voor- en nadelen en zijn er tussenoplossingen denkbaar, maar wie volledige reconstructie aanvecht omdat het onhistorisch is, moet zich realiseren dat in feite elk gekozen alternatief vanuit datzelfde perspectief even aanvechtbaar is. De minst aanvechtbare benadering zou bestaan uit het verwijderen van alle schadelijke toevoegingen en het zoveel mogelijk corrigeren van fouten van vorige restaurateurs. Verder zou men de ruïne en het puin dan onaangeroerd moeten laten liggen. Dat daarmee noch de levensduur, noch de aantrekkelijkheid van de monumenten gediend is, is duidelijk en de vraag is gerechtvaardigd of volgende generaties zo'n opstelling in dank zouden afnemen. Een belangrijk argument voor herstel van de daken is dat men de mogelijkheid behoudt om de reconstructie in de toekomst weer ongedaan te maken.

Voor de Pinakothek blijft reconstructie van het dak in elk geval ondenkbaar, omdat zich op de bovenranden van de antieke muren nog schamele Frankische bouwresten bevinden, die vanzelfsprekend niet verwijderd mogen worden.

Bij het voltooidere Erechtheion is al schoorvoetend een eerste stap op het reconstructiepad gezet. Men ging er verder dan restitutie en behandeling van het oorspronkelijke materiaal door van de noordoostelijke hoekzuil, waarvan het origineel zich in het British Museum bevindt, een kopie te plaatsen. Het afgietsel steekt door zijn - voorlopig nog - veel lichtere kleur sterk af tegen de andere zuilen en lijkt de Griekse claim tot repatriëring van het verdwenen culturele erfgoed kracht bij te moeten zetten, iets wat door de verantwoordelijke restaurateurs ontkend noch bevestigd wordt.

Voorlopig is er nog geen sprake van dat ook de geroofde Parthenonsculptuur weer aan de tempel toegevoegd gaat worden in de vorm van afgietsels. Wel staat inmiddels vast dat de Metopen van de oostgevel zullen worden afgegoten, iets wat aanvankelijk niet op het programma stond. Over het andere beeldhouwwerk zijn nog geen beslissingen genomen.

Wat er met de sculptuur van de Nikètempel gaat gebeuren is nog minder duidelijk, omdat het vooronderzoek nog in volle gang is. Architect Ziro die het onderzoek leidt, wil liefst helemaal niets van afgietsels horen: door de gebeeldhouwde delen in een museum te plaatsen en te vervangen door replica's wordt ten onrechte de indruk gewekt dat de andere onderdelen van de tempel van minder belang zouden zijn of minder bedreigd zouden worden door atmosferische vervuiling. Juist bij dit kleine Akropolismonument zijn architectuur en decoratie, bouwkunde en bouwkunst tot zó'n onlosmakelijk geheel verweven, dat elke selectie uit het bouw materiaal de monumenten tekort doet. Naar zijn mening is een rigoreuze aanpak van de vervuiling een eerste voorwaarde, omdat daar de oorzaken van dit en veel andere problemen liggen. Door de monumenten te devalueren en aan te passen aan een verpeste atmosfeer wordt de zaak omgedraaid en het werkelijke probleem vooruit geschoven. De enkele maatregelen die de Griekse overheid tot nu toe heeft genomen om de vervuiling



Het zwaar aangetaste marmeroppervlak van het plafond van de Nikètempel.

te beteugelen, schieten in hoge mate tekort. Ziro zou net zo lief de hele tempel in een gigantische couveuse plaatsen of in gedemonteerde toestand opslaan, al was het maar om de mensen met hun neus op de feiten te drukken. 13.000 bezoekers per dag zouden dan niet een met afgietsels geflatteerd beeld, maar de harde werkelijkheid onder ogen krijgen.

Vanzelfsprekend zullen Ziro's persoonlijke opvattingen bij de commissie van toezicht geen genade vinden, maar wat er dan wel gaat gebeuren, valt nog niet te zeggen. Wel dat de tempel scheef staat en onherroepelijk gedemonteerd en weer op een verbeterde fundering opgebouwd zal moeten worden. De ernst van de situatie laat zich ook bij deze tempel goed aanzien. Het marmer is centimeters diep weg gevreten en gitzwarte gipskorsten laten bij de minste of geringste aanraking los. Ook nieuw marmer dat in de jaren 40 werd geplaatst, is al zo aangetast dat het er even verweerd uitziet als het antieke materiaal. Grote zwarte korsten ontsieren het gebeeldhouwde fries. Wanneer Ziro mij rondleidt over de steigers in de tempel, vlak onder het plafond, drukt hij me meermalen op het hart vooral het hoofd niet te stoten. Niet vanwege de gevolgen voor mijn hoofd, maar vanwege de schade die ik zou aanrichten aan het broze marmeroppervlak dat op veel plaatsen afbladdert als oude verf.

Het moet zelfs een leek duidelijk zijn dat op de Akropolis een verloren strijd wordt gestreden. Uit alle gesprekken die ik had met verantwoordelijke technici, wordt duidelijk dat er mogelijkheden te over zijn voor reconstructie en herstel, maar dat

men — alle kennis van de moderne wetenschappen ten spijt — voorlopig machteloos staat tegenover de voortwoekerende aantasting door milieuverontreiniging. Om die een halt toe te roepen, zijn maatregelen nodig die alleen bewindvoerders kunnen nemen: de tijden zijn voorbij dat restauratie-architecten in enkele jaren de schade van eeuwen konden herstellen. Zolang die maatregelen uitblijven zijn monumenten als die op de Akropolis te Athene ten dode opgeschreven.

Geraadpleegde en/of aanbevolen literatuur

- A. Papanikolaou, *Study for the restoration of the Erechtheion*, 1977.
- M. Korres en Ch. Bouras, *Study for the restoration of the Parthenon*, 1983.
- *The Acropolis at Athens. Conservation, restoration and research 1975-1983* (tentoonstellingscatalogus), 1985.
- A. Mantis, 'Neue Fragmente von Parthenon-Metopen' in: *Jahrbuch des deutschen Instituts in Athen*, 1987, p. 163-84.
- T. Tanoulas, *Conservation problems concerning the Propylaea at the Athenian Acropolis*, 1989.

De tentoonstellingscatalogus 'The Acropolis at Athens' is momenteel voor f 2,50 te bestellen bij 'Het Griekse Eiland', 2e Tuindwarsstraat 14, 1015 RZ Amsterdam, 020-268509. U krijgt daarvoor een rijk geïllustreerd boekwerkje van 126 p.

Noten

1. De streefdatum was ooit 1993.
2. Namelijk: L. Ross, E. Schaubert en Ch. Hansen, *Der Tempel der Nike Apteros*, 1839.
3. In de bovenbouw van de Propylaeën — waarvan het grondvlak vlak is — is dankzij een lichte curatuur de oorspronkelijke positie van fragmenten te bepalen, zoals dat ook bij het Parthenon het geval is.
4. Tijdens een rondleiding die ik van hem kreeg, raapte Tanoulas bij herhaling met een spijtig gezicht flinters marmer op die van de zuilen waren afgesprongen.
5. Zie literatuurlijst.
6. Zie literatuurlijst.
7. Door toeristen vooral veel bezocht vanwege de wisseling van de wacht.

Verenigingen en organisaties, momenteel actief op technisch/historisch gebied



TECHNISCH TENTOONSTELLINGSCENTRUM (TTC)

Een dienst van de Technische Universiteit Delft, die zich onder meer bezighoudt met het organiseren van educatieve tentoonstellingen om inzicht te geven in recente dan wel historische en/of technische ontwikkelingen en hun maatschappelijke gevolgen.

Expositiezaal: tijdelijk gesloten. *Kantoor:* Rotterdamseweg 139a, 2628 AL Delft.



HISTECHNICA

Vereniging van Vrienden van het Technisch Tentoonstellingscentrum TTC. Deze vereniging, die in 1974 werd opgericht, stelt zich ten doel de belangstelling te bevorderen voor de ontwikkeling van de techniek in het verleden, heden en toekomst en zijn maatschappelijke gevolgen.

Secretariaat: ir. J. van Elk, Populierendreef 16, 3137 CW Vlaardingen.



AFDELING VOOR DE GESCHIEDENIS DER TECHNIEK VAN HET KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS (KIVI)

Deze afdeling stelt zich ten doel de belangstelling voor de geschiedenis van de techniek te bevorderen door het organiseren van voordrachten, excursies en symposia.

Secretariaat: ir. J. Deiman, p/a Universiteitsmuseum Utrecht, Postbus 13021, 3507 LA Utrecht.



STICHTING TECHNISCH-HISTORISCHE VERZAMELIGEN (STHV)

Vereniging van organisaties (stichtingen, instituten, verenigingen e.d.) en individuele personen die een technische verzameling hebben dan wel daar nauw bij zijn betrokken, met het doel tot gezamenlijke activiteiten (zoals exposities) te komen.

Secretariaat: Alphons Ariënstraat 15, 2307 VJ Haarlem.



SECTIE TECHNISCHE MUSEA VAN DE NEDERLANDSE MUSEUMVERENIGING (STM)

Samenwerkingsverband van technische musea in het kader van de Nederlandse Museumvereniging.

Secretariaat: drs. C.E.L. Paul, p/a Rijksmuseum Nederlands Scheepvaartmuseum, Kattenburgerplein 1, 1018 KK Amsterdam.

W.J. Beek

Water – Ons een zorg

2

H.-J. Sprokholt

De Akropolis. De huidige
restauratiecampagne

16



De noordgevel van het Parthenon.
Boven: huidige toestand. Onder: mogelijk
uiterlijk na afloop van de restauratie

histechnicon

orgaan van Histechnica: de 'vereniging vrienden van het technisch tentoonstellingscentrum' te Delft



jaargang 17, september 1991

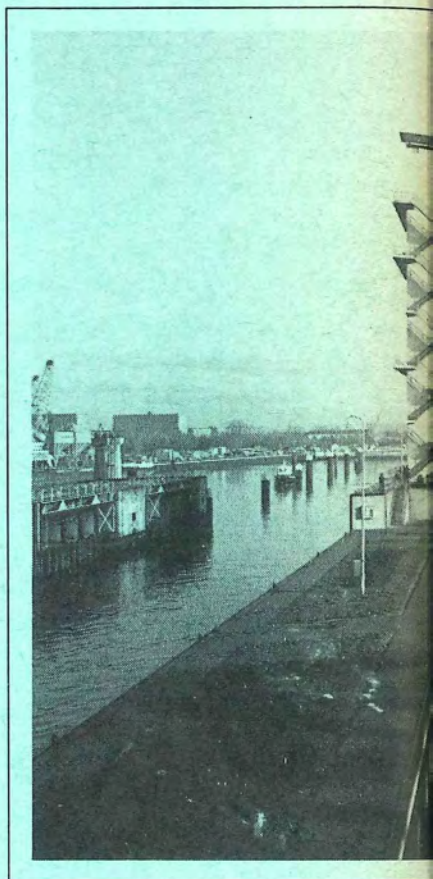
2/3

<i>J. van Dixhoorn</i>	3
Stormvloedkeringen; een beschouwing	
<i>A. Waalewijn (red.)</i>	11
Over het NAP	
<i>A. Wegener Sleeswyk</i>	33
Elementaire vierwielaars	

secretariaat:

J. van Elk, Populierendreef 16,
3137 CW Vlaardingen

Hollandsche IJssel. Bouw van de verdub-
beling van de stormvloedkering.



histechnicon

17 (1991) 2/3



een uitgave van

vereniging

Vrienden van het Technisch Tentoonstellingscentrum
te Delft

in samenwerking met

Stichting Technisch-Historische Verzamelingen (STHV)

ISSN 0922-1018



correspondentie-adres

Populierendreef 16, 3137 CW Vlaardingen

Tabel 1. Enkele kenmerken van de drie stormvloedkeringen.

	<i>Hollandsche IJssel</i>	<i>Oosterschelde</i>	<i>Nieuwe Waterweg ¶</i>
<i>voorbereiding</i>	't moet vanwege de veiligheid	beleidsanalyse (veiligheid en milieu)	beleidsanalyse, veiligheid, scheepvaart, milieu-effectrapportage)
<i>besluitvorming</i>	unaniem (autoritair)	politiek	politiek (externe commissie, benadering markt)
<i>ontwerp</i>	traditioneel, bouwput	Rijkswaterstaat + aannemer, probabilistisch	criteria door Rijkswaterstaat, probabilistisch ontwerp door BMK
<i>uitvoering</i>	onderhands aanbesteed	raamcontract (toelevering)	aannemerscombinatie na selectie offertes
<i>innovatie</i>	geen (orthotrope plaat)	bodemmaten en -verdichting, plaatsbepaling, beleidsanalyse, probabilistisch ontwerp	grote sectordeuren (360 m overspanning)
<i>verantwoording</i>	Rijkswaterstaat	Tweede Kamer (Rijkswaterstaat + aannemers)	aannemerscombinatie BMK
<i>voorlichting, pr</i>	nauwelijks	intensief breed (Maeskant-prijs gemeente Rotterdam)	technisch gericht, BMK
<i>medegebruik</i>	geen	beperkt medegebruik	minimaal
<i>politiek</i>	eensgezind (want: 't moet)	continu betrokken	betrokken bij alleen besluitvorming en financiering

¶ Het voortraject tussen 1954 en 1975 niet inbegrepen.

Stormvloedkeringen; een beschouwing

ir. J. van Dixhoorn

oud-directeur-generaal van de Rijkswaterstaat

Nederland, gelegen in de delta van Rijn, Maas en Schelde en grenzend aan de Noordzee, moet zich tegen hoge rivier- en zeestanden beschermen. De gesloten waterkering, bestaande uit duinen, dijken en de daarvan deel uitmakende spuien schutsluizen, is daartoe voor het algemeen het meest geëigend.

Belangen van onder meer de scheepvaart, het aquatisch milieu en het landschap leiden meer en meer tot keringen die alleen tijdens hoge waterstanden worden gesloten; de zogeheten stormvloedkeringen. Dit type (dynamische) kering maakte de afgelopen 30 à 40 jaar zowel wat betreft besluitvorming en ontwerp als uitvoering een opvallende ontwikkeling mee. Deze ontwikkeling gaat nog steeds voort, gezien een eventuele rijzing van de zeespiegel, de toenemende milieubelangen, de constructieve mogelijkheden. In een geïntegreerde waterbeheersing zou een stormvloedkering wel eens het alternatief met een multifunctioneel perspectief kunnen zijn.

Inleiding

Histechnica heeft historie in zich. Stormvloedkeringen zijn nog jong en er is dus sprake van jonge historie. Deze inleiding geeft een persoonlijk getinte, evaluerende beschouwing over drie keringen, die in de afgelopen 35 jaar in Nederland aan de orde zijn geweest. Keringen in het buitenland – gereed of in studie, zoals in Londen, Antwerpen en Hamburg – blijven buiten beschouwing. De kern van dit verhaal vormt de invulling van de matrix in tabel 1. Verantwoordelijk voor de totstandkoming zijn:

- Hollandsche IJssel: Rijkswaterstaat
- Oosterschelde: Tweede Kamer
- Waterweg: BV (particuliere onderneming).

Stormvloedkeringen hebben alles te maken met hetgeen één van de grondleggers van de Rijkswaterstaat, Jan Blanken, ooit noemde de 'physique existentie dezes landes'. Uitgevoerde werken tot het watervrij houden van ons land, zijn dan onder andere:

- de scheiding van Maas en Waal
- de afsluiting van de Zuiderzee
- het Deltaplan, ingeleid met de afsluiting van de Braakman in de jaren veertig en de Brielse Maas in de jaren vijftig.



Hollandsche IJssel, met sluis en verkeersbrug.

Het herstel van Walcheren hoort als een soort oorlogsoperatie niet in dit rijtje thuis, maar leverde enorm veel kennis en ervaring op voor de Deltawerken.

Bij stormvloedkeringen die zowel de start als de afsluiting van het Deltaplan vormden, is de inleider betrokken geweest. Aanvankelijk als jong ingenieur bij de dienst die de kering in de Hollandsche IJssel in beheer kreeg, later bij de Oosterschelde (na 1980) als directeur-generaal van de Rijkswaterstaat. Bij de studie voor de kering in de Nieuwe Waterweg is hij nagenoeg voortdurend betrokken geweest. Een vrij unieke situatie weliswaar, maar ook een situatie die neigt naar een subjectief oordeel, vandaar de kwalificatie van een persoonlijk getinte beschouwing.

Hollandsche IJssel

Vanuit Capelle aan de IJssel noordwaarts de dijk van Schieland volgend, komt men een sober monument tegen ter herinnering aan het in 1574 bewust doorsteken van de dijk om Leiden te ontzetten. Via een dergelijke doorbraak was namelijk het gehele lage land van Holland te inunderen. Iets verder in de richting

van Gouda komt men op de plaats waar in de nacht van 31 januari op 1 februari 1953 een binnenschip in de bres van de dijk werd afgezonken. Hierdoor werd het overstromen van een groot deel van de randstad voorkomen.

Teruggaand treft men ten zuiden van Capelle aan de IJssel de dubbele stormvloedkering Hollandsche IJssel aan, die destijds de 'Grendel van Holland' werd genoemd. Een dubbele kering omdat de dijken langs de Hollandsche IJssel niet betrouwbaar waren als tweede waterkering in tegenstelling tot de situatie bij de Oosterschelde en de Nieuwe Waterweg, waar de achterliggende dijken wel betrouwbaar waren of waren te maken. De Grendel van Holland werd gebouwd in de periode tussen 1954 en 1958 en kwam (zij het nog niet verdubbeld) in bedrijf in 1957 zowel voor het begin van het stormseizoen, als vóór de totstandkoming van de Deltawet (1958), waarin de afsluiting Hollandsche IJssel was opgenomen. Zo kan het ook. Immers: 'Dit nooit meer' was het motief voor een uiterst korte voorbereiding, een snelle besluitvorming en een uiterst snelle bouw. De bouw, waarbij tevens een wegverbinding met de Krimpenerwaard werd gerealiseerd, verliep op vrijwel traditionele manier met weinig tijd voor innovatie. Er was een duidelijke verantwoordelijkheid van begin tot eind bij de Rijkswaterstaat, voorlichting in de vorm van verantwoording achteraf en geen complicerend medegebruik. Met deze informatie is de matrix voor de Hollandsche IJssel eenvoudig in te vullen.

De consequentie van de snelle totstandkoming was dat tijdens het beheer nog een stuk fijnregeling nodig was. De kering kon alleen op stil water (over laag) worden gesloten, hetgeen leidde tot lange en nogal eens onnodige sluitingen. Een langdurige studie heeft tot een instructie geleid waarbij ook in stromend water kon worden gesloten (en geopend) zonder dat translatiegolven ontstonden, die schade zouden veroorzaken aan het gebied tussen de kering en Gouda. Het aanvankelijk afgewezen medegebruik, bijvoorbeeld tegen verzilting, kreeg ook vorm, onder andere in het hele droge voorjaar van 1959 en in de strenge winter 1962/63 toen de Rotterdamse drinkwaterleiding verziltte door onder meer een ijsdam in de bovenrivieren.

De tweede kering werd ruim tien jaar later gerealiseerd, met in achtnaam van de aspecten 'sluiten in stromend water' en 'medegebruik'. De relatief grote zeesluis in het complex was destijds nodig voor een bovenstrooms gelegen werf, die nu reeds sedert vele jaren is geamoveerd.

De stormvloedkering in de Hollandsche IJssel was eind jaren vijftig de enige kering die was voorzien; de Deltawet noemde het geheel afsluiten van de zee-gaten in zuid-west Nederland en het ten behoeve van de scheepvaart openhouden van de Nieuwe Waterweg en de Westerschelde. Niettemin gaf minister Algera, in functie tijdens de ramp en de jaren daarna, in 1954 aan de Rijkswaterstaat opdracht om, samen met de gemeente Rotterdam, de mogelijkheid te onderzoeken voor een stormvloedkering in de Nieuwe Waterweg.

Nieuwe Waterweg (1e fase)

De Rijkswaterstaat en de gemeente Rotterdam benoemden daartoe de Commissie Stormvloedkering Waterweg (de inleider was een aantal jaren adjunct-secretaris van deze commissie), die als belangrijkste eis meekreeg: een kering met een doorvaartbreedte van ruim 200 m, een onbepaalde doorvaarthoogte en een drempel op meer dan 16 m beneden NAP (die eisen gelden nog steeds). Er werd gewerkt aan twee ontwerpen: een éézijdige 'draaistuw' geconstrueerd van grote buizen en een 'klepstuw', waarbij de kleppen vanuit de bodem omhoog kwamen. Daarbij kregen onder meer aspecten van doorlaatbaarheid, dijkverhoging aan zee- en binnenzijde en seiches (lange golven) aan zeezijde de aandacht.

In 1960 werd de minister gerapporteerd dat een dergelijke kering alleen mogelijk zou zijn in de bocht van de Nieuwe Waterweg nabij Maassluis, maar constructie-technisch nog niet te realiseren was. De buisconstructies zouden volgens een TNO-onderzoek gaan plooiën en de klepkelders zouden volgens het Waterloopkundig Laboratorium verzanden.

Op verzoek van de minister werd de studie voortgezet en elke 5 à 10 jaar werd rapport uitgebracht. In 1970 werd geconstateerd dat de realisatie inmiddels technisch mogelijk was en dat de situering niet meer aan de bocht van Maassluis was gebonden omdat voor de drempel en bijbehorende werken geen bouwput meer nodig zou zijn. De keuze viel toen op een punt nabij Hoek van Holland, waar destijds de nieuwe havenmond met aparte toegang tot het Europoortgebied in uitvoering was. De kering was ergens landwaarts van deze aparte toegang gesitueerd, zodat ook bij gesloten kering een deel van de haven toegankelijk bleef.

De ontwikkelingen in het Europoortgebied waren toen echter van dien aard, dat er niet van een stabiele planologische situatie kon worden gesproken. Deze onzekerheid leidde ertoe de zaak op te schorten tot de plannen ter plaatse waren geconsolideerd. In het kader van de bouw van de havenmond Hoek van Holland is getracht nabij de scheidingsdam ruimte gereserveerd te houden voor een stormvloedkering van het draaideur-type. Destijds verantwoordelijk zijnde voor de bouw van de havenmond heeft de inleider zich toen ten tweede male met stormvloedkering Nieuwe Waterweg geconfronteerd geweten.

Van een rapportage in 1975 en in 1980 is niets gekomen; er was toen een andere stormvloedkering die alle aandacht eiste, namelijk die in de Oosterschelde.

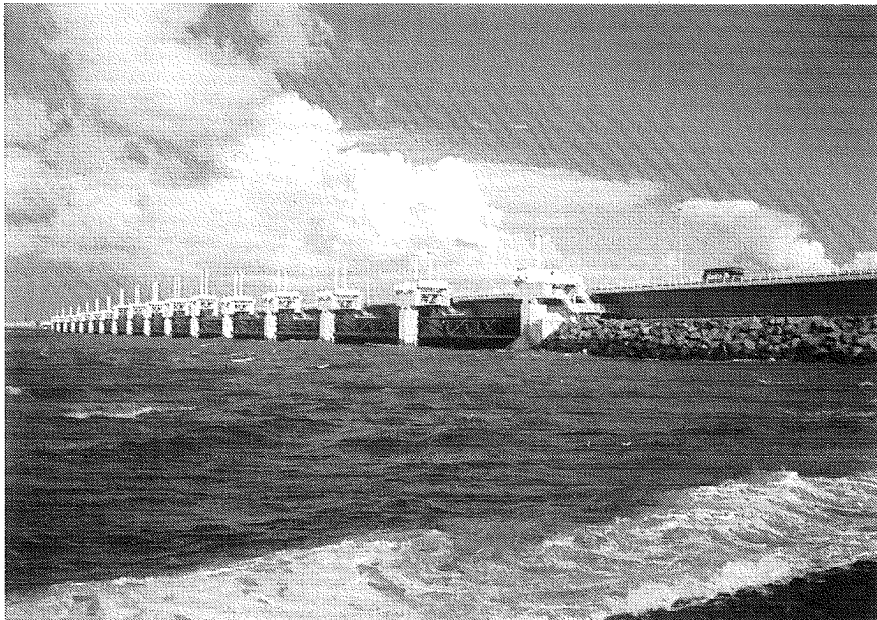
Oosterschelde

Over de stormvloedkering in de Oosterschelde is veel gepubliceerd en de kering is jaren onderwerp van gesprek geweest. Het oorspronkelijke plan hield een afsluiting in met een gesloten dam, de laatste in de serie, werkende van klein naar groot. Omstreeks 1970 begon het milieu sterk de aandacht te krijgen, culmineerend in eerste instantie in het rapport van de Club van Rome in 1973. De Rijkswaterstaat nam in verband met die ontwikkeling in 1971 biologen in dienst, onder wie dr. Saeyns, de tegenwoordige hoofdingenieur-directeur van de Rijkswater-

staat in Zeeland. Het milieu werd geïnventariseerd en de effecten van de afsluiting nagegaan.

Bij de besluitvorming in 1975 kon de Rijkswaterstaat milieuaspecten inbrengen in de beleidsanalyse. Een in Nederland nog niet gehanteerde methode, die door Rijkswaterstaat en het Waterloopkundig Laboratorium samen met de Amerikaanse Rand Corporation is ontwikkeld speciaal voor de Oosterschelde. Nadien is deze methode voor vrijwel alle natte beleidsnota's en vele projecten gebruikt. De beslissing om de Oosterschelde niet af te sluiten maar van een stormvloedkering te voorzien is een politiek besluit geweest, waarbij volgens insiders ook andere aspecten dan het milieu hebben meegespeeld. Het besluit tot de bouw van een stormvloedkering betekende dat Zeeland zijn veiligheid een aantal jaren later zou bereiken en dat de kosten aanmerkelijk zouden toenemen, verdeeld over Verkeer en Waterstaat en de andere departementen.

De toch beperkte periode van uitstel had tot gevolg dat voorbereiding, ontwerp, uitvoering en bijkomende werken in en over elkaar schoven en er van een iteratieproces sprake was. De Rijkswaterstaat ontwikkelde een ontwerp en een groep aannemers verklaarde de uitvoering aan te kunnen. Op basis van een raamcontract – met inschakeling van gedetacheerde medewerkers van de Rijkswaterstaat, kortverbanders ingenieursbureau's enzovoorts – is het project gerealiseerd met slechts 1 jaar vertraging en met een kostenoverschrijding van 10% voor het integrale Oosterschelde-project en 30% voor de stormvloedkering op zich. In kringen van deskundigen wordt dit als een grote prestatie beschouwd



.. Oosterschelde; overzicht van de stormvloedkering.

aangezien projecten van deze allure, waarvan van te voren niet exact de constructie en uitvoeringswijze vaststaan, veelal een overschrijding van 100% te zien geven. (De wereldbank rekent bij zulk soort projecten nogal eens op een risico van 25%.)

Het project is aan te merken als grensoverschrijdend, zowel wat de toepassing van bestaande methodieken betreft (grootschalige systeembouw in zee, met grote precisie onder alle weersomstandigheden uitgevoerd) als wat innovatie betreft. Als innovatief zijn te beschouwen de beleidsanalyse, het probabilistisch ontwerpen (deze methode toegepast op de Haringvlietsluizen zou een 30% lichtere constructie hebben opgeleverd) en de bodemverdediging met matten in combinatie met bodemverdichting. Deze bodemvoorziening is als essentieel nieuw element te beschouwen; de vertraging van een jaar vloeyde met name voort uit problemen met het volledig beheersen van de bouw en het aanbrengen van de matten.

Aan de publieksvoorlichting en openheid is ten aanzien van het hele Deltaplan veel aandacht besteed via driemaandelijks berichten en informatiecentra, films enzovoorts. Met betrekking tot de Oosterschelde is na 1981 (toen de discussie over het 'point of no return' opleefde) een halfjaarlijkse informatie naar de Tweede Kamer, vergezeld van een financieel bericht, ingesteld.

Elk halfjaar had een uitgebreide discussie plaats tussen ministers en Kamer aan de hand van deze informatie, later nog uitgebreid met het rapport van de externe auditing commissie Le Blanck. Elk half jaar commiteerde de Kamer zich en in dat verband is de Kamer min of meer als (mede)eindverantwoordelijke aan te merken. Van een parlementaire enquête is het dan ook niet gekomen. Samen met de gangbare informatie over het Deltaplan is de informatie over de stormvloedkering overdadig geweest en blijkbaar van goede kwaliteit want de Rijkswaterstaat viel de Rotterdamse Maaskant-prijs te beurt in 1990.

De projectleiding van het Oosterscheldeproject maakte tijdens de bouw gebruik van internationale deskundigen als klankbord en onder andere ook van de ervaringen van de projectleiding van de Esso Flexicooker die tegelijkertijd in uitvoering was. Dit alles heeft er aan meegewerkt dat het werk succesvol is opgeleverd, waarbij ruim is voldaan aan de vooraf gestelde criteria ten aanzien van waterstanden, zoutgehalte enzovoorts. De in bedrijfsstelling in aanwezigheid van alle Europese staatshoofden of hun vertegenwoordigers was een waardering voor iedereen die ook maar iets had bijgedragen aan het project Oosterschelde.

Met bovenstaande informatie is de matrix ingevuld. Het beeld wijkt sterk af van dat van de Hollandsche IJssel; de grote invloed van politiek en milieu; de grotere inschakeling van het bedrijfsleven en de meer intensieve voorlichting zijn evident.

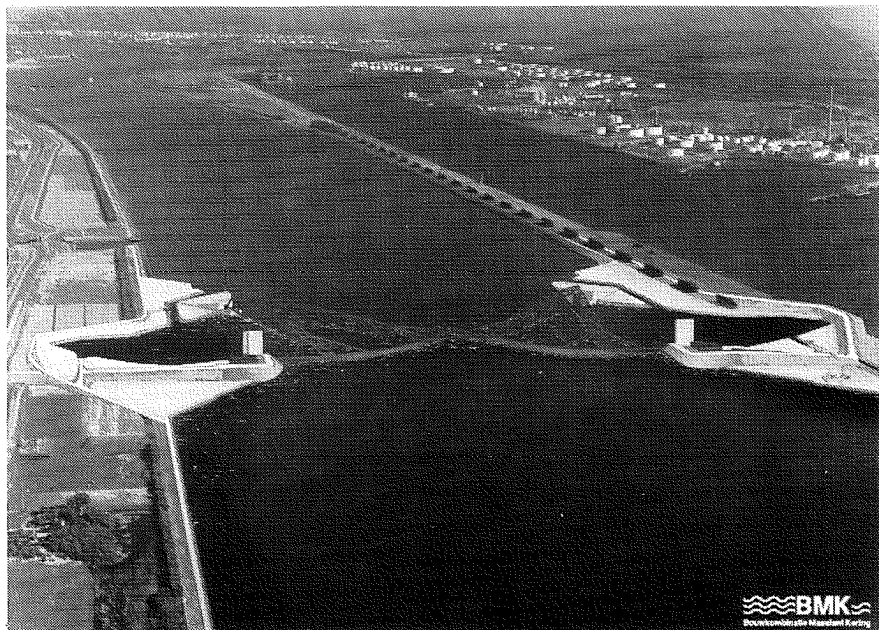
Met betrekking tot innovatie is op te merken dat de beleidsanalyse sinds de Oosterschelde standaard is bij grote projecten maar ook bij beleidsnota's. De zogeheten Pawn 1 en 2 (Policy Analysis Watermanagement Netherlands) genieten bekendheid. Een poging in 1983 behalve in de natte beleids sfeer ook in de

vervoerssfeer de P2 ingang te doen vinden via bijvoorbeeld Patran waarbij 'tra' voor transport staat, bleek toen nog niet haalbaar maar heeft inmiddels via de 4e nota Ruimtelijke Ordening en het 2e Structuur Schema Verkeer en Vervoer vorm gekregen.

Waterweg 2e fase

Zoals reeds gesteld, beheerste de stormvloedkering Oosterschelde tussen 1975 en 1980 de discussie teveel om de evaluatie van een kering in de Nieuwe Waterweg weer ter hand te nemen. Na de ingebruikstelling van de Oosterschelde-kering kwam er, gezien de geweldige problemen (en kosten) met betrekking tot de dijkverhoging in het benedenrivierengebied (met name Dordrecht en Rotterdam), weer ruimte voor de kering in de Nieuwe Waterweg als alternatief.

Om elke indruk van 'bouwzucht' bij minister en dienst te voorkomen werd in het voorjaar van 1987 een onafhankelijke commissie belast met de studie, waarbij de Rijkswaterstaat de ontwerpcriteria, beleidsanalyse en milieu-effectrapportage zou toeleveren en het bedrijfsleven voor het ontwerp, de bouw en de eerste vijf jaar onderhoud zou zorgen tegen een vaste prijs. Een voorbeeld van het toen actuele terugtreden van de overheid. Bedrijven werden uitgenodigd aanbiedingen te doen; na een eerste selectie bleven er zes over en het langst bleven een 'kleppenkering' en een 'draaideur' (nu een dubbele) in discussie, de types



Maeslantkering in de Nieuwe Waterweg.

die ook in de jaren zestig al speelden.

De keuze is tenslotte gevallen op de dubbele deur, de zogeheten kering met sectordeuren van BMK (Bouwcombinatie Maeslant Kering) die direct ten oosten van Hoek van Holland zal worden gesitueerd. De haven van Rotterdam eist een zeer lage sluitfrequentie (1x per 10 jaar) en van medegebruik zal dan ook nauwelijks sprake zijn hoewel er potentiële medegebruiksmogelijkheden zijn in de waterhuishoudingssfeer. Om het ontwerp te toetsen en om in een, overigens niet verwacht, uitblijven van een aannemersontwerp te voorzien werd door de Rijkswaterstaat een schuifdeur ontwikkeld, een type waaraan ook in Hamburg wel wordt gedacht. Als toetsingsontwerp heeft dat idee zijn functie goed vervuld.

Het voorgaande biedt de mogelijkheid ook voor deze kering de matrix in de vullen. De bouw zal in de komende jaren plaats hebben; de tijd zal leren of de ontwikkeling die de matrix laat zien de juiste is geweest; een ontwikkeling die past bij een grotere betrokkenheid van het bedrijfsleven en een terugtrekkende overheid.

Afronding

De stormvloedkering heeft bewezen een veilige, op de reële behoefte afgestemde waterkering te zijn; het milieubelang te behartigen, flexibel bruikbaar te zijn bij 'afwijkende' waterstanden (zeespiegelrijzing), voor medegebruik (ten behoeve van de waterhuishouding) geschikt te zijn (multifunctioneel) en zowel de scheepvaart als de afvoer van de rivier (behalve tijdens de sluiting) niet te belemmeren. Een dynamisch multifunctioneel effectief instrument, dat perspectieven biedt voor de toekomst: mogelijkheden voor een stormvloedkering in een heropend Haringvliet (spuisluis krijgt stormvloedkeringsfunctie) en voor een stormvloedkering in de mond van de Westerschelde (ook voor België).

Bij zeespiegelrijzing zullen deze zich aandienen mits een beleidsanalyse, milieueffectenrapportage en de budgettaire situatie zulks rechtvaardigen en een probabilistisch ontwerp de kosten verantwoord maakt.

Met belangstelling wordt uitgezien naar de vierde stormvloedkering en naar de karakteristieken daarvan in de matrix. Aan Histechnica de taak vanaf nu de matrix bij te houden!?

Over het NAP

Ontleend aan:

A. Waalewijn (red.), *Drie eeuwen Normaal Amsterdams Peil*
(Rijkswaterstaat-serie 48), 's-Gravenhage 1987.

De inleiding is van J. van Malde.

Inleiding

Vestiging langs en in de omgeving van een water is van oudsher voor de mens aantrekkelijk en dat niet alleen vanwege de onmisbaarheid van zoet water, de mogelijke visvangst en de jacht op waterwild. Reeds lang geleden onderkende de mens namelijk nog andere voordelen: het naar verhouding eenvoudige verkeer te water met in zijn verlengde ontplooiing van de handel, de vruchtbaarheid van oeverlanden, de mogelijkheid omliggend land te bevoeien. Het behoeft dan ook niet te verbazen dat de eerste grote beschavingen, die der Sumeriërs en der Egyptenaren (nog vóór 3000 jaar voor Christus ontstaan) zich rond grote rivieren ontwikkelden – echter opmerkelijk genoeg – in semi-droge en zelfs droge gebieden. Indrukwekkende bevoeiingsstelsels vormden dan ook de ruggegraat van deze beschavingen. Elders (China, India) vonden later soortgelijke ontwikkelingen plaats.

De Lage Landen vormen na de aftocht der Noormannen eveneens een voorbeeld hoe de mens zich de natuurlijke wateren ten nutte maakte. Dat graaf Dirk III in of kort na 1015 een watertol bij Vlaardingen stichtte wijst er op dat er daar toen al een aanmerkelijke handelsstroom te water was. Vele der oude Belgische en Nederlandse steden liggen of lagen aan rivieren, zeearmen of aan de Zuiderzee en waren eertijds merendeels belangrijke handelscentra, trefpunten van cultuur en niet zelden brandpunten van politieke macht. Een aantal ervan gaat trouwens terug op een nederzetting van de Romeinen. Het was alsof ondanks veelvuldig teloorgaan door oorlog en watersnood de welvaart onstuitbaar over het water naar dit deel van Noordwest-Europa kwam.

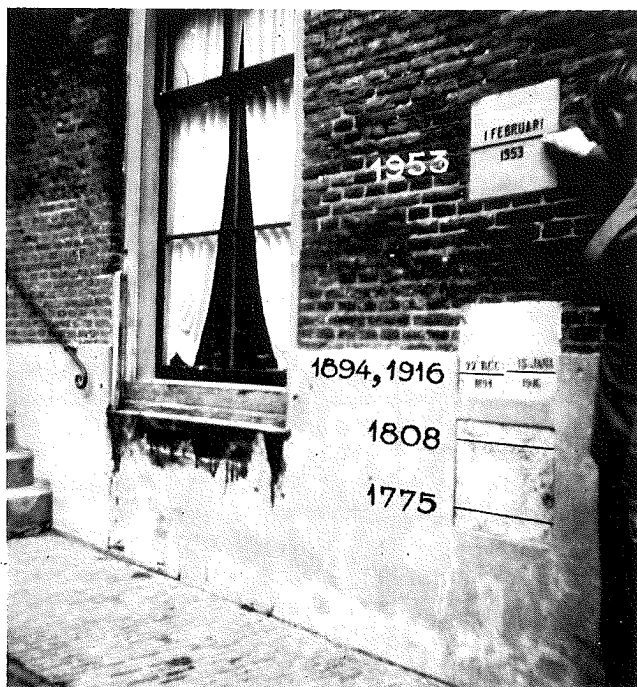
In de Tachtigjarige Oorlog spelen de militaire aspecten van het water een grote rol: vaarweg voor de Geuzen, doeltreffend aanvalswapen tegen of onoverkomelijke hindernis voor de Spaanse keurtroepen, na 1585 ook middel voor verrassend snelle Staatse troepenverplaatsingen. Een nieuwe staat wordt in het Noorden geboren en die waterrijke, op zee gerichte Republiek der Zeven Verenigde Nederlanden komt tot grootse opbloei en ontplooiing. Dáár herleeft de welvaart in vele der ongemeen talrijke steden.

Heel wat van die steden lagen in de nabijheid van een polder of droogmakerij; op water veroverd land, gestempeld door een niet aflatende strijd tegen het water,

voorzien van een vernuftig afwateringssysteem met watermolens en/of uitwateringssluizen en bewoond door een naar toenmalige Europese maatstaven welvarende boerenstand.

De waterstaatkundige toestanden waren echter zeker niet volmaakt: 's winters stonden als regel grote oppervlakten langdurig blank elders moesten bij hoge rivierafvoeren via overlaten omvangrijke gebieden worden geïnundeerd. Ernstiger vanwege alle eraan verbonden ellende, leed en soms enorme schade waren de bepaald niet zeldzame grote overstromingen, gevolg van zware stormvloed, hoge rivierafvoeren of door ijssdammen opgestuwde rivieren. Daarbij ver ten achter bleef de toch ernstige economische schade onder andere langs de IJssel, teweeggebracht door de geleidelijke natuurlijke wijzigingen in de verdeling van de Bovenrijnafvoer over de Rijntakken.

Dit was in zeer grove lijnen de waterstaatkundige gesteldheid der roemruchte Republiek, welker geringe inwendige staatkundige samenhang ook op dit gebied geen krachtig centraal gezag, hoe dringend gewenst ook, toeliet. En desondanks gelukte het, eerst omstreeks 1705, daarna in de jaren 1774-1775, de meest nijpende knelpunten op de Rijn aan te pakken door de uitvoering van grote werken bij de splitsingspunten, die tesamen de verdeling van de Bovenrijnafvoer



Vloedmerken te Willemstad.

aanzienlijk verbeteren [1]. Het zou echter nog een tweehonderd jaar duren eer de grote waterstaatkundige problemen in dit land afdoend en voorgoed opgelost zouden zijn.

Om het water te kunnen beheersen zijn regelmatige metingen van waterstanden noodzakelijk. Alleen al uit onmiddellijk eigenbelang moest de mens al in de vroegste tijden aandacht besteden aan de waterstandsschommelingen in zijn omgeving: langs de kusten en in zeearmen, of op rivieren en meren. Met het oog op zijn veiligheid bleken hem alras de bijzonder hoge waterstanden van uitermate groot belang. Lettend op de hem bekende hoogste stand stelde hij in onze streken zo goed mogelijk de hoogte van de eigen terp (later: van de eigen polderdijk) vast. Maar ook vele eeuwen geleden al waren lagere waterstanden eveneens van belang, bijvoorbeeld voor scheepvaart en visserij, voor het uitslaan van polderwater en voor steenovens en de griendcultuur in en de beweiding van uiterwaarden.

Het ligt in de rede dat al vroeg de behoefte bestond op de een of andere wijze de zo gewichtige zeer hoge waterstanden voor zichzelf en voor het nageslacht vast te leggen.

In ons land boden door het ontbreken van natuurlijke gesteenten alleen stenen muren en (nog in de Middeleeuwen schaarse) stenen gebouwen een mogelijkheid voor het langdurig markeren van zo'n stand en wel door het aanbrengen van een bout of een merksteen. Wanneer men begonnen is dergelijke bouwwerken daarvoor te gebruiken weet niemand. Wel is van na de Middeleeuwen het aanbrengen van zulke hoogwatermerken bekend, bijvoorbeeld te Hattem (1552), in Amsterdam, Dordrecht en Harderwijk na de beruchte Allerheiligenvloed (1570) en in Venlo (en Luik) in 1571. Nog heden treft men in ons land op menige plaats dergelijke (zij het jongere) hoogwatermerken aan.

Intussen bestonden er reeds voor 1200 in deze contreien waterschappen, belast met de zorg voor hoogwaterkeringen en met het aflaten van overtollig water, terwijl watermolens zeker al in 1282 (en vermoedelijk reeds ruim daarvoor) in Holland aanwezig waren. Hun functionering is zonder het op enigerlei wijze aflezen van waterstanden moeilijk denkbaar. Het lijkt dan ook aannemelijk dat de eerste georganiseerde waterstandsaflezingen in ons land op last van waterschappen en eerst later ook van steden en burgerlijke of militaire gezaghebbers zijn verricht. Hoe dit ook zij, in de 16e eeuw bezigt men her en der in het tijgebied een begrip 'gewoon vloedpeil'.

Het zal blijken dat hier de oorsprong ligt van het Amsterdams Peil.

Over hoogtemeting en waterpassing

Begrippen

Bij een beschouwing over het Normaal Amsterdams Peil (NAP) is een nadere verklaring van de twee begrippen hoogtemeting en waterpassing onontbeerlijk.

Het blijkt dat men bij het begrip hoogte een verband moet zoeken met de aantrekkingskracht die de aarde uitoefent op alles wat zich in de nabijheid bevindt.

Deze aantrekking manifesteert zich als de zwaartekracht, gericht naar het middelpunt van de aarde [2]. De richting van de zwaartekracht noemt men de *verticaal*; deze richting is van fundamentele betekenis in de landmeetkunde. Hoogtemeting is nu gedefinieerd als het meten van afstanden langs de verticaal, positief gerekend naar boven toe, dus van de aarde af. Om te kunnen spreken over de *hoogte* moet er op de verticaal waarlangs wordt gemeten een nulpunt worden vastgesteld. Men zou op de gedachte kunnen komen dit nulpunt in het middelpunt van de aarde te kiezen; dat is vooralsnog echter niet erg praktisch. Daarom wordt er een willekeurig punt, het zogenaamde *referentiepunt*, als nulpunt gekozen.

Al met al kan men met de bovenstaande definitie van hoogtemeting in de landmeetkunde maar weinig beginnen, omdat twee punten van het aardoppervlak slechts zelden in dezelfde verticaal liggen.

Toch gelden de begrippen 'boven' en 'beneden' ook voor punten die niet in dezelfde verticaal liggen. Immers een ieder weet dat de Rijn van Zwitserland naar ons land stroomt omdat Zwitserland 'hoger' ligt dan Nederland. Er bestaat dus behoefte aan een methode om de hoogte te vergelijken van twee punten die *niet* in dezelfde verticaal liggen. Dit probleem kan worden vertaald in de vraag: wanneer zijn twee punten 'even hoog'?

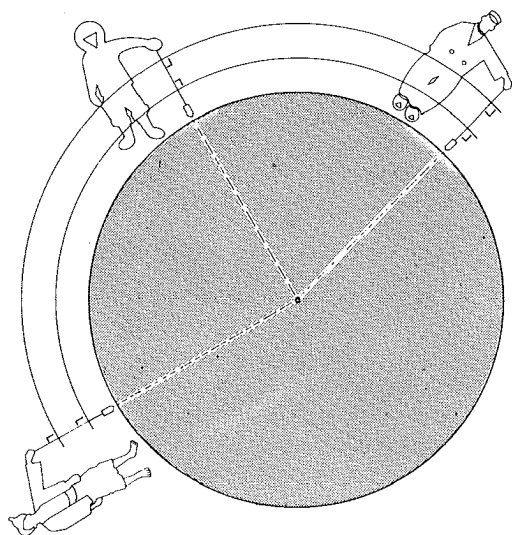
Daartoe kiest men een vlak dat loodrecht staat op de verticaal. Een dergelijk vlak heet in het normale spraakgebruik een horizontaal vlak of waterpasvlak, in de landmeetkunde echter niveauvlak of equipotentiaalvlak.

Per definitie noemt men nu alle punten in zo'n niveauvlak even hoog; zij hebben hetzelfde 'niveau'. Aangezien er een oneindig aantal vlakken loodrecht op de verticaal bestaan zijn er oneindig veel niveauvlakken.

Zo'n niveauvlak (horizontaal vlak) is in de natuur gemakkelijk te vinden, namelijk het oppervlak van stilstaand water in bijvoorbeeld een vijver. Hangt men aan beide oevers van een vijver schietloden op dan zal blijken dat het wateroppervlak overal loodrecht staat op de verticaal.

Een nauwkeuriger definitie van een niveauvlak stelt daarom dat een niveauvlak een vlak is dat in elk van zijn punten loodrecht staat op de verticaal.

Uit het voorgaande is misschien de indruk ontstaan dat een niveauvlak een plat vlak zou zijn; op het eerste gezicht lijkt het immers of alle verticalen (schietloden) evenwijdig zijn. Dat is echter geenszins het geval, want aangezien alle verticalen door het middelpunt van de aarde gaan moet men ze als snijdende lijnen beschouwen [3]. In werkelijkheid zijn de niveauvlakken dus geen platte vlakken doch gesloten gekromde oppervlakken die de aarde omspannen. Eén van deze niveauvlakken noemt men de *geoïde*; deze wordt gedefinieerd als het niveauvlak dat samenvalt met het gemiddeld zeeniveau, het oppervlak dat de oceanen zouden aannemen indien er geen getijden, zeestromingen, windstuwung of golven zouden optreden. De geoïde wordt beschouwd als de geïdealiseerde vorm van de aarde en de bepaling van de juiste vorm ervan behoort tot het vakgebied der *geodesie*. Bij benadering is de geoïde een *omwentelingsellipsoïde*,



Niveaувlakken zijn gebogen oppervlakken.



E-baak.

een oppervlak dat in tegenstelling tot de geoïde met een eenvoudige wiskundige formule kan worden beschreven.

De afwijking van de gekromde niveaувlakken ten opzichte van het platte vlak is aanzienlijk; zij bedraagt ongeveer 78 mm bij een afstand van één kilometer, maar neemt toe met het kwadraat van de afstand. Dit houdt in dat de afwijking na 10 km al $100 \times 78 \text{ mm} = 7,8 \text{ m}$ bedraagt en voor de afstand Amsterdam-Maastricht (ongeveer 175 km) is zij bijna 2400 m.

Instrumenten en methoden

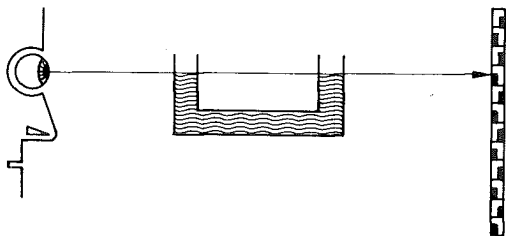
Met behulp van de definitie van 'even hoog' kan men nu in principe het hoogteverschil van twee op enige afstand van elkaar gelegen punten bepalen. Men meet met een meetlat langs de verticaal in elk van de beide punten de afstand tot één-zelfde niveaувlak; het verschil van deze twee afstanden levert dan het gevraagde hoogteverschil. Het grootste probleem in deze operatie is niet het meten van de twee afstanden op de meetlat, *baak* [4] genaamd, doch het construeren van

een geschikt niveauvlak. Dat deel van de omschreven meetprocedure is het eigenlijke *waterpassen*, een benaming die in de praktijk voor de gehele meting wordt gebruikt.

De meest voor de hand liggende methode is de *hydrostatische waterpassing*. Het waterpasinstrument bestaat in dit geval uit een geheel met water gevulde slang, aan elk van de uiteinden voorzien van een glazen buis, het *peilglas*. Volgens de wet van de communicerende vaten liggen de waterspiegels in de beide peilglazen in hetzelfde niveauvlak. Zo'n waterpasslang is in het algemeen wegens de transportproblemen slechts geschikt voor het meten bij korte afstanden, bijvoorbeeld op bouwwerken. Het is gebleken dat de methode onder speciale omstandigheden echter juist voor metingen over zeer grote afstanden kan worden gebruikt.

In de dagelijkse praktijk echter heeft men een handzamer waterpasinstrument nodig, waarbij het niveauvlak wordt benaderd door een horizontale '*lichtstraal*'. Dit heet de *optische methode*. In zijn eenvoudigste vorm kan men zich een dergelijk waterpasinstrument denken als een met water gevulde U-vormige buis, opgesteld op een driepoot (*statief*).

De waarnemer kijkt langs de beide waterspiegels, dus volgens een niveauvlak. Hij noteert dan welke aflezing op de baak van het eerste punt (de zogenaamde achterbaak) met dit niveauvlak samenvalt, en herhaalt deze handeling met de baak op het tweede punt (de zogenaamde voorbaak). Het verschil van beide aflezingen is het gevraagde hoogteverschil.



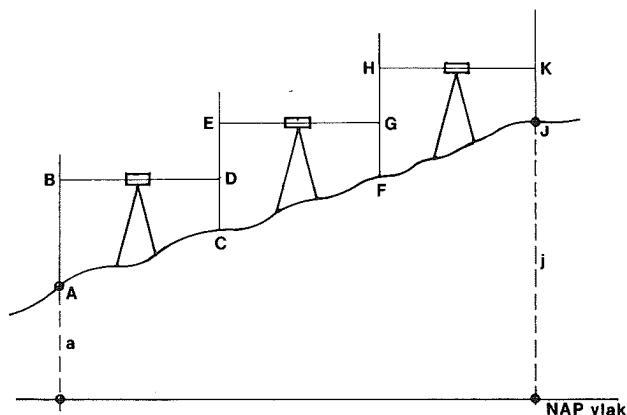
Principe waterpasinstrument en baak.

Dit principe is nader uitgewerkt in het gebruikelijke waterpasinstrument. Zo'n instrument bestaat uit een horizontale *richtkijker* die met behulp van een daarop aangebracht *niveau* ('waterpas') zuiver horizontaal kan worden gesteld. De richtkijker is voorzien van een stel *kruisdraden* die de horizontale '*lichtstraal*', de *vizierlijn*, realiseren en waarmee men op de afbeelding van de baak in de kijker een aflezing kan doen. Het op de kijker aangebrachte niveau is een gedeeltelijk met vloeistof gevulde gebogen buis; de luchtbel in deze buis zal zich onder invloed van de zwaartekracht naar het hoogste punt van de kromming begeven. De raaklijn aan de gebogen buis in het midden van de bel is dan zuiver horizontaal.

Sedert ongeveer 1950 zijn er ook zogenaamde automatische waterpasinstrumenten ontwikkeld waarbij door een in de kijker opgehangen prismasysteem onder invloed van de zwaartekracht automatisch een horizontale vizierlijn ontstaat.

Ondanks het feit dat voor de aflezing op de baak een kijker wordt gebruikt is de afstand van instrument tot baak, afhankelijk van de na te streven nauwkeurigheid, beperkt tot ongeveer 50 à 100 m. Dit betekent dat de maximale afstand van twee punten waarvan men het hoogteverschil wil meten slechts ongeveer 100 à 200 m is. Voor het overbruggen van grotere afstanden wordt daarom het traject door middel van tussenpunten verdeeld in een aantal stukken van 100 à 200 m. In elk van deze stukken (*slag* genaamd) meet men het hoogteverschil; de som van alle hoogteverschillen levert vervolgens het gevraagde hoogteverschil van de eindpunten. Deze meetmethode heet *doorgaande waterpassing*.

Bij de waterpassing volgens de optische methode ontstaat nog een klein probleem. Het licht plant zich namelijk rechtlijnig voort en de 'lichtstraal' van het waterpasinstrument zal dus niet het gebogen niveaувlak volgen doch daarvan een raaklijn zijn. Daarom wordt in elke slag het instrument zodanig opgesteld dat de afstanden tot de beide baken even groot zijn. Dit zogenaamde 'waterpassen uit het midden' heeft tot gevolg dat de (kleine) afwijking van de 'lichtstraal' bij beide baken gelijk is, zodat deze in het verschil wegvalt. De kromming van de niveaувlakken vormt dank zij deze meetmethode geen bezwaar bij de optische waterpassing [5].



Principe hoogte-overbrenging door middel van doorgaande waterpassing.

Gegeven: hoogte $A = \text{NAP} + a$. Gemeten: $AB - DC = h_1$; $CE - GF = h_2$; $FH - KJ = h_3$. Berekend: hoogte $J = \text{NAP} + a + h_1 + h_2 + h_3 = \text{NAP} + j$.

Peil

Bij alle tot nu toe besproken methoden van waterpassing zijn slechts *hoogteverschillen* verkregen. Om van de *hoogte* van een punt te kunnen spreken dient men een afspraak te maken over een nulpunt, in dit geval een nulvlak of *referentievlak*.

Door het kiezen van een referentiepunt wordt één van de niveaувlakken aangewezen als *referentieniveau* voor de hoogtemeting in een bepaald gebied. Zo'n referentieniveau wordt meestal aangeduid als het *peil*. Een peil had oorspronkelijk meestal zeer plaatselijke betekenis, bijvoorbeeld alleen in een polder. Later, toen er uitgebreidere waterstaatkundige werken moesten worden ontworpen namen over grotere gebieden één peil aan. Uiteindelijk leidde dit tot de keuze van één nationaal peil. Oorspronkelijk waren er in Nederland een groot aantal lokale peilen bekend, bijvoorbeeld het Amsterdams Peil, het Delflands Peil, het Rotte Peil, het Winschoter Peil en vele andere. Het bijzondere van het Amsterdams Peil (de naamswijziging NAP = Normaal Amsterdams Peil zal verderop worden besproken) is het feit dat dit peil in 1818 tot algemeen geldig referentieniveau voor geheel Nederland werd aangewezen.

Hoe bepaalt men nu de hoogte van een willekeurig punt in Nederland ten opzichte van het NAP? In principe zou dit moeten gebeuren door het hoogteverschil met het referentiepunt te meten, dus door het uitvoeren van een doorgaande waterpassing naar Amsterdam. In de praktijk gaat dat echter anders. Per land is er een centrale instantie die een netwerk van waterpassingen uitvoert, aangesloten aan het referentiepunt. In zo'n netwerk wordt de hoogte van een groot aantal vaste punten, *peilmerken* [6] genaamd, gemeten, berekend en gepubliceerd. Dergelijke peilmerken zijn over het gehele land verspreid, vandaar dat deze activiteit bekend staat als 'de verspreiding van het NAP'. Door middel van waterpassing vanuit een nabijgelegen peilmerk van het NAP kan door iedereen van elk willekeurig punt in Nederland de hoogte ten opzichte van NAP worden bepaald.

Het meten en berekenen van een nationaal waterpasnet is een tijdrovende operatie die met de grootst mogelijke zorgvuldigheid wordt uitgevoerd. Zo'n *nauwkeurigheidswaterpassing* moet vanwege het verloren gaan van peilmerken en vooral wegens het optreden van bodemdaling en inklinking met tussenpozen van 25 à 40 jaar worden herhaald, anders zijn de voor de peilmerken gepubliceerde hoogten niet meer betrouwbaar. Naast deze zogenaamde primaire waterpassingen kent men secundaire waterpassingen ter verdichting van het net. In Nederland is voor de verspreiding van het NAP de Meetkundige Dienst van de Rijkswaterstaat verantwoordelijk. Deze dienst publiceert van alle peilmerken de gegevens over de lokatie en de hoogte, zodat de gebruikers overal in Nederland van deze peilmerken kunnen uitgaan bij hun waterpassingen.

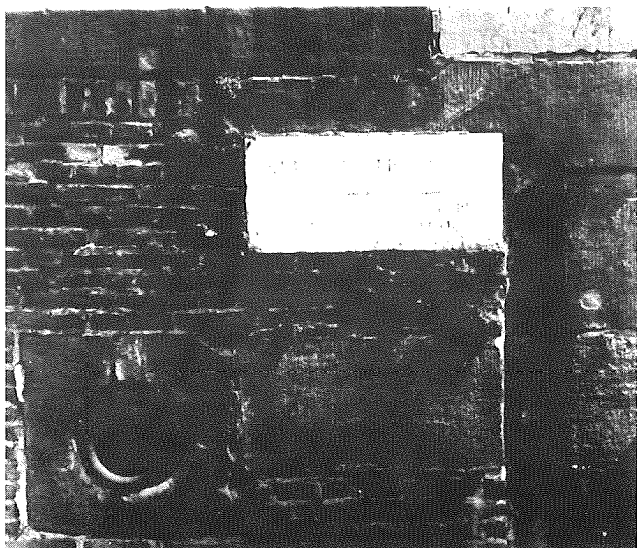
Het Amsterdamse Peil

Oorsprong en vastlegging

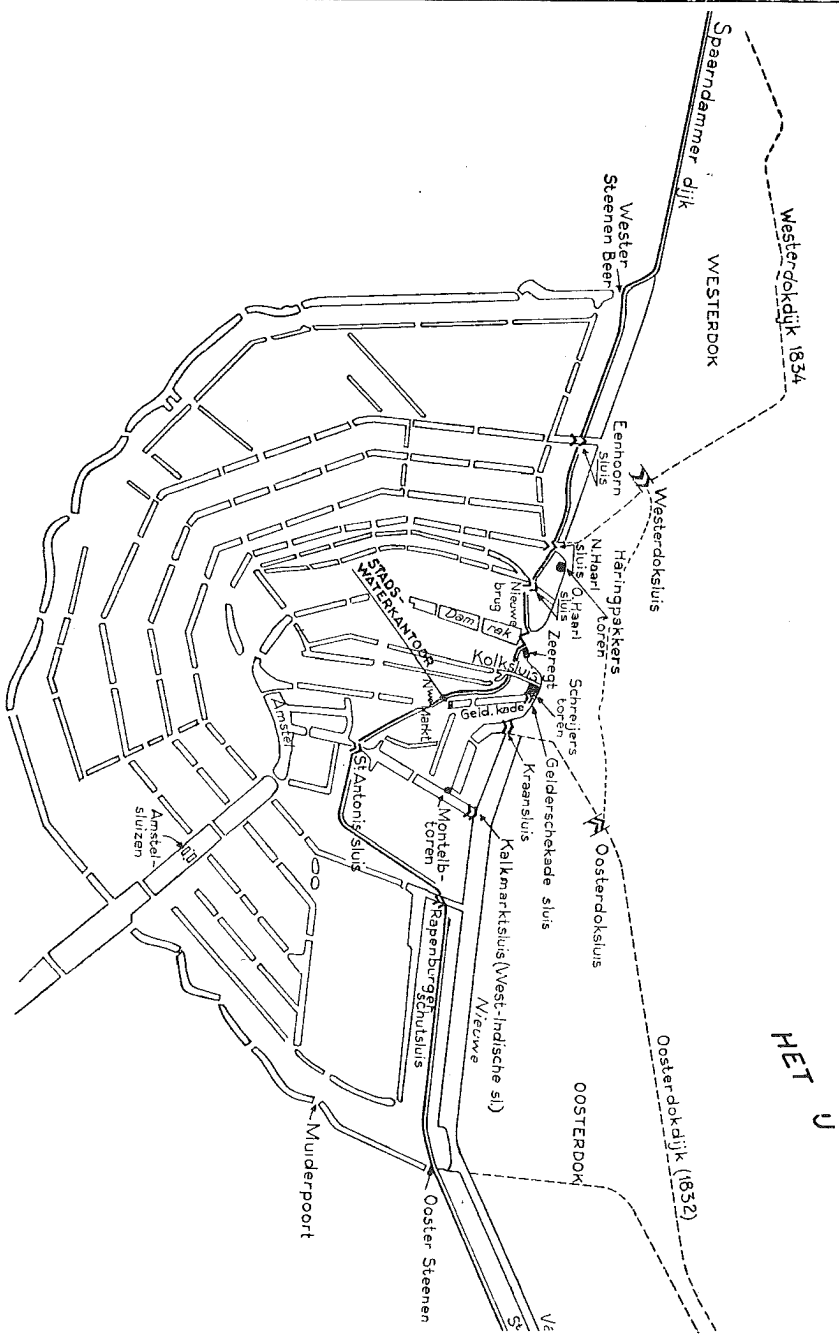
Ondanks verschillende, vaak uitgebreide, studies sedert het begin van de 19e eeuw is het niet gelukt om precies de oorsprong van het Amsterdamse Peil (AP, thans NAP geheten) vast te stellen. De meest recente studie is van P.l. van der Weele uit 1971.

Hoewel er ook vóór de 17e eeuw enige vage aanwijzingen bestaan is er in een geschrift van 1662 voor het eerst sprake van '... het peyl, daerop het IJewater ingelaten word in de Grachten ...'. Wat later, in 1673 komt de naam 'Stadspeil' voor het eerst voor en in 1674 wordt melding gemaakt van een 'Stads Peylsteen' in de muur van de Nieuwe Haarlemmersluis, gemerkt 'S.P.'.

Nadat ten gevolge van de stormvloed op 4 en 5 november 1675 delen van de stad Amsterdam onder water waren geraakt besloot het stadsbestuur de waterkering te verbeteren. De nieuwe waterkering kwam in april 1682 gereed en vervolgens werden van 1 september 1683 tot 1 september 1684 de hoogten van de eb en vloed ten opzichte van het Stadspeil in het IJ aan de Haarlemmersluis 'alle Nagten' waargenomen, met uitzondering van de maanden januari en februari, 'welke zijn overgeslagen om het toewater' [7]. Uit deze waarnemingen kan men afleiden dat de gemiddelde vloed op het IJ te Amsterdam 1,8 mm beneden het Stadspeil bleef. Het Stadspeil was dus ongetwijfeld als de gemiddelde vloedhoogte bedoeld, hetgeen wordt bevestigd door Wagenaar die, sprekend over 'een gemeene vloed in 't IJ' stelt: 'Wanneer de vloed tot deze hoogte geklommen is, wordt het water gezeid te staan op Stads- of Amsterdamsch peil'.



Eén van de dijkpeilstenen die burgemeester Hudde liet aanbrengen.



De waterkeringen van Amsterdam in de 18e eeuw.

In de waterkering van Amsterdam bevonden zich behalve de reeds genoemde Haarlemmersluis nog een aantal andere sluizen. In acht van deze sluizen liet de toenmalige burgemeester Johannes Hudde peilmerken aanbrengen in de vorm van witte marmeren stenen waarin een horizontale groef was uitgehakt. Deze stenen droegen het opschrift 'ZEEDYKSHOOGTE. ZYNDE NEGEN VOET VYF DUYM BOVEN STADTSPEYL' en worden dijkpeilstenen genoemd.

De dijkpeilstenen bevonden zich in de volgende sluizen, in volgorde van west naar oost: Eenhoornsluis, Nieuwe Haarlemmersluis, Oude Haarlemmersluis, Nieuwe Brugsluis, Kolksluis, Kraansluis, West-Indische sluis en Scharrebiërs sluis. In bijgaande tabel is aangegeven tot wanneer deze stenen zijn gebruikt:

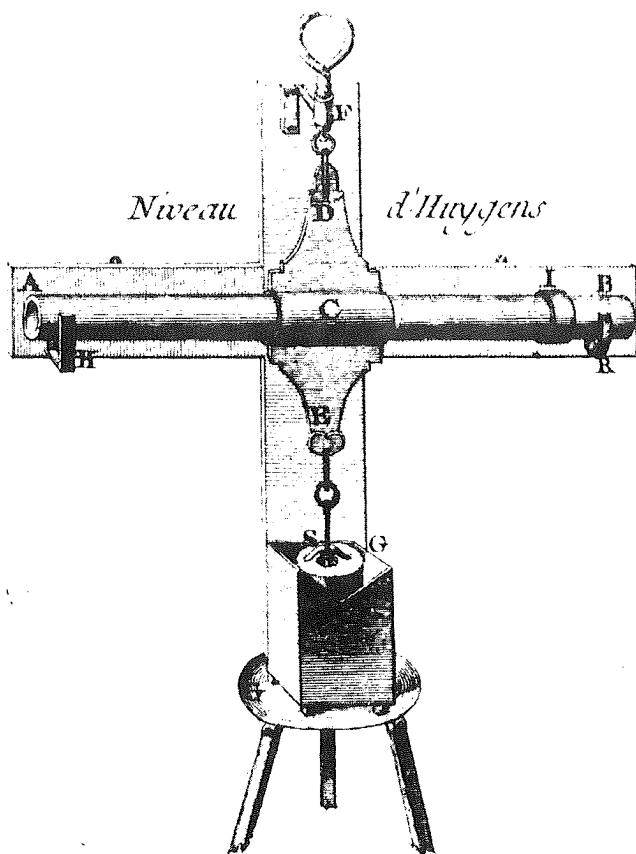
	1851	1876	1928	1952
Eenhoornsluis	x			
Nieuwe Haarlemmersluis	x			
Oude Haarlemmersluis	x	x		
Nieuwe Brugsluis	x	x	x	x
Kolksluis	x	x		
Kraansluis	x	x		
West-Indische sluis	x	x	x	
Scharrebiërs sluis	x			

Het is niet bekend of deze stenen al in 1682, bij de verbetering van de waterkering, of pas na september 1684 (dus na de waterstandswaarnemingen) zijn geplaatst. *In ieder geval staat vast dat omstreeks die tijd, nu drie eeuwen geleden, het Amsterdamse Peil op voortreffelijke wijze werd vastgelegd.*

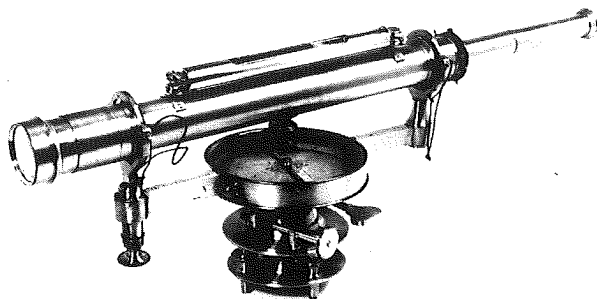
Er zijn bij deze vastlegging een aantal opmerkingen te maken. In principe wordt een referentievlak (hier dus het AP) vastgelegd door de keuze van één punt van dat vlak, het referentiepunt. Hier blijkt echter dat er te Amsterdam werd gekozen voor een achttal punten, die bovendien niet in het AP-vlak zelf lagen doch 9 voet 5 duim (= 2,6789 m) daar boven. Met andere woorden, de stenen van Zeedijks-hoogte zijn in feite peilmerken, die slechts in combinatie met het hoogtegetal (2,6789 m) de ligging van het AP kunnen markeren. Dat er niet minder dan acht van dergelijke peilmerken zijn aangebracht heeft zowel voor- als nadelen. Eén van de voordelen is ongetwijfeld dat er een ruime reserve aanwezig was indien in de loop van de tijd peilmerken verloren gingen; dit voordeel zal verderop blijken. Bovendien is er een goede controlemogelijkheid aanwezig indien één van de peilmerken gestoord zou zijn, bijvoorbeeld door verzakking. Een nadeel van dit grote aantal is het probleem van de eenduidigheid dat optreedt indien de groeven aanvankelijk niet in één niveauvlak zouden hebben gelegen. In het volgende zal echter blijken dat de stenen met grote zorgvuldigheid zijn aangebracht.

Van oorsprong was het AP blijkens het bovenstaande een peil dat was afgeleid uit het zeeniveau en wel de gemiddelde hoogte van een normale vloed te Amsterdam [8]. Uit de waterstandswaarnemingen van 1683/84 blijkt dat het tijverschil

(het verschil tussen hoog en laagwater) te Amsterdam $13\frac{23}{306}$ duim = 0,3365 m bedroeg zodat het AP in die tijd $\frac{1}{2} \times 0,3365 + 0,0018 = 0,17$ m lag boven het gemiddeld zeeniveau, beter gezegd de halftijstand (het gemiddelde van hoog- en laagwater) te Amsterdam. De relatie van het AP met het zeeniveau werd ook naderhand zorgvuldig waargenomen, namelijk door dagelijkse waterstandsmetingen in het Stadswaterkantoor aan de Nieuwe Markt. Overdag werd om het uur, des nachts om het half uur de waterstand ten opzichte van AP afgelezen en genoteerd. De waarnemingen vanaf 1 januari 1700 tot het tijdstip van afbraak van het Stadswaterkantoor in 1861 zijn bewaard gebleven; zij vormen ongetwijfeld de oudste reeks waarnemingen van het zeeniveau die waar ook ter wereld beschikbaar is.



Het waterpasinstrument van Christiaan Huygens (1692-1695), waarvan een exemplaar zich in museum Boerhave te Leiden bevindt.



Het waterpasinstrument van Krayenhoff.

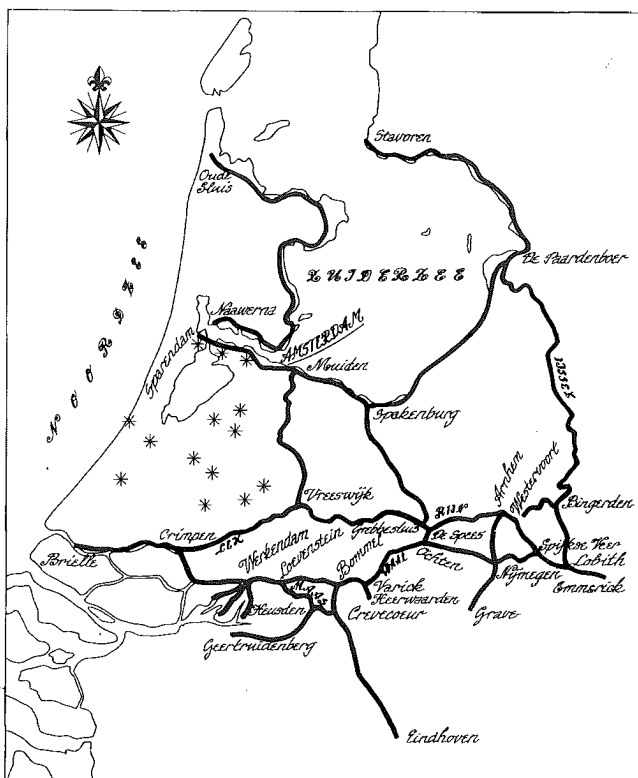
Geleidelijke verspreiding

In de loop van de 18e eeuw werd het AP door middel van eenvoudige waterpassingen verspreid in de omliggende gebieden. Op 16 november 1707 werd op last van 'Rijnland' aan het Verlaat in de Drecht bij de Bilderdam 'een peylplanck geslagen met den bovenkant overeenkomend met de stadspeyl van Amsterdam'. Ongeveer 30 jaar later, in 1737 werd ook aan 'de Leidschen dam' de waterstand voor het eerst gemeten ten opzichte van AP, terwijl op een kaart van de Beneden Maas en de Merwede (± 1740) van M. Bolstra opgaven van hoogten ten opzichte van AP voorkomen. Ook bij Vreeswijk was het AP reeds in 1737 bekend, terwijl het in 1747 te Woerden en in 1748 te Muiden werd aangegeven. Bij al deze overbrengingen benutte men bij gunstige weersomstandigheden de stilstaande waterspiegels in de boezem- of andere wateren; slechts voor de verbinding tussen twee gescheiden wateren was een waterpasinstrument nodig. Hiervoor was een flesjeswaterpas of een speciaal instrument, ontworpen door Huygens, het meest gebruikte hulpmiddel.

De metingen van Krayenhoff

Al deze overbrengingen vonden echter slechts incidenteel en zonder veel coördinatie plaats. Eerst tijdens de Bataafse en Franse tijd werd een systematische verspreiding van het AP ter hand genomen. De Adjunct-Inspecteur-Generaal der Rivieren, de latere generaal C.R.T. Krayenhoff voerde van 1797 tot 1812 met de aan hem toegevoegde geografische ingenieurs (militairen) doorgaande waterpassingen uit vanuit Amsterdam naar de grote rivieren. Dit net werd aan het einde van de operatie nog uitgebreid met enige waterpassingen langs de kust van de Zuiderzee, die door de Waterstaat werden gemeten. Krayenhoff maakte bij deze waterpassingen gebruik van het waterpasinstrument van Ramsden, bestaande uit een horizontale richtkijker met daarop gemonteerd een niveau. Toch hield hij ook de oude methode in ere, onder andere toen hij op 5, 6 en 7 januari 1813 door middel van de waterspiegels in de met ijs bedekte wateren van het Hollandse polderland het AP overbracht naar peilschalen en peilmerken tot aan Katwijk, Leidschendam en Oudewater toe.

Krayenhoff had het AP tot vergelijkingsvlak gekozen, 'daar het Amsterdamsche Peil overal zoo zeer bekend is en aan verscheidene waterschappen tot rigtsnoer verstrekt'. Oorspronkelijk was hij daarbij uitgegaan van het nulpunt van de peilschaal aan de Amstelsluis. Dit nulpunt liet Krayenhoff op 22 december 1812 op plechtige wijze door een commissie onder zijn leiding vergelijken met het nulpunt van de schaal in het Stadswaterkantoor en met de hoogte van de dijkpeilsteen in de Kolksluis. De heren begaven zich daartoe op het ijs en, nadat de waterkeringen van de binnenstad waren gesloten, gebruikten zij de waterspiegel in de stad als waterpasvlak. Blijkens het opgemaakte Proces-Verbaal constateerde de commissie dat de hoogte van alle onderzochte punten 'juist was zooals dezelve behooren te zijn' [9]; een constatering die menige landmeter thans met jaloezie zal vervullen. Op grond van deze metingen op 22 december 1812 werden vier stenen op verschillende plaatsen (onder andere in de Amstelsluis) ingemetseld, 'ten einde de ingehakte groeven in deze vier steenen te mogen doen dienen niet alleen tot standvastе verzekering van den stand des nulpunts der Amsterdam-



Reconstructie van het net van de waterpassing van Krayenhoff (ijswaarnemingen schematisch aangegeven met *).

sche peilschaal maar ook tot duurzame bewaring van het denkbeeldig waterpasvlak, waartoe de geconcateneerde waterpassing [10] der rivieren en wateren van de Hollandsche departementen is herleid geworden'. Deze extra stenen zijn blijkens het Proces-Verbaal pas na de metingen van 22 december 1812 aangebracht. Naderhand, in 1851, gaven afwijkingen in de hoogteligging van deze stenen aanleiding tot enige verwarring omtrent de juiste ligging van het AP. Deze verwarring werd nog vergroot toen door Stamkart in 1861 een fout van 8 cm in het nulpunt van de peilschaal van het Stadswaterkantoor werd gevonden. Dit probleem is echter te specialistisch om hier verder op in te gaan. Het is overigens merkwaardig dat Krayenhoff van de oorspronkelijke dijkpeilstenen alleen die in de Kolksluis heeft benut. Alle acht moeten toen nog aanwezig zijn geweest, want dat was volgens Van der Sterr (1934) nog in 1851 het geval.

Krayenhoff publiceerde de gegevens omtrent ligging en hoogte van de door hem bepaalde peilmerken (destijds verkenmerken genoemd) in 1813 in de *Verzameling van hydrographische en topographische waarnemingen in Holland*. Het is de oudst bekende publikatie van deze aard

Verspreiding tot in Duitsland

Dank zij het werk van Krayenhoff was het AP in betrekkelijk korte tijd over een groot gedeelte van Nederland verspreid. De verbetering van de rivieren (ongetwift mede aanleiding tot de waterpassing) vergde een eenduidig referentievlak over grote afstanden en ook voor de bouw van verschillende kanalen was dit ten zeerste gewenst. Naar aanleiding van een memorie van de Waterstaat (door de Inspecteur-Generaal A.F. Goudriaan) werd bij KB van 18 februari 1818 nr. 60 het AP als algemeen vergelijkingsvlak voorgeschreven. Tijdens de regering van koning Willem I werd in verband met de kanalen- en wegebouw het AP verder over Nederland (en gedeeltelijk over België) verspreid. De aanleg van spoorwegen sedert 1839 droeg daar naderhand in niet geringe mate toe bij. Zelfs tot ver over de grenzen diende het AP als vergelijkingsvlak bij de spoorwegbouw. In Duitsland bijvoorbeeld werd in 1860 een tabel gepubliceerd van de hoogten van ± 550 stations der Pruisische Spoorwegen aangegeven als 'Höhe über dem Nullpunkt des Amsterdamer Pegels' [11]. Echter, alleen de gegevens voor Rheinland en Westphalen waren in directe verbinding met het AP tot stand gekomen; voor de oostelijke gebieden tot Königsberg (= Kaliningrad), en Breslau (= Wrocław) toe, had men de hoogten, gemeten ten opzichte van de peilschaal van Swinemünde (= Swinoujście) tot hoogten ten opzichte van AP gereduceerd. Het AP was volgens Jordan vóór 1880 in Pruisen één van de meest gebruikte peilen en ook Von Morozowicz vermeldt dat in Pruisen westelijk van Hannover en Kurhessen (= Kassel) het AP algemeen werd gebruikt.

De Eerste nauwkeurigheidswaterpassing en de invoering van de benaming NAP

Verzoek van Pruisen

In tegenstelling tot de situatie in Nederland was er in de eerste helft van de 19e eeuw in Duitsland geen over het gehele land uitgevoerde systematische waterpassing aanwezig. De verschillende incidentele waterpassingen, vaak zonder systeem aan elkaar aangesloten, leidden voortdurend tot onoplosbare tegenstrijdigheden. Dit probleem kwam ter sprake op de eerste conferentie van de 'Mittel-europäische Gradmessung' die van 15 tot 22 oktober 1864 te Berlijn werd gehouden onder voorzitterschap van generaal J.J. Baeyer, directeur van het Preussische Geodätische Institut te Potsdam. Ter verduidelijking: een 'graadmeting' is bedoeld om de vorm van de aardellipsoïde te bepalen met behulp van driehoeksmetingen en astronomische metingen. Het probleem van de hoogtemeting is daarbij slechts van secundair belang; niettemin nam deze conferentie een resolutie aan, waarin erop werd aangedrongen dat elk land een primair waterpasnet zou meten. En niet alleen dat, er werd ook aanbevolen deze netten aan de landsgrenzen met elkaar te verbinden, zodat de referentievlakken konden worden vergeleken.

Op grond van deze resolutie begon de Preussische Landesaufnahme in 1868 met de metingen voor een primair waterpasnet. Als nulpunt voor dit net wenste zij het AP aan te houden en in 1874 verzocht de Pruisische regering aan de Nederlandse regering vergunning voor generaal Baeyer om zijn waterpassingen vanaf Salzbergen te mogen voortzetten over de Nederlandse grens naar Amsterdam.

'Onze Regeering deed meer en beter dan dit' stelt Cohen Stuart in 1877 in zijn voordracht voor het Koninklijk Instituut van Ingenieurs; in plaats van de gevraagde vergunning te verlenen bood zij aan de desbetreffende verbinding te doen waterpassen en voorts om een net van waterpassingen over geheel Nederland te zullen meten. Dat besluit was met ongebruikelijke spoed genomen, omdat anders (maar dat zei Cohen Stuart er niet bij) '... de Regeering, zonder aanstoot te geven, niet zou kunnen verhoeden dat Pruisische officieren of ambtenaren in ons land de waterpassingen kwamen verrichten' [12].

Eerste Nauwkeurigheidswaterpassing

Het Pruisische verzoek, en wellicht de resolutie van de Mitteleuropäische Gradmessung (1864) waren aldus de aanleiding tot de *Eerste nauwkeurigheidswaterpassing* in Nederland, van 1875 tot 1885. De 'eerste', omdat de waterpassing van Krayenhoff wegens de gebrekkige middelen en methoden niet als een echte nauwkeurigheidswaterpassing kon worden beschouwd; bovendien was de omvang te beperkt gebleven.

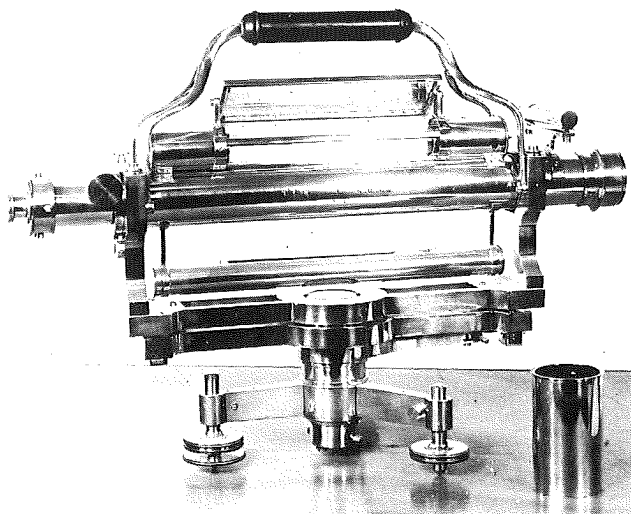
Het waterpasnet en de meetmethoden werden ontworpen door dr. L. Cohen Stuart, directeur van de Polytechnische School [13] te Delft, die met de leiding van de metingen was belast. De benodigde waterpasinstrumenten werden speciaal vervaardigd door de gebroeders Caminada te Rotterdam. Cohen Stuart ont-

wierp een speciale methode om de baakaflezing zo nauwkeurig mogelijk te verrichten; een procédé dat naderhand ook bij Duitse waterpassingen werd ingevoerd onder de benaming 'Holländisches Nivellierverfahren'. Na de plotselinge dood van Cohen Stuart in 1878 ging de leiding van de 'Rijkswaterpassing' over naar de in 1879 opgerichte Rijkscommissie voor Graadmeting en Waterpassing [14]. De metingen werden verricht door twee à drie meetploegen van acht personen, elke ploeg onder leiding van een jonge civiel-ingenieur. Aangezien in elke meetploeg een tweetal oudste-jaars studenten was opgenomen bleef het meetseizoen beperkt tot de zomervakanties van de Polytechnische School (half juli tot begin oktober).

Als referentievlak werd vanzelfsprekend het AP gekozen en de aansluiting aan de vijf nog aanwezige dijkpeilstenen vond plaats in 1876. Daarbij bleek dat de afwijking van de gemiddelde hoogte voor deze stenen ten hoogste 4 mm bedroeg, een bewijs met welk een nauwkeurigheid zij bijna 200 jaar tevoren waren aangebracht. De op last van Krayenhoff in 1813 ingemetselde AP-stenen bleken ten opzichte van de dijkpeilstenen te zijn gedaald; zij werden niet meer als referentiepunten erkend.

Het werk kwam in 10 jaar gereed en de resultaten werden gepubliceerd in *Uitkomsten der Rijkswaterpassing* ('s-Gravenhage 1888). De totale lengte van het net bedroeg ruim 2100 km en in de publikatie werden de gegevens van 976 punten (peilmerken en nulpunten van peilschalen) opgenomen.

Met de publikatie van de resultaten in 1888 beschouwde de Rijkscommissie voor Graadmeting en Waterpassing haar taak ten aanzien van de waterpassing als beëindigd. De zorg voor het bewaren en zo nodig vervangen der merken werd op



Waterpasinstrument van Caminada.

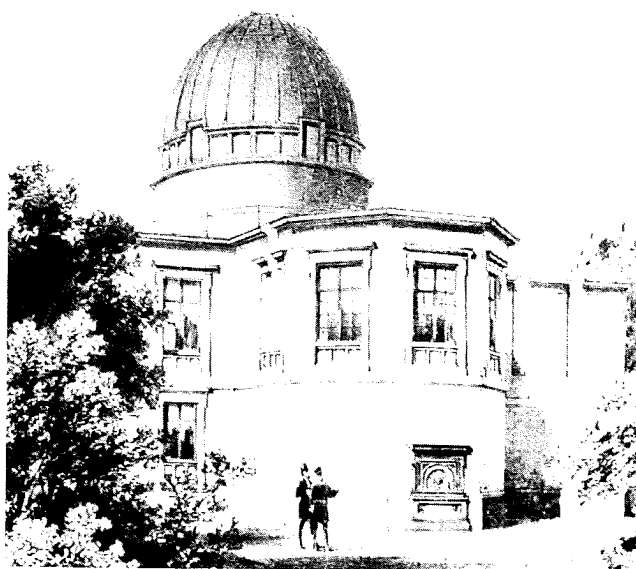
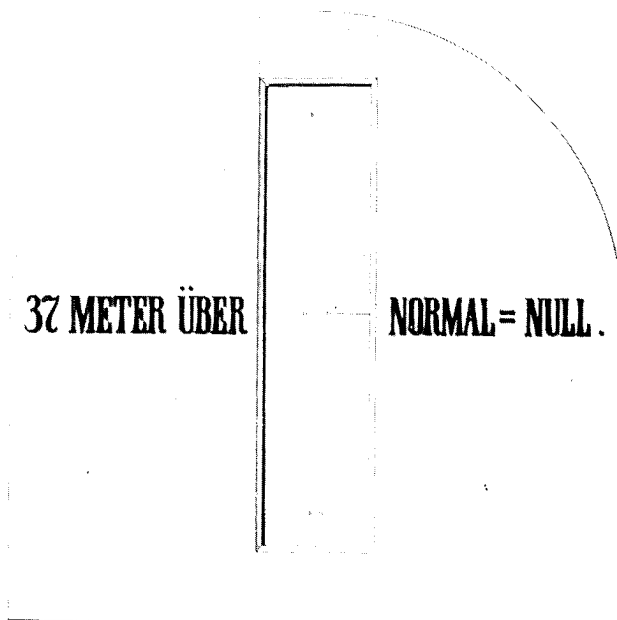


De meetploeg van ir. C. Lely (met witte hoed) die in de gehele Eerste Nauwkeurigheidswaterpassing een belangrijke rol vervulde. Later verwierf hij nationale bekendheid in verband met de Zuiderzeewerken.

29 december 1888 opgedragen aan de Algemene Dienst van de Rijkswaterstaat. De uitkomsten van de waterpassing van 1875-1885 en de daaraan verbonden secundaire metingen hebben tot het gereedkomen van de Tweede Nauwkeurigheidswaterpassing (1926-1940) de grondslag gevormd voor alle hoogtebepalingen in Nederland.

Verbinding met Duitsland

Hoe was het ondertussen met de aansluiting van de Duitse waterpassingen gegaan? In 1876 kwamen de metingen over de trajecten Amsterdam-Deventer, Deventer-Nieuweschans en Deventer-Denekamp gereed, in 1877 volgde de verbinding Oldenzaal-Salzbergen. Op grond van de aldus verkregen gegevens berekende de Preussische Landesaufnahme de hoogte van haar peilmerken te Berlijn ten opzichte van AP. Ter duurzame vastlegging van dit peil werd aan de Sterrenwacht te Berlijn een syenietplaat ingemetseld, waarop een millimeter-schaaltje was bevestigd, welks nulstreep op 37 m boven het AP lag. De steen werd op 22 maart 1879 (de verjaardag van de Duitse Keizer) officieel geïnstalleerd als referentiepunt voor alle Duitse waterpassingen. In Duitsland werden in het vervolg alle hoogten die bepaald waren uit de Duitse nauwkeurigheidswaterpassing sinds 1879 aangemerkt als hoogten ten opzichte van de Normal-Null (NN), in feite een andere naam voor het vergelijkingsvlak AP.



De Sterrenwacht te Berlijn met de vastlegging van het Normal-Null.

Dat de Duitse landmeters dit niet waren vergeten blijkt wel uit het volgende lied. Het werd in 1887 voor het eerst gezongen tijdens een feestelijke boottocht op de Elbe bij Hamburg ter gelegenheid van de afsluiting van de '15e Haupt-Versammlung des Deutschen Geometer-Vereins'.

Der Pegel zu Amsterdam [15]

(Melodie: Deutschland, Deutschland über Alles.)

Auf des Meeres kühlem Grunde
An dem Strand bei Amsterdam
Steht der wichtigste der Pegel
Halb bedeckt mit Sand und Schlamm.
Zwischen Austern, Krebsen, Fischen,
Die bekanntlich kaltes Blut,
Taucht nur selten eine Latte [16]
Zu ihm in die dunkle Fluth.

An Gebäuden, festen Punkten,
Pyramiden [17] ohne Zahl,
Auf den Strassen sieht man Bolzen,
Jeder dünkt sich recht normal,
Am normalsten dünkt sich jener,
Den man in Berlin gesetzt,
Er vergisst jedoch nur leider,
Dass er Kindespflicht verletzt.

Tröste dich, du armer Pegel,
Bleib' hübsch ruhig und normal,
Alle sind sonst null und nichtig,
Richtig keine Höhenzahl:
Denn die Bolzen, denn die Marken,
Alle Punkte gross und klein
Sind bezüglich ihrer Höhe
Nur basiert auf Dich allein.

Benaming NAP

Maar niet alleen in Duitsland, ook in Nederland zou het AP spoedig een nieuwe naam ontvangen. De resultaten van de Eerste nauwkeurigheidswaterpassing leverden namelijk voor reeds bestaande peilmerken (vooral op wat grotere afstand van Amsterdam) aanzienlijke verschillen op met de eerder bekende hoogten die waren gebaseerd op de waterpassing van Krayenhoff. In de *Uitkomsten der Rijkswaterpassing* werden deze oude hoogten ('tot nu aangenomen') in een aparte kolom vermeld. Aangezien er aan de peilmerken niets leek te zijn veranderd, kon men door het gewijzigde hoogtecijfer de indruk krijgen dat het AP-vlak ter plaatse was gewijzigd. Omdat het verschil plaatselijk tot één à twee

decimeter opliep, ontstond er bovendien verwarring indien de resultaten van de nieuwe waterpassing werden gebruikt in combinatie met oude, nog niet hermeten peilmerken. Daarom voerde men voor het vergelijkingsvlak, zoals dat uit de Eerste nauwkeurigheidswaterpassing volgde op 1 januari 1891 de benaming NAP in [18].

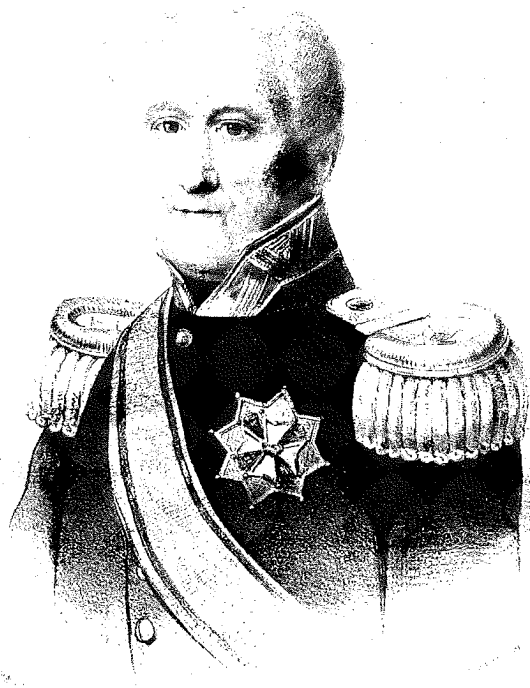
Wat de toegevoegde letter N voorstelde werd er niet bij vermeld; noch in de registers 'Hoogte van Verkenmerken' noch in een desbetreffend bericht in het tijdschrift *De Ingenieur* (1893, p.10) is de betekenis van de letter N verklaard. Het blijkt dat de toevoeging N is geschied op voorstel van de Rijksc commissie voor Graadmeting en Waterpassing; in de notulen van de 46e vergadering (5 mei 1890) werd uitdrukkelijk gesteld dat NAP zou betekenen *Normaal Amsterdams Peil*. Blijkbaar min of meer in analogie met de Duitse naamswijziging (Normal-Null), die ongetwijfeld is voortgesproten uit dezelfde problematiek.

Het ontbreken van een verklaring voor de letter N heeft aanleiding gegeven tot veel misverstanden. De interpretatie 'Nauwkeurig' of 'Nieuw' ligt voor de hand en de titel van de artikelenreeks in het *Technisch Gemeentebld* (1920) door een deskundige als Van der Sterr heeft er geen goed aan gedaan. Maar in ieder geval, het 'denkbeeldig vergelijkingsvlak' zelf is ongewijzigd gebleven; voortaan wordt het Amsterdams Peil aangegeven met de letters NAP.

Noten

1. Belangrijke werken zijn: aanleg Pannerdensch Kanaal (1705), graven Bijlandsch Kanaal, dit is het gedeelte van de Bovenrijn even beneden Lobith (1774) en de totstandkoming van een nieuwe bovenmond van de IJssel (1775).
2. Een simplificatie, waarbij de aarde als een homogene bol wordt beschouwd.
3. Opnieuw een vereenvoudigde voorstelling die alleen geldt indien de aarde een homogene bol zou zijn.
4. In het meervoud: baken.
5. Vanzelfsprekend ook niet bij de hydrostatische waterpassing, waar immers een werkelijk niveauvlak wordt gebruikt.
6. In oudere literatuur: verkenmerken.
7. Verhoging van de waterstand ten gevolge van storm.
8. Het IJ stond tot de afsluiting in 1872 via de Zuiderzee in open verbinding met de Noordzee.
9. Zie voor de volledige tekst: P.I. van der Weele, *De geschiedenis van het N.A.P.*, Delft 1971, p.35-39.
10. Aaneengeschakelde, dus doorgaande waterpassing.
11. Pegel betekent zowel peil als peilschaal.
12. Brief van de Koninklijke Akademie van Wetenschappen aan de Minister van Binnenlandse Zaken dd. dec. 1878. Enige beduchtheid voor de macht van het juist gestichte Duitse Keizerrijk na de overwinning op Frankrijk in 1871 zal hieraan niet vreemd zijn geweest.

13. Thans: Technische Universiteit Delft.
14. Thans: Nederlandse Commissie voor Geodesie.
15. Een uitgebreide versie van dit lied is te vinden in: *Landmesser-Liederbuch*, Stuttgart 1904.
16. Latte = baak.
17. Soms waren peilmerken aangebracht aan speciale stenen palen: 'Pyramiden'.
18. Brief no. 144 dd. 29 december 1890 afd. Waterstaat I van de Minister aan de Hoofdingenieurs in de districten van de Waterstaat.



Krayenhoff

C.R.T. Krayenhoff (1758-1840).

Elementaire vierwieliers

prof.dr.ir. A. Wegener Sleeswijk

hoogleraar Rijksuniversiteit Groningen, Faculteit der Wiskunde en
Natuurwetenschappen, Afdeling Natuurkunde

De simpele mechanica van het trekdier laat zien dat het minder te lijden heeft van verticale reactiekrachten bij het rijden over een oneffen bodem als het een vierwielige wagen trekt dan een tweewielige kar. Maar de vierwielige wagen is wel een constructie die aan veel lastiger eisen moet voldoen dan de tweewielige kar. De voornaamste eis is dat de wielen tijdens het rijden altijd alle vier op de bodem rusten. Dit houdt in dat de twee assen ten opzichte van elkaar kunnen wiebelen; dat is enigszins roteren in het verticale vlak. De constructie die de twee assen met elkaar verbindt moet voldoende torsieflexibiliteit bezitten om deze beweging toe te staan. De onderwagen, of het wagengestel, dat in Europese wagens sinds de prehistorie traditioneel werd toegepast, voldeed aan die eis; het is daar een antwoord op.

Ten opzichte van dit probleem is dat van de zwenkbaarheid of draaibaarheid van de vooras in het horizontale vlak dat de wagen bestuurbaar maakte, geheel secundair. Als de vooras niet gezwenkt kon worden, moest de wagen door de bocht worden getrokken en dat resulteerde in een grote draaicirkel. De ondersteuning van een zwenkbare vooras leidde tot een uitbreiding van de asconstructie in de langsrichting: men verkreeg zo een voortrein, die op de langboom werd afgesteund. De eerste constructieve oplossingen voor deze ondersteuning beperkten ten eerste de hoek waarover de voortrein kon zwenken. Pas in de 17de eeuw werd het maken van een haakse bocht met een wagen qua constructie een mogelijkheid.

Naar het schijnt ontwikkelde de wagenbouw zich in Scandinavië op andere wijze dan in de rest van Europa. Blijkbaar is de wagen daar al in de eerste helft van het eerste millennium voor onze jaartelling ontstaan uit de koppeling van twee tweewielige karren, die op hun beurt waarschijnlijk uit gevorkte zomersleden waren voortgekomen.

Europese boerenwagens

Ofschoon de Engelse rijtuigbouwer Obadiah Elliott al in 1805 een octrooi verleend kreeg op een rijtuig met een zelfdragende carrosserie (die steunde op de wielassen via elliptische bladveren), duurde het toch tot na de tweede wereldoorlog voordat deze constructiewijze bij de automobielen algemeen werd toegepast. Vóór die tijd was de in massa geproduceerde auto in principe net zo gebouwd als de Europese boerenwagen. Op een onderwagen of wagenstel (bij de auto: chassis) rust een wagenbak (bij de auto: carrosserie) die eenvoudig te monteren of te

demonteren is. Bij de auto is bovendien vering aangebracht tussen het chassis en de assen.

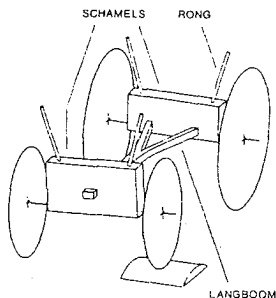
Om enig inzicht in de problematiek van deze constructies te verkrijgen, verdiepen wij ons even in een uiterst elementair aspect van de voertuigtechniek. Het primitiefste voertuig dat men zich kan voorstellen, is een kist (bijvoorbeeld zoals gebruikt voor het verpakken van sigaren of zeep), waaraan bij de vier hoekpunten wielen zijn bevestigd.

Zo'n kist of kistje is stijf, en dat blijkt een gebrek te zijn als men met zo'n elementaire vierwieler uit rijden gaat. Als de grond niet geheel vlak is, wiebelt zo'n primitief voertuig bij het rijden om de diagonalen die de wielen verbinden, want het rust bijna altijd op maar drie wielen en bij uitzondering op alle vier.

Mechanici noemen het steunen op meer dan drie punten 'statisch onbepaald'; dit houdt een onzekere gewichtsverdeling in, en eventueel gewiebel. Met een driewieler – die 'statisch bepaald' is – doet dit probleem zich niet voor. Maar als een driewieler niet al te gemakkelijk mag omkiepen, moeten de wielen relatief ver uit elkaar staan en ook dat kan onpraktisch zijn. Bij de ongeverde vierwieler met een stijf frame is het rijden al bij matige snelheid over ongelijke bodem gevaarlijk: de inhoud kan uit de wagenbak worden geslingerd en het voertuig wordt ook vrijwel onbestuurbaar.

Kinderwagen

De remedie hiertegen is bij de meeste kinderwagenonderstellen waar te nemen: die zijn namelijk maar weinig stijf wat betreft wringing om de langsas. Dit blijkt een deugd te zijn, want nu blijven alle vier wielen op de grond staan als het wegdek niet al te ongelijk is (*afb. 1*). Deze torsieflexibiliteit is op zich nog geen vorm van vering, maar wel houdt, omgekeerd, vering vrijwel altijd ook torsieflexibiliteit in. De kinderwagen is overigens vermoedelijk het eerste westerse vierwielige voertuig waarmee de Japanners na de 'openlegging' in de vorige eeuw kennismaakten: de bekende humanist en pedagoog Fukazawa Yukichi bracht in 1867 er een uit Amerika mee.



1. Schema van een onderwagen die flexibel in torsie moet zijn als de wielen ongelijk staan.

Bij andere voertuigen dan kinderwagens, in het bijzonder voertuigen zonder vering, kan de torsieflexibiliteit worden verkregen door bijvoorbeeld de wagenbak flexibel te maken en de wielassen daar direct aan te bevestigen. Dit is een oplossing die buiten Europa zeer veel wordt toegepast, maar binnen Europa slechts sporadisch, zowel vroeger als nu. Tegenwoordig niet omdat bijna alle Europese voertuigen op luchtbanden rijden en meestal ook geveerd zijn. En vroeger niet omdat de traditionele oplossing eruit bestond de onderwagen flexibel uit te voeren. De daarop liggende wagenbak kan wel flexibel zijn (en is dat bij de boerenwagen meestal ook - we komen daar nog op terug) maar hoeft niet zelfdragend te zijn. Dit vereenvoudigt het probleem van de constructie van zo'n voertuig. Dat was overigens waarschijnlijk nooit de overweging waar de onderwagenconstructie op teruggaat: het moet meer een kwestie van traditie zijn geweest en van een ontwikkeling in kleine stapjes.

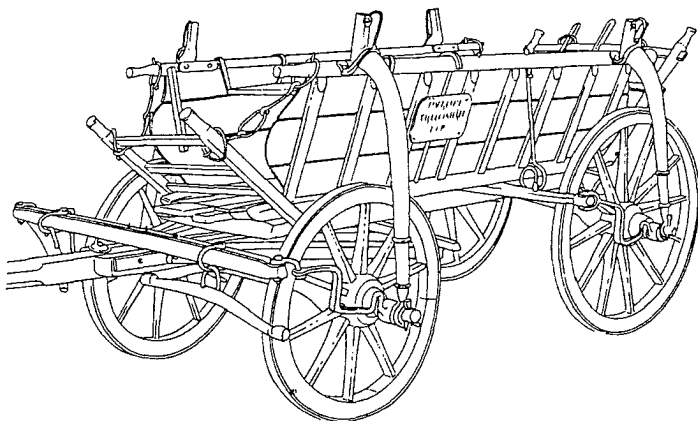
Onderwagen

De onderwagen bestaat uit een voor- en achterschamel waar de wielassen ook deel van uitmaken, en in West- en Midden-Europa een langboom die beide verbindt. De langboom is van achteren gevorkt: oorspronkelijk was dit een vork met twee tanden, gemaakt uit een gevorkte boom, of van een gedeeltelijk gespleten en opengebogen balk. Deze constructie biedt weinig weerstand tegen torsie om de langsas, zoals vereist, maar zorgt er wel voor dat de achterschamel haaks op de langboom blijft staan, iets dat voor de richtingsstabiliteit natuurlijk van groot belang is.

Er bestaan allerlei varianten op deze constructie. In de eerste plaats is de langboomvork later drietandig gemaakt: de langboom is een rechte balk die door een gat in de achterschamel loopt, en de vork bestaat uit twee gespreide balken die ongeveer halverwege tussen de schamels aan de langboombalk zijn bevestigd.

In ons land is dit een permanente verbinding met ijzeren bouten, soms ook met ijzerbeslag, maar in Frankrijk, Noord-Duitsland en Scandinavië vindt men ook boerenwagens die verlengd kunnen worden om de capaciteit te vergroten voor het binnenhalen van de oogst. De onderwagen wordt dan verlengd door de vork en de achterschamel, die één geheel vormen, meer naar achteren aan de langboombalk te bevestigen. Meestal is dit een kwestie van uittrekken en weer inbrengen van een bevestigingspen in gaten in de langboom en de vorkverbinding. Op de verlengde onderwagen wordt dan een speciale lange wagenbak voor de oogst geplaatst. Buiten het oogstseizoen steekt de langboom van een dergelijke boerenwagen vrij ver voorbij de achterschamel naar achteren uit, maar dat schijnt niet bezwaarlijk te zijn.

Een andere variant op deze langboomvorken kennen we van de Hongaarse boerenwagen (afb. 2). Hierbij is op de langboom een dwarsbalk aangebracht, die net buiten de achterwielen opzij uitsteekt. De uiteinden van deze dwarsbalk zijn met de uiteinden van de achteras verbonden door ijzeren stangen. Met deze constructie, waarvan niet precies bekend is in hoeverre ze buiten Hongarije in Oost-Europa wordt toegepast, wordt hetzelfde bereikt als met de meer gebruikelijke vorkconstructies, namelijk een loodrechte stand van de achterschamel op de

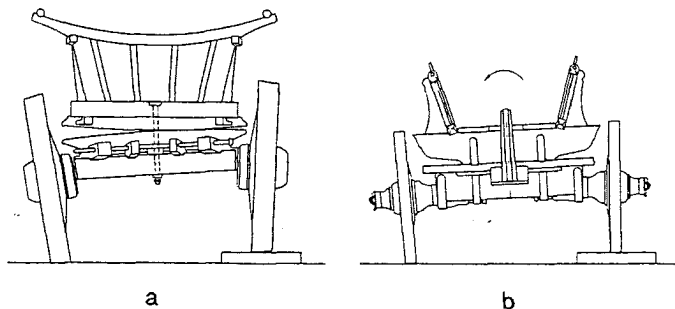


2. *Hongaarse boerenwagen uit Orthobágy (naar een foto van M.A. Littauer).*

langboombalk, en geringe torsiestijfheid van de laatste. Als de langboom ten opzichte van de voorschamel om zijn langsas kan draaien, is overigens de torsiestijfheid van minder belang. Meestal bestaat er wel enige speling in de verbinding tussen langboom en voorschamel, die ook wel wat draaiing toelaat.

Wagenbak

Op het vasteland van Europa zijn de wagenbakken van boerenwagens bijna altijd flexibel, en zij volgen dus de torsiebewegingen van de onderwagen. Meestal, zoals bij de boerenwagens in ons land, bestaat de wagenbak uit afzonderlijke, onderling niet verbonden zijladders en bodem, met vaak nog, los daaraan bevestigd, een voor- en een achterschot. Dit geeft meer flexibiliteit dan wanneer de wagenbak uit één stuk bestaat, hoewel in dat geval de flexibiliteit



3. *Stijve wagenbak van de Midlands box wagon (a) en flexibele wagenbak van de Friesse hooiwagen (b), beide op een flexibele onderwagen.*

wanneer zo'n wagenbak niet te diep is, nog ruim voldoende kan zijn. In Noord-Duitsland en Frankrijk vindt men hier wel voorbeelden van.

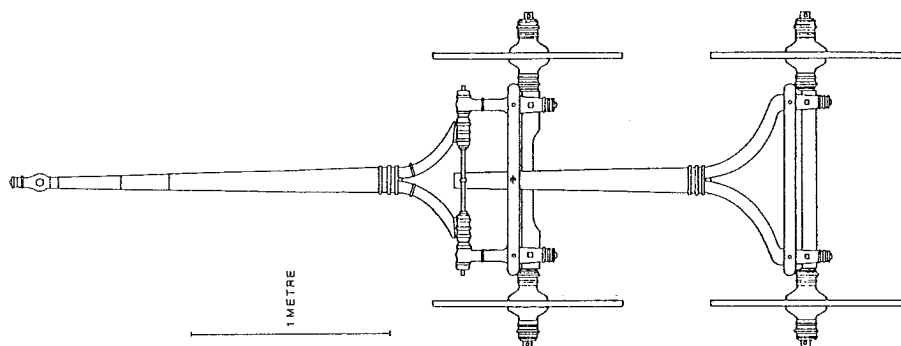
In Engeland kent men boerenwagens met stijve, diepe wagenbakken: de 'box wagons' (afb. 3). Deze moeten 'statisch bepaald' ondersteund worden, dat wil zeggen op drie punten op de flexibele onderwagen rusten. Traditioneel bevinden twee van deze steunpunten zich op de achterschamel en een op de voorschamel.

Bij deze Engelse boerenwagens is de vooras altijd draaibaar: de bovenste balk, die ook de naam 'voorschamel' draagt, maakt de beweging van de wagenbak mee en de balk daaronder – het 'rijbord' – die van de vooras. De 'éénpuntsoplegging' van de voorschamel wordt verkregen door de onderkant van de schamel en de bovenkant van het rijbord enigszins bol af te werken. Als de wagen nu ongelijk op de vier wielen staat, wordt de onderwagen iets gewrongen waarbij de voorschamel over een kleine afstand zijdelings over het rijbord rolt. Volgens Jenkins (1961) zijn de Engelse boerenwagens met flexibele wagenbak, de 'barge wagons' en 'boat wagons', pas aan het eind van de vorige eeuw opgekomen in navolging van Schotse boerenwagens.

Beperkte zwenking

Er bestaat geen twijfel over dat de beste bron voor de geschiedenis van de wagenbouwtechniek de bewaard gebleven wagens zelf zijn. Jammer genoeg is het bestand aan wagens van de periode vóór 1600 heel beperkt: het zijn er maar vier, of misschien vijf. De Dejbjergwagen uit de tweede helft van de eerste eeuw voor onze jaartelling (afb. 4), de wagen die in het Osebergschip werd gevonden (daterend van ongeveer 850) en de twee 16de-eeuwse pronkwagens die worden tentoongesteld in de vesting Coburg in West-Duitsland. De vijfde is de 'pestwagen' van het Noord-Duitse Grossenmeer, die waarschijnlijk van omstreeks 1600 dateert.

De omstandigheden die er toe leidden dat deze laatste wagen bewaard bleef zijn



4. Onderwagen van de Dejbjergwagen (1ste eeuw v.Chr.), volgens H. Hayen.

memorabel. Toen in 1668 in Grossenmeer de pest veel slachtoffers eiste, kocht deze plattelandsgemeente een oude boerenwagen aan als speciale lijkwagen. Toen de epidemie voorbij was, werd de wagen bij de andere doodgraverswerktuigen opgeborgen in de houten klokketoren van het dorp. Omdat de pest daarna bijna niet meer voorkwam, werd de wagen tot in onze tijd vergeten. De groten-deels behouden resten zijn een jaar of tien geleden overgebracht naar het Staatliches Museum für Naturkunde und Vorgeschichte in Oldenburg, en worden daar tentoongesteld (Hayen, 1973).

De oudste van de twee Coburgse pronkwagens werd in 1560/61 gebouwd in Kolding (Denemarken) en kwam mee met prinses Dorothea toen zij trouwde met de hertog van Brunswijk-Lüneburg. Toen hun dochter, prinses Margarethe, in 1599 in het huwelijk trad met hertog Johann Casimir van Saksen-Coburg deed het rijtuig weer dienst als trouwkoets en werd daarna in Coburg bewaard. Eerder was Johann Casimir gehuwd geweest met Anna van Saksen en de pronkwagen die bij die gelegenheid was gebruikt, in 1586, is de tweede wagen die in Coburg wordt bewaard (Maedebach, 1986). Beide rijtuigen zijn rijk versierd en de wagenbakken hangen aan leren riemen, iets dat comfortabeler is dan wanneer de wagenbak direct op de onderwagens is bevestigd.

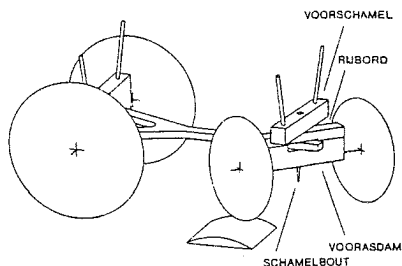
Draaicirkel

Verrassend is niet alleen dat de constructie van de onderwagens van deze twee in verschillende landen en op grote afstand van elkaar vervaardigde rijtuigen vrijwel identiek is, maar ook dat bij beide de maximale draaiing van de draaibare voortrein maar vrij gering is, de 'zwenkhoek' is maximaal ongeveer 15° . Bij de pestwagen is dit moeilijk te schatten omdat de wagenkast verdwenen is, maar vermoedelijk liet de 'gebroken' langboomconstructie niet meer dan $\pm 20^\circ$ toe. Bij de Dejbjergwagen is deze hoek minder dan $\pm 20^\circ$, en bij de Osebergwagen is het maar heel weinig, ongeveer $\pm 5^\circ$. Dat veroorzaakt dat de draaicirkel van de Oseberg-wagen bijzonder groot is, ongeveer 30 m in diameter, maar ook de andere wagens bezitten naar onze begrippen grote draaicirkels, hoewel bij de pestwagen deze kleiner is dan bij de andere voertuigen omdat bij de gebroken langboomconstructie de achtertrein tegengesteld aan de voortrein zwenkt. In de automobieltechniek schijnt dat een van de nieuwste ontwikkelingen te zijn.

Draaiing in bochten

We weten uit oude reisbeschrijvingen dat als een wagen een scherpe bocht moest nemen, hij soms aan de achterzijde aan de voorbij de achterschamel uitstekende armen van de langboomvork werd opgetild, en op die wijze door de bocht werd geholpen. De beperking van de draaiing van de voortrein wordt bij de vier complete wagens door aanslagstoppen gegeven: de vraag die opkomt is waarom de wagenbouwers in de oude tijd deze draaiing of zwenking zo beperkten. Ze moeten heel goed ingezien hebben dat een kleinere draaicirkel toch wel plezieriger is in gebruik, en dat het aan de achterzijde optillen van een wagen niet gemakkelijk is, zeker niet als deze zwaar beladen is.

In *afbeelding 5* is de situatie getoond dat de wielen van de wagen op ongelijke



5. *Schema van een onderwagen met voorschamel en rijbord scharend.*

bodem staan. De draaibare voortrein is over zo'n grote hoek gezwenkt dat de voorschamel niet meer over de volle lengte rust op de daaronder liggende balk, het rijbord. Als nu van deze situatie uit de voortrein weer teruggedraaid wordt, voeren de voorschamel en het rijbord een scharende beweging uit. Wegens de ongelijke stand van de wielen liggen deze balken niet in evenwijdige vlakken, en de kans is daarom groot dat de langs- en overelkaar glijdende ribben van de twee balken elkaar beschadigen. Deze kans is des te groter naarmate de wagen zwaarder beladen is.

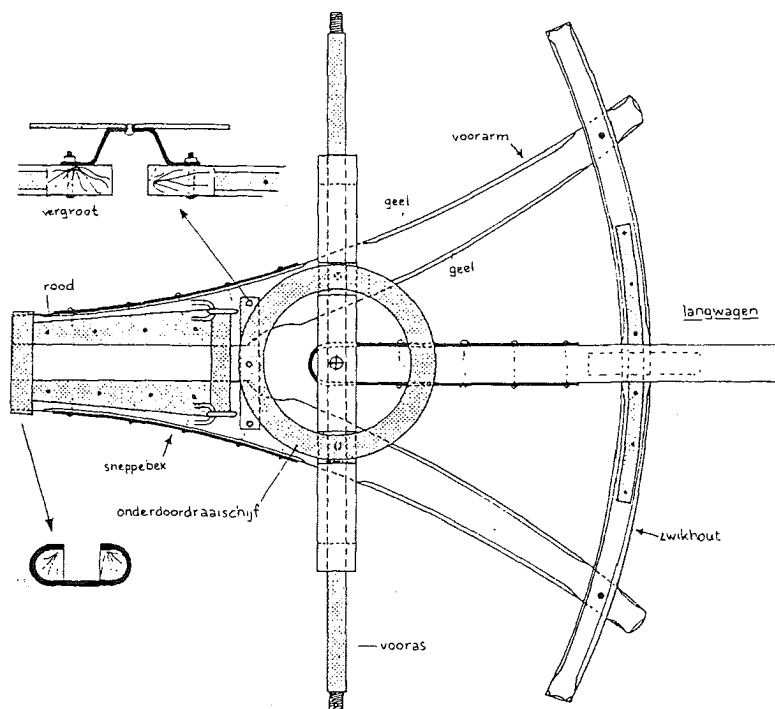
De eenvoudigste remedie hiertegen bestaat er uit te beletten dat de voortrein zo ver kan draaien dat schamel en rijbord kunnen scharen. Bij de vier complete oude wagens van voor 1600 wordt dit inderdaad voorkomen door de aanslagstoppen: kennelijk is dit het doel van de beperking van de zwenking van de voortrein. Bij de pestwagen ontbreken dit soort aanslagen, die misschien aan de nu verdwenen delen waren bevestigd. In latere wagens vinden we dat, om toch nog een redelijke maximale zwenking te verkrijgen, in eerste instantie gebruik gemaakt is van eenvoudige voor de hand liggende meetkundige kunstgrepen. De op elkaar dragende vlakken van voorschamel en rijbord worden in de dwarsrichting van de wagen verkleind en in de langsrichting vergroot. Beide kunstgrepen vinden we terug bij de Friese hooiwagen, en bij talloze andere boerenwagens.

In elk geval blijkt uit dit geheel dat de tendens die men bij in recente tijd 'gereconstrueerde' wagens uit de Romeinse, Gallische en Scandinavische oudheid kan waarnemen om de voortrein een zo groot mogelijke draaiing te geven, waarbij scharen van schamel en rijbord wordt toegelaten, nòch historisch, nòch technisch te verdedigen is: zij moet voor deze reconstructies als een anachronisme worden beschouwd. Dit is bijvoorbeeld het geval voor de meeste van de overigens prachtig uitgevoerde reconstructies van wagens uit de Hallstatttijd, die door Barth e.a. (1987) worden beschreven. Deze reconstructies zijn duidelijk door bekwame wagenmakers vervaardigd, die echter van de geschiedenis van hun vak niet goed op de hoogte waren.

Zwenkhout

Behalve door de afmetingen van het vlak waarop de schamel op het rijbord rust gunstig te kiezen, is in de moderne tijd bij boerenwagens een grotere maximale

zwenking verkregen door de schamel en het rijbord te verbreden met ijzeren strippen, die over elkaar kunnen glijden. In de vorige eeuw heeft bij Nederlandse boerenwagens zich in het gebruik van dit soort ijzerwerk een ontwikkeling voorgedaan die samenhangt met een verandering in de wagenbouw, veroorzaakt door het in die tijd opkomende verbouwen van suikerbieten in de provincies Groningen en Zeeland. Voor het binnenhalen van de suikerbietenoogst waren de gebruikelijke wagens met 'gebroken' langboom te licht gebouwd; de langboom moest voor het vervoer van dit zware oogstprodukt uit een enkel stuk bestaan. De voortrein werd met een onder de langboom glijdend 'zwenkhout' afgesteund. Een 'gebroken' langboom heeft in het midden een scharnier, en lange tongen van beide helften van de langboom die in elkaar grijpen geven deze verbinding wel sterkte, maar blijkbaar was dit niet voldoende. Bovendien moeten de tongen wel in elkaar blijven grijpen als de wagen een bocht maakt: in de praktijk was de maximale zwenkhoek van de voortrein van een dergelijke wagen hierdoor beperkt tot ongeveer 20°, zoals bij de pestwagen. De gebroken langboom is karakteristiek voor boerenwagens in ons land benoorden de grote rivieren, en voor Noord-Duitsland, Denemarken en Zuid-Zweden.



6. Zwenkhout (zwickhout) van een Zeeuwse boerenwagen (F.P.J. Zwartjes, *Boerenwagens in model*, 1980).

Bij de bietenwagens werd blijkbaar ook vereist dat ze nauwe bochten konden maken, want bij de Zeeuwse boerenwagens (afb. 6) bedraagt de maximale zwenkhoeck ongeveer 40°, bij de Groningse is dat ongeveer 30°. De ijzeren strippen die het draagvlak van de schamel op het rijbord vergroten zijn niet meer rechthoekig van vorm, zoals gebruikelijk bij wagens met gebroken langboom, maar hebben nu de gedaante van een hele of halve cirkel.

Deze vormgeving moet geïnspireerd zijn geweest door de draaischijf, of wel 'vijfde wiel', een constructie die dateert van ca. 1640, maar die in de vorige eeuw en ook tegenwoordig, vooral bij rijtuigen wordt toegepast om de draibare voortrein en de onderwagen op elkaar te laten steunen. Aan beide delen is een, meestal gietijzeren, stijve schijf bevestigd en bij het zwenken van de voortrein glijden beide schijven over elkaar. Deze constructie geeft een ondersteuning die niet afhangt van de stand van de vooras ten opzichte van de achteras, maar ze was relatief duur en werd daarom niet veel toegepast bij boerenwagens. Bovendien moet de torsieflexibiliteit bij deze constructie geheel opgebracht worden door de langboom en de wagenbak.

De kenmerkende verschillen tussen de diverse wagentypen worden op vermoedelijk wel de meest plausibele wijze verklaard door de aanname dat de vierwielige wagen in verschillende streken van Europa op iets verschillende manier is ontstaan. Traditie speelde in de wagenbouw een voorname rol en dat veroorzaakte dat in Europa vernieuwingen die maar zelden overal werden doorgevoerd. De geschiedenis met de suikerbietenteelt laat echter wel zien dat als de behoefte maar groot genoeg was, de wagenmakers een bouwwijze die in hun streek niet traditioneel was wel wisten toe te passen.

Gekoppelde karren

In de loop van de tijd is een spectrum van constructiewijzen van wagens ontstaan, sommige teruggaand op recente vernieuwingen, andere op veel vroegere. De meeste hebben zich alleen in een bepaalde landstreek kunnen verspreiden of handhaven. Dit verschijnsel maakt dat het zinvol is wagenconstructies uit het recente verleden te bestuderen, ook, of beter: juist, als ze uit een afgelegen uitloek afkomstig zijn omdat daar soms nog technische relictten worden gevonden die ons helpen een inzicht te verkrijgen in wagenconstructies uit een verder verleden, inclusief de prehistorie.

De bestaansreden voor elke wagenconstructie, en de merites ervan, zijn te begrijpen uit de mechanische eisen die het gebruik van de wagen aan de constructie stelt en ook aan de beschikbare materialen. Omgekeerd leidt het inzicht in het doel van elke wagenconstructie er op zijn beurt toe dat onderkend kan worden welke ontstaanswijzen aannemelijk zijn, want men begrijpt dan het probleem waar de gekozen constructie een oplossing voor moet zijn.

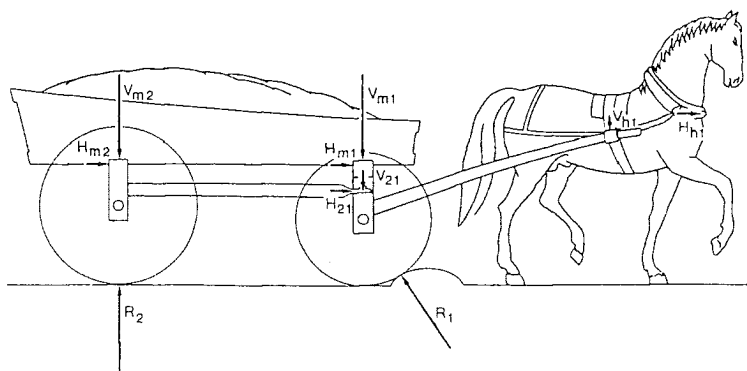
In 1935 heeft Gösta Berg een aannemelijke hypothese naar voren gebracht voor het ontstaan van de wagen met zwenkbare voortrein: de onderwagen zou zijn ontstaan uit twee aan elkaar gekoppelde tweewielige karren. Inderdaad zijn onderwagentypen bekend die daar sterk aan doen denken, het meest nog wel de

onderwagen van wat Berg de 'treinwagen' noemde. Een exemplaar daarvan is in de befaamde *Sprach- und Sachatlas* van Jaberg en Jud (ook van 1935) afgebeeld als voorkomend in het gebied van Sondrio in de Italiaanse alpen, maar het type kwam ook sporadisch voor als boerenwagen in Frankrijk, Brabant en Zuid-Zweden.

Treinwagen

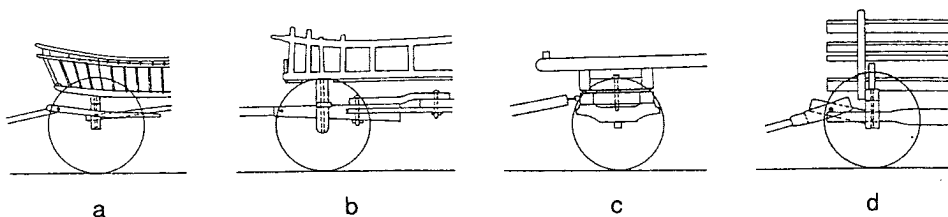
Het kenmerk van de treinwagen is dat de stand van de voorschamel niet wordt bepaald door de verbinding met de langboom en de afsteuning daarop, maar door vast er mee verbonden lemoenen of een disselboom, zoals bij een kar. De verbinding van de voortrein met de langboom is zo flexibel dat de uiteinden van de lemoenen of de disselboom zonder bezwaar op en neer bewogen kunnen worden. Bij de wagen van Sondrio wordt dit verkregen doordat de verbinding wordt gevormd door een met de langboom verbonden ijzeren oog dat zeer ruim om de ijzeren schamelbout past; dit vormt de verbinding.

Deze constructie is zó eenvoudig dat de vraag zich opdringt waarom hij niet meer toegepast wordt. Het antwoord ligt in de elementaire mechanica van dit type voertuig (afb. 7). We stellen ons weer de situatie voor, zoals bij de kar, dat het voorwiel van de wagen over een hobbel in de weg moet rijden. De hobbel oefent een kracht R_1 uit die bij goede benadering naar het midden van het wiel wijst. Het gewicht V_{m1} rust op de vooras en de kracht R_1 die de hobbel op het wiel uitoefent vertraagt de wagen enigszins, waardoor de massa van de wagen en de last op de wagen zich doen voelen als een kracht H_{m1} . Het oog aan het eind van de langboom oefent een horizontale kracht H_{21} uit op de schamelbout (alle krachten op de voorschamel uitgeoefend hebben een subscript dat eindigt op 1). Gelukkig oefent het paard ook nog een horizontale trekkraft H_{h1} uit. Als de som van de trekkraft en de horizontale massakrachten op de voorschamel groot genoeg is om de horizontale componente van R_1 te overwinnen, rolt het wiel over de hobbel; zo niet dan komt de wagen tot stilstand.



7. *Krachtschema van de treinwagen wanneer deze een obstakel overwint.*

Omdat de lemoenen stijf verbonden zijn met de voorschamel, kunnen ze behalve een kracht in de langsrichting, ook nog krachten in de verticale richting overbrengen. Dat is ook nodig, want de horizontale massakracht H_{m1} grijpt op een punt boven de as aan, en zou daarom de voorschamel naar achteren doen kantelen als dit niet door het trekdiër zou worden voorkomen; dit oefent daartoe een verticale kracht V_{h1} uit. Het trekdiër moet dit bij elke hobbel en onregelmatigheid in de weg doen, of anders gezegd, de onregelmatigheden van het wegooppervlak veroorzaken een voortdurend wisselende onregelmatige omlaag gerichte belasting van het trekdiër. Bij een kar doet zich hetzelfde euvel voor, maar bij een wagen waarvan de voortrein op de onderwagen – of eventueel de wagenbak – is afgesteund, is de disselboom of zijn de lemoenen scharnierend om een horizontale stang bevestigd en kan een dergelijke onregelmatige belasting van het trekdiër zich niet voordoen. Bij de treinwagen zijn deze onregelmatige krachten ongeveer de helft kleiner dan bij een kar die even zwaar beladen is want de onregelmatige verticale krachten V_{21} die de achtertrein via de langboom uitoefent worden door de voortrein opgevangen, maar toch is de treinwagen duidelijk in het nadeel ten opzichte van de wagen met op en neer scharnierende disselboom of lemoenen waarbij die verticale krachten op het trekdiër niet overgebracht kunnen worden. Dat betekent niet dat dit soort krachten zich bij dit laatste wagentype in het geheel niet voordoen, maar ze worden niet door het trekdiër opgevangen, doch in de constructie. Er zijn een viertal methoden bekend waarmee dit gerealiseerd wordt, die in *afbeelding 8* worden geïllustreerd (a t/m d).



8. Schematisch overzicht van methoden van voortreinstabilisatie. (a) Zwenkhout van een wagen uit de Midlands. (b) Gebroken langboom van een Friese hooiwagen. (c) Draaischijf van de 'galera' (Portugal). (d) Glijdende disselstang van de Zweedse hooiwagen van Rackeby (Västergötland).

a toont de constructie waarbij een gebogen 'zwenkhout' onder de langboom glijdend de voortrein steunt. Het zwenkhout is bevestigd op de armen van een gespreide vork die dwars op de voorschamel is gemonteerd. Uitgezonderd bij de Noord-Europese boerenwagens, wordt deze constructie in geheel Europa veel toegepast, zowel bij rijtuigen als ook bij boerenwagens. In de figuur wordt de uitvoering getoond zoals deze voorkomt bij de Engelse boerenwagens uit de South Midlands.

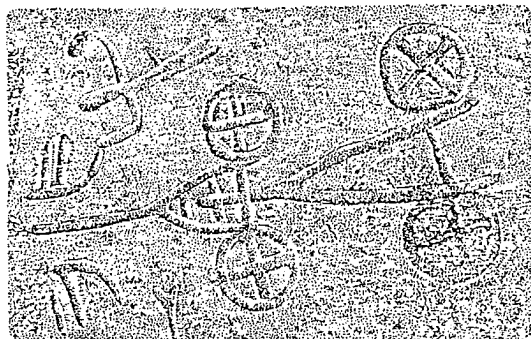
b laat de gebroken langboom van de Friese boerenwagen zien, een scharnierconstructie die karakteristiek is voor de Noord-Europese boerenwagens. In c zien

we de draaischijf, of het 'vijfde wiel': dit is een vrij recente constructie die tegenwoordig in geheel Europa wordt toegepast, het meest bij rijtuigen. De Zuid-Portugese 'galera' wordt hier getoond; dit is een wagen met flexibel laadplatform zonder langboom.

Behalve met een steunpunt achter de voorschamel onder de langboom, zoals bij de zwenkhoutconstructie, kan de voortrein ook gestabiliseerd worden met een steunpunt vóór de voorschamel, maar dan boven op de langboom die daartoe naar voren toe verlengd is. De constructie is bekend van de Dejbjergwagen (einde 1ste eeuw v. Chr.) waarbij de disselstang, die de gevorkte disselboom verbindt met de trekarmen van de voortrein, heen en weer glijdt over de voorbovenzijde van de langboom als de voortrein zwenkt. Een dergelijke constructie is hoogstwaarschijnlijk ook toegepast bij de Oseberg-wagen (ca. 850), maar is verder niet bekend uit de literatuur. Toch bleek na enig zoeken dat een Zweedse wagenmaker uit Rackeby in Västergötland aan het eind van de vorige eeuw deze constructie had toegepast bij een hooiwagen, die zich nu in het depot van het Nordiska Museet in Stockholm bevindt. De constructie is weergegeven in d. Opgemerkt moet worden dat de draaiing van de voortrein niet om een centrale schamelbout plaatsvindt, zoals gebruikelijk, maar dat de voorschamel kan draaien omdat het gat om de langboom heel ruim is, en de positie van de voorschamel alleen maar beperkt wordt door twee pennen in de langboom, één er voor en één er achter.

Ook de constructie met afsteunen van de voortrein met een glijdende disselstang voor aan de langboom schijnt terug te gaan op een koppeling van twee karren. Een rotstekening te Långön, aan de Zweedse oever van het Kattegat, laat zien hoe de langboom van een elementaire wagen niet alleen de vooras kruist maar ook nog een daarmee parallel lopende stang in de vork van de disselboom (afb. 9).

Een alternatieve interpretatie is dat deze stang een aanslag was die het omlaagklappen van de disselboom beperkte. Onzeker is ook de datering van de rotstekening: Berg dacht dat hij uit de late Bronstijd stamde (ca. 800-500 v. Chr.),



9. Rotstekening van Långön (Zweden).

maar dit is niet veel meer dan een gissing. Het is niet onmogelijk dat de constructie met de over de langboom heen- en weerglijdende disselstang een Scandinavische vernieuwing was. Aangezien deze constructie een gevaar kan opleveren voor vingers en tenen, en voor de staart van het trekpaard, zal hij verdrongen zijn door het zwenkhout en door de gebroken langboom, die deze nadelen niet bezitten.

De glijdende disselstang zou dan de oudste constructie zijn waarmee de voortrein werd gestabiliseerd. Een feit is dat authentieke afbeeldingen van het zwenkhout en van de gebroken langboom van vóór de middeleeuwen ontbreken: bij Romeinse afbeeldingen van wagens worden ze, voor zover bekend, nimmer afgebeeld, maar ook worden andere constructies niet aangeduid. Gezien de tegenwoordige geografische spreiding van de gebroken langboom, die beperkt is tot Noord-Europa, is het ook niet erg waarschijnlijk dat de Romeinen de gebroken langboomconstructie hebben gekend. Dat betekent natuurlijk nog niet dat ze de glijdende disselstang toepasten; we beschikken over te weinig informatie om over dit aspect van Romeinse wagens een uitspraak te kunnen doen.

Going East

Over de constructie van Oost-Europese rijtuigen en boerenwagens zijn we maar pover ingelicht. Er bestaan wel gravures en andere afbeeldingen van hun uiterlijk voorkomen, maar tekeningen van hun constructie schijnen zelden gemaakt te zijn en nooit gepubliceerd. Dat dit niet een kwestie van taalbarrières of soortgelijke hindernissen is, blijkt bijvoorbeeld uit het feit dat het boek van Laszló Tarr over de geschiedenis van het rijtuig, dat in 1969 verscheen in Engelse vertaling, hier niets méér over geeft dan de West-Europese literatuur over dit onderwerp. Als gevolg van deze schaarste aan publikaties zijn we over de details van de constructie van Oost-Europese wagens alleen maar redelijk ingelicht als deze uiterlijk duidelijk waarneembaar zijn.

Zijladders

Een zo'n detail betreft het afsteunen van de zijladders van de wagenbak van de boerenwagen. Meestal zijn deze niet vast verbonden met de vloer, daar de wagenbak op het Europese vasteland meestal uit losse delen bestaat, die afzonderlijk ondersteund moeten worden. De zijladders van boerenwagens worden in West-Europa, dus ook in ons land, ondersteund door 'rongen', die in gaten in de schamels zijn gestoken. In Oost-Europa wordt vaak voor dit doel een geheel andere constructie toegepast, namelijk een ondersteuning met stutten die op de aseinden rusten.

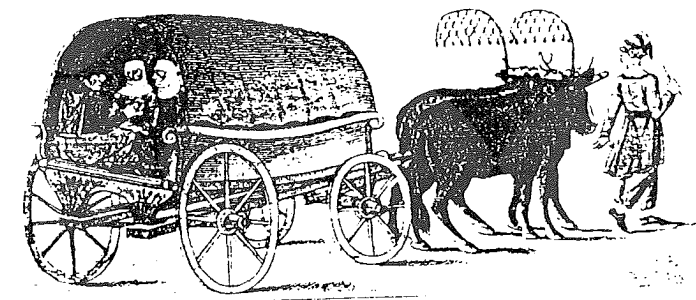
Deze constructie wordt toegepast in een groot gebied dat zich van oost naar west uitstrekt van de Oekraïne tot in Hessen, en van noord naar zuid van Zweden tot in Albanië. Merkwaardig is dat de benaming van deze stut in dit grote gebied op één enkele woordstam lijkt terug te gaan, zoals het materiaal dat Haudricourt in 1948 hierover publiceerde lijkt te suggereren. In de Oekraïne is de naam ervoor 'lushna', in Bulgarije 'levka', in Hessen 'Liess', enzovoort. Dit laatste is de

benaming die het dichtst bij de grens van het Nederlandse taalgebied wordt gehanteerd, en we hebben deze daarom overgenomen. In het gebied waar de liess wordt toegepast, is vooral aan de westelijke kant een grote overlap wat betreft het gebruik van rongen. Ook treft men vaak tussenvormen aan, zoals liessen op de achteras en rongen op de voorschamel. Dit laatste is begrijpelijk want als de vooras ver uitzwenkt moeten de liessen op de vooras deze zwenking met het ondereind volgen, en dat is constructief niet echt handig. Ook bestaan er combinaties van liessen en rongen op de achteras en achterschamel, die tesamen de zijladders steunen. De Hongaarse boerenwagen (zie *afb. 2*) is voorzien van liessen op elk aseinde.

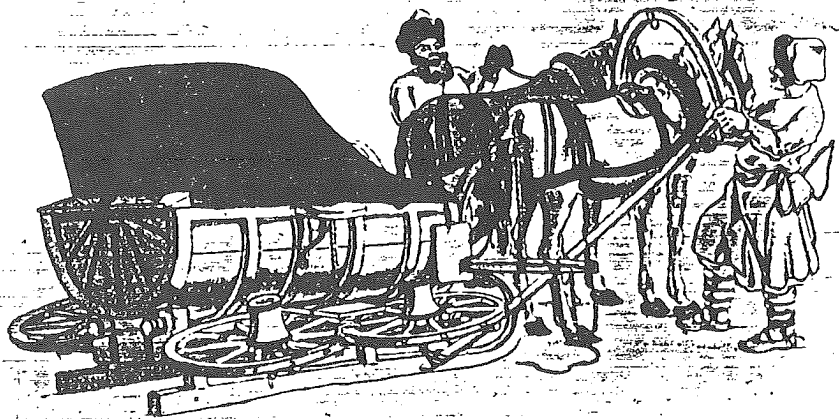
Verbinding tussen voor- en achterschamel

Een ander aspect van Oost-Europese wagenconstructies betreft de verbinding tussen de voor- en achterschamel. Berg (1935) vermeldt dat de Russische 'tarrantass' twee langbomen heeft, maar hoe deze constructie precies is uitgevoerd weten we niet. Wel schijnt het dat de onderwagen met twee langbomen ook in Turkije en Egypte bekend was, althans Ginzrot (1830) geeft een afbeelding van een Egyptische wagen waar dit duidelijk op te zien is (*afb. 10*). In die tijd was zowel Egypte als ook een groot deel van Oost-Europa onder Turkse overheersing. In het Turkse rijk werden 'gewielde' voertuigen maar weinig gebruikt. Een van de wonderlijkste ontwikkelingen in de geschiedenis van de techniek is dat wagens en karren die omstreeks het begin van onze jaartelling in het Midden-Oosten en Noord-Afrika overal in gebruik waren, in de periode tussen de derde en de zesde eeuw vrijwel geheel verdrongen werden door de als lastdier dienstdoende kameel. Dit gebeurde dus lang voor de Turkse immigratie in dit gebied.

In West-Europa werd na ongeveer 1700 de constructie met twee langbomen wijd verbreid met de vroege 'berline', een in riemen opgehangen rijtuig, dat spoedig zeer populair werd. De wagenkast van de berline hing tussen de langbomen, en als een van de riemen waar hij aan was opgehangen brak, was het gevolg lang niet zo catastrofaal als bij een rijtuig met maar een langboom. Vermoedelijk duidt de naam van het rijtuig op de Oost-Europese herkomst.



10. *Egyptische wagen met dubbele langboom (Ginzrot, 1819).*



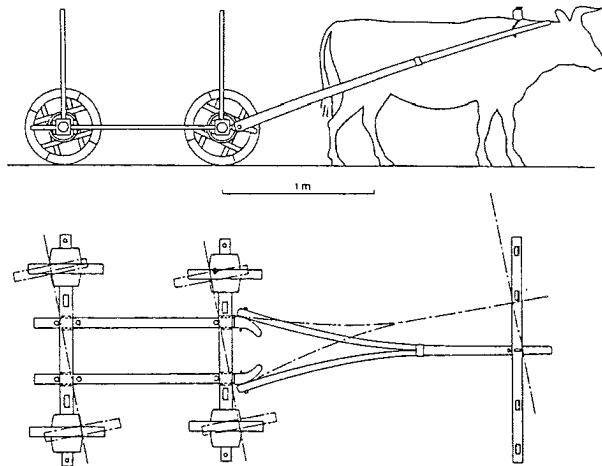
11. Russische 19de eeuwse telega, 'amfibisch' gebruikt als slede.

Het oorspronkelijk voorkomen van deze twee verschillende verbindende constructies tussen de schamels in afgegrensde gebieden verraaft weer het sterk traditionele karakter van de wagenbouw, hoewel de snelle opkomst van de berline in West-Europa ook laat zien dat als een bepaalde constructie door een ontwikkeling in de wagenmakerij opeens belangrijke voordelen bleek te bieden, een dergelijke innovatie spoedig werd overgenomen. Te oordelen naar de afbeeldingen is het overigens wel zo, dat ook in Oost-Europa de meeste wagens een enkele langboom bezaten: vermoedelijk was de dubbele langboom een regionale wagenconstructie.

Als voorbeeld toont *afbeelding 11* een voertuig met dubbele langboom dat ook als slede werd gebruikt in het Rusland van de vorige eeuw. Een dergelijke wagen met half-cylindrische wagenbak werd meestal 'telega' genoemd, maar het verwarrende is dat er ook afbeeldingen van telega's bestaan met duidelijk maar één langboom. Bovendien kon hetzelfde voertuig ook benoemd zijn naar het aantal aangespannen paarden, 'dvoika' voor een tweespan, 'troika' voor een driespan. Hierbij liep het paard onder de 'doega' in snelle draf en deed het meeste werk: de andere paarden mochten galopperen en trokken minder hard.

Dubbele langboom

Als voor wagens met dubbele langboom zou kunnen gelden dat ze ook ontstaan zijn uit de koppeling van twee (tweewielige) karren zoals Berg voor de West-Europese wagens postuleerde, dan houdt dit redelijkerwijs in dat in ieder geval de achterste van de twee karren er een was met lemoenen in plaats van een disselboom. In West-Europa vinden we de eerste afbeeldingen van lemoenen in de laat-Romeinse periode (3de eeuw) in de Gallische en Germaanse provincies, in China gaan ze terug tot in de 4de eeuw v. Chr. In de twee daar opvolgende eeuwen verdrong daar de aanspanning tussen lemoenen die aan de disselboom. Of

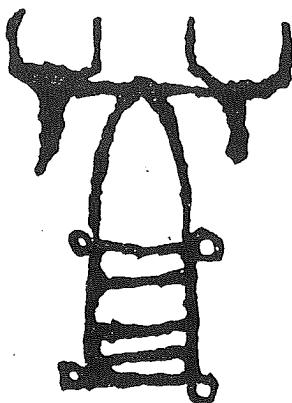


12. *Wagen uit het Durmitorgebergte (Montenegro) (naar foto's van ir. J. Kater).*

deze nieuwe wijze van aanspannen een Chinese vinding was, of een van de meer westelijke steppevolkeren, of een uit India, is op dit moment niet bekend. Op de zuil die in 113 ter ere van de Romeinse keizer Trajanus werd opgericht zijn wagens en karren afgebeeld van de Daciërs, een volk dat ten noorden van de Donau leefde in het huidige Roemenië. Bij deze zien we geen lemoenen afgebeeld, maar helaas is van de onderwagenconstructie, zoals bij bijna alle Romeinse wagenvoorstellingen, niets te zien. Vermoedelijk zijn de wagens met twee langbomen later ontwikkeld, maar onze onwetendheid op dit punt laat alleen maar slecht gefundeerde speculaties toe.

De dubbele langboomconstructie wordt ook aangetroffen bij een type Montenegrijnse wagen, bestaande uit in feite niet veel meer dan onderwagens met wielen van kleine diameter, waar ik door ir. J. Kater te Amsterdam op werd geattendeerd. Hij observeerde deze wagens ruim twintig jaar geleden tijdens een vakantie in het Durmitorgebergte en nam ook de foto's waar *afbeelding 12* op is gebaseerd. De wielen waren van een type dat in het Duits 'Strebenrad' wordt genoemd; daarbij raken de twee paar parallelle spaken tangentiaal aan de naaf.

Deze wagen werd door ossen voortgetrokken, en de wielassen konden wel zwenken, maar bleven, als ze dat deden, evenwijdig aan elkaar; de asdammen en de langbomen vormen een scharnierend parallellogram. Hoewel met een dergelijk gestel alleen maar een bocht gemaakt kan worden door een zijdelingse kracht op de voorwielen uit te oefenen, zoals bij een wagen waarvan de vooras niet zwenkbaar is, kan het op een rechte weg wel gemakkelijk zijdelings om een obstakel heen rijden. De wielen hebben bij dit zijdelings uitwijken een stand die, als ze zo bij een auto zou kunnen voorkomen, het parkeren tussen twee andere auto's heel wat eenvoudiger zou maken. In hoeverre deze 'sturing' elders in Oost-Europa wordt aangetroffen is niet bekend. Tegenwoordig is het



13. Rotstekening van een trolley uit Syunik (Armeense SSR), 2de millennium v.Chr.

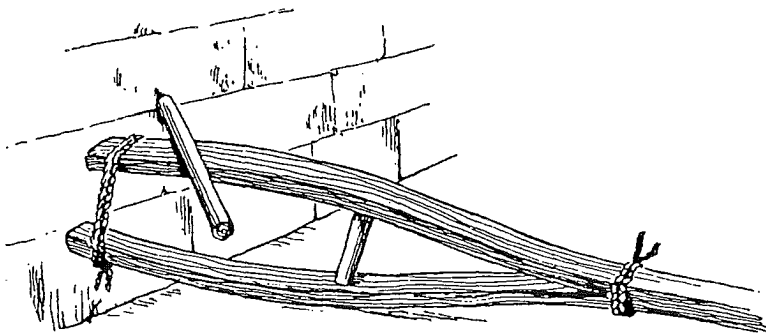
vermoedelijk een curiosum, waarbij wel opvalt dat de constructie binnen de Oost-Europese traditie van de dubbele langboomconstructie valt. Uit de Europese prehistorie (2de millennium v. Chr.) kennen we wel rotstekeningen van wagens die van dit type zouden kunnen zijn, maar aan deze afbeeldingen is niet te zien of de wagononderstelparallellogrammen stijf of scharnierend zijn (*afb. 13*).

Een constructiedetail dat nog enige aandacht verdient is de wijze waarop de vier 'scharnier' punten zijn uitgevoerd. De asdammen passen met ruime gaten om de twee langboomlatten, en ze passen ook ruim tussen aanslagen waarmee deze laatste zijn uitgerust, geheel analoog aan de wijze waarop bij de hooiwagen van Rackeby in Västergötland de voorschamel om de langboom kan zwenken. Kennelijk is dit een oude, in Europa hier en daar nog bewaard gebleven methode om draaipunten in een houtconstructie uit te voeren.

Gegroeide vorken

De gevorkte disselboom van de merkwaardige wagen met parallellogramsturing uit Montenegro is verkregen door een stammetje gedeeltelijk te splijten en open te buigen. Bij de vervaardiging van de uit één stuk bestaande dissel en platformbalken van de ossekarren van Tras os Montes (Portugal) die Galhano in 1973 beschreef werd hetzelfde procédé toegepast (*afb. 14*). In de prehistorie was Europa veel dichter bebost dan tegenwoordig en werd een minder bewerkelijke methode gekozen om dergelijke vorken te verkrijgen: men zocht bomen of takken uit die min of meer in de gewenste vorkgedaante waren gegroeid, en daar werd de vork voor het voertuig uit vervaardigd.

Een vrij groot aantal van dit type gevorkte voertuigonderdelen is bij opgravingen teruggevonden. Door de recente dissertatie van Per-Ole Schovsbo uit 1987 over



14. Uitbuigen van een gedeeltelijk gekloofde balk bij het vervaardigen van een dissel en een onderstel van een ossekar in Tras os Montes (Portugal) (Galhano 1973).

prehistorische voertuigen zijn we speciaal wat de Deense vondsten betreft, goed ingelicht. Uit zijn werk blijkt dat het moeilijk kan zijn vast te stellen waarvoor zo'n vork precies gediend heeft. Dergelijke vorken deden vaak dienst als zomerslede bij het transport van zware stenen of als disselboom en platform-ondersteuning van een tweewielige kar en bij de vierwielige wagen als langboom of als scharnierende disselboom. Als de overblijfselen van deze vorken gebroken en incompleet zijn, zodat 'tell-tale' gaten mankeren, is het niet altijd eenvoudig om het gebruik ervan te bepalen.

Een extra complicatie is bovendien dat zulke vorken in het Germaanse cultuurgebied ook nog werden gebruikt om er elementaire beelden van vruchtbaarheidsgoden van te maken. Er zijn enkele dozijnen van gevonden: de bekendste zijn misschien wel die van het godenpaar gevonden in Braak, bij Eutin in Noord-Duitsland, daterend van de 5de eeuw voor de jaartelling (Jankuhn, 1950). Soms leidt deze interpretatiemogelijkheid tot verwarring. De vondst van een grote houten vork bij Rappendam, in de buurt van Frederiksborg in 1941, werd door de opgraver als godenbeeld geïnterpreteerd op grond van een door hem opgemerkt 'Geschlechtsmerkmal' – inderdaad zijn deze bij beelden van vruchtbaarheidsgoden altijd zeer opvallend. Hij publiceerde dit in het *Praehistorische Zeitschrift* van 1970 – in de archeologie ligt soms een mensenleeftijd tussen vondst en publicatie – maar later bleek dit toch een overinterpretatie van een lichte beschadiging te zijn. Wellicht lag dat aan het tijdstip van publikatie; het was de periode van de 'sexuele bevrijding' en de Kopenhaagse 'Sexmesse'. Rudy Kousbroek, die als verslaggever deze vakbeurs bezocht, schreef dat hij bij zichzelf daarna een licht hallucineren constateerde; vermoedelijk was hij niet de enige.

Gevorkte zomerslede

We zullen nu trachten tot redelijke conclusies te komen wat betreft de mogelijke ontwikkelingsgang die deze vorken bij voertuigen verbindt. Het uitgangspunt

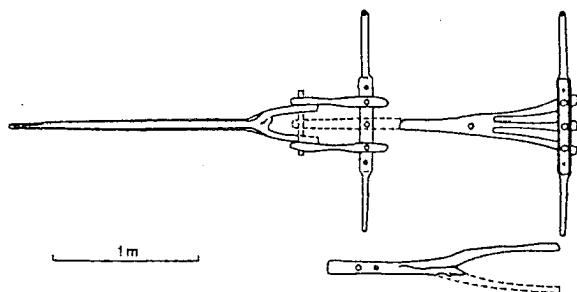
van de ontwikkeling zal de gevorkte zomerslede zijn geweest, die, zoals eerder vermeld, voor het transport van zware stenen werd gebruikt; we zullen daar nog op terugkomen. Het is bij dit sledetype iets eenvoudiger om er een tweewielig voertuig van te maken dan een vierwielig, maar tweewielige trolleys voor zware lasten zijn niet bekend. Dit is ook wel begrijpelijk: als het laadplatform van een dergelijke trolley vrij van de grond moet blijven, is het noodzakelijk de wielen aan de einden van de vork te monteren, maar dat zou betekenen dat de trekdiëren dan een flink deel van de last moeten dragen, iets dat bij zware lasten nu juist niet het doel van een voertuig is.

Dit houdt in dat een dergelijke tweewieler alleen voor lichtere lasten bruikbaar was, en ook dat het niet nodig was trolleywielen te gebruiken, want grotere wielen geven dan een wagen die veel lichter loopt en daarom plezieriger is in het gebruik. De eerste stap in de ontwikkeling uit de gevorkte zomerslede moet dus een betrekkelijk lichte kar zijn geweest.

Overblijfselen van karren van dit type zijn inderdaad wel gevonden, maar de moeilijkheid hierbij is wel dat een complete kar, dus met een y-vormig geraamte met de bijbehorende wielen, niet gevonden is, wel afzonderlijke frames en wielen. Schovsbo noemt in zijn dissertatie karren van dit soort het 'Klosterlundtype', naar een vindplaats in Midden-Jutland waar een vrij gave, 3,2 m lange gevorkte disselboom van een kar te voorschijn kwam, die met de C14-methode gedateerd kon worden op 1865 ± 160 v. Chr. Nog oudere rotstekeningen van dit soort karren geven helaas niet aan hoe de vork gemaakt is. In elk geval maken de overblijfselen van gevorkte disselbomen het duidelijk dat karren van dit type tot het begin van het 2de millennium voor de jaartelling teruggaan.

Als nu twee van deze karren met elkaar gekoppeld werden om een wagen te vormen, zoals door Berg voorgesteld, resulteerde dat in een wagen met een gevorkte disselboom en een gevorkte langboom, zoals in de rotstekening van Långön afgebeeld. Het lijkt waarschijnlijk dat de Europese wagenbouwtraditie, waarvoor de gevorkte langboom karakteristiek is, teruggaat op wagens die op deze wijze zijn ontstaan.

In de periode 1875-1896 werd door Henry Petersen, bekend als de opgraver van de Dejbjergwagen, een groot aantal wagentdelen opgezonden naar het Deense Nationaal museum in Kopenhagen die alle afkomstig waren uit het Tranbær Mose aan de oostkust van Jutland (Petersen, 1888). Ze zijn in onze tijd met behulp van de C14-methode gedateerd uit de 2de tot 4de eeuw. De wagenonderdelen, waarbij een merkwaardige drielandig gevorkte langboom uit een stuk, laten zich zonder moeite interpreteren als onderwagens met een zwenkbare voortrein die gestabiliseerd werd met een over de naar voren verlengde langboom glijdende disselstang, zoals bij de Dejbjergwagen. De dissertatie van Schovsbo bevat een uitermatig nuttige catalogus van prehistorische Deense en Europese wagentvondsten waar deze gegevens aan zijn ontleend. Het is daarom merkwaardig dat hij tot een reconstructie komt van dit wagentype, aangeduid als 'Tranbærtype', waarvan de onderwagen zeer veel lijkt op de Dejbjergwagen, op een essentieel detail na: de naar voren verlengde langboom is afgekort op 12 cm achter de disselstang, die nu dus geen steun vindt (*afb. 15*). Er is niets in de prehistorische



15. Samenstelling van wagenonderdelen uit het Tranbaer Mose (Denemarken), volgens Schovsbo (1987). De hypothetische verlenging van de langboom (niet door Schovsbo voorgesteld) geeft de eenvoudigste en meest waarschijnlijke reconstructie. er onder is een langboom weergegeven van het type dat ok in de hooiwagen van Rackeby dienst deed. In de gaten waren pennen gestoken, waar-tussen de voorasdam zwenkte.

overblijfselen uit de vindplaats Tranbær dat hiertoe dwingt: kennelijk heeft men bij de reconstructie – die door de werkplaats van het Moesgård museum werd uitgevoerd – het doel van de constructie van de voortreinstabilisatie van de Dejbjergwagen niet begrepen, en daarom ook niet overgenomen. Dat de onderwagen van het Tranbærtype volgens hetzelfde principe was geconstrueerd, is wat betreft de plaats en de tijd, wel zeer waarschijnlijk. Er is dus eigenlijk geen aanleiding om naast het Dejbjergtype nu een Tranbærtype te onderscheiden.

Als overgangstype tussen dit wagentype en de kar met y-vormige onderwagen beschouwt Schovsbo de wagen van het treinwagentype, die hij naar de vindplaats Rappendam (2de eeuw voor Christus) noemt; we zullen dit niet overnemen. Ook deze wagen is door het Moesgård museum op ware grootte gereconstrueerd, nu gelukkig op een mechanisch deugdelijke wijze. Wel is het zo, dat vele constructiedetails van de reconstructie een meer hypothetisch karakter dragen dan op het eerste gezicht het geval lijkt te zijn, en dat ook deze overblijfselen zich beter als die van een Dejbjergwagen laten interpreteren, dat wil zeggen met minder hypothetische toevoegingen.

Dat de onderwagen met gevorkte langboom is voortgekomen uit de gevorkte zomerslede is, zoals vaak bij dit thema, niet strikt te bewijzen. Wel is het aannemelijk te maken aan de hand van het voorkomen van de vierwielige boerenwagens in Zweden – die alle van dit type waren – en van de gevorkte zomerslede, zoals wordt getoond in *afbeelding 16*, dat is samengesteld aan de hand van twee kaarten die Berg in 1935 publiceerde. Het voorkomen van wagens is niet getoond voor het eiland Gotland en de twee zuidelijkste Zweedse provincies Blekinge en Skåne – dat zou teveel punten op de kaart hebben gegeven – maar voor het overige laat het kaartje overtuigend zien dat de verspreidingsgebieden identiek zijn, een mogelijk argument voor de ontwikkeling van de wagen met gevorkte langboom uit de gevorkte zomerslede.

Zomersleden en trolleys

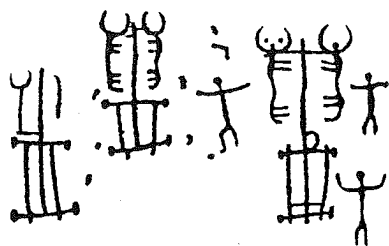
De aanname dat de wagen met zwenkbare voortrein voortgekomen is uit de koppeling van twee karren, verklaart de voor Europese wagens zo karakteristieke onderwagenconstructie. Het maakt ook begrijpelijk waarom buiten ons werelddeel die constructie vrijwel nergens voorkomt, want de pictogrammen van Uruk van ca. 3200 v. Chr. duiden er op dat de eerste wagens voortgekomen zijn uit de slede, en het is waarschijnlijk dat wagens buiten Europa op deze vroegste ontwikkeling teruggaan.



18. Engelse trolley (Pyne, 1806).

Op het oog lijkt dit een bevredigende en sluitende verklaring, maar toch blijven er moeilijkheden en vraagpunten. Een zo'n moeilijkheid is dat veel erop duidt dat ook in Europa de slede de ontwikkeling heeft beïnvloed van een wagentype, namelijk de trolley. De meest elementaire trolleys zijn het beste te omschrijven als sleden waar kleine, meestal massieve, wielen aan vast gemaakt zijn. *Afbeelding 18* toont een tekening die Pyne in 1806 van een trolley maakte, maar het gebruik van trolleys gaat veel verder terug. In Pazyryk in het Altaigebied zijn primitieve trolleys uit de 5de eeuw voor onze jaartelling gevonden in 'koergans' (Skythische grafheuvels) waar de permafrost het organische materiaal in uitzonderlijk goede staat had geconserveerd (Rudenko, 1970). Uit vier van de vijf koergans van Pazyryk zijn resten van dergelijke trolleys gevonden, die niet wezenlijk bleken te verschillen van de Engelse trolleys van 1806. De Skythische trolleys waren merendeels intensief gebruikt geweest: bij enkele waren de aseinden tot op de helft afgesleten. De opgraver van deze koergans vermoedt dat de trolleys gebruikt waren voor het vervoer van de boomstamdoodkisten waar de voorname doden in waren begraven, en voor de stenen waar deze grafheuvels mee waren afgedekt.

Het is een gelukkig toeval dat de in dit gebied voorkomende permafrost deze geheel houten vehikels heeft geconserveerd, want anders was er niets van overgebleven. Dat het gebruik van trolleys veel verder moet teruggaan weten we om-



19. Rotstekening van trolleys te Syunik (Armeense SSR).

dat ze zijn afgebeeld in rotstekeningen, waarvan mogelijk wel de bekendste die van Syunik in Sovjet-Armenië zijn, waar onder andere een heel wagenpark is afgebeeld (afb. 19). Deze tekeningen bevinden zich op ongeveer 3300 m hoogte in de bergen; ze zijn waarschijnlijk gedurende de zomermaanden door met hun kudden rondtrekkende schaapherders gemaakt over een lange periode, die op enkele duizenden jaren wordt geschat. In dit gebied ligt gedurende ongeveer negen maanden van het jaar sneeuw. Behalve sleden en trolleys, zijn hier wagens afgebeeld met schijf- en spaakwielen, en ook karren met deze laatste twee wieltypen. Aan de hand van de typen tweewielers zijn de jongste rotstekeningen ruwweg te dateren als uit het tweede millennium voor onze jaartelling. Het dateren van rotstekeningen is bijna altijd bijzonder moeilijk, daar het moet gebeuren aan de hand van de afgebeelde voorstellingen.

Trolleywielen

De trolleywielen, die alleen bij vierwielers voorkomen, zijn in deze afbeeldingen als kleine ronde kuiltjes gegeven aan het einde van de assen, die als smalle groeven in de rots worden getoond. De conventie die bij het weergeven van deze voertuigen is gevolgd bezit zijn eigen innerlijke logica: ze is in de eerste plaats gericht op herkenbaarheid. Daarom zijn de wagengestellen in het horizontale vlak geprojecteerd, en de wielen zijn meestal van opzij gezien, de trekdieren meestal van boven, de mensen van voren of van achteren. Dat trolleywielen als ronde kuiltjes worden gegeven past geheel in deze wijze van voorstellen. De trolleygestellen in deze voorstellingen zijn identiek aan de sleden.

Omdat de rotstekeningen van Syunik over een lange periode zijn gemaakt is het niet goed mogelijk om vast te stellen of de wagenvoorstellingen met verschillende wieltypen op een differentiatie in het gebruik duiden, of op een ontwikkeling van het wiel. Het meest waarschijnlijk is een combinatie: de trolleys werden gebruikt om de zwaarste lasten te transporteren, zoals in de moderne tijd, de andere wagens voor lichtere lasten, waarbij aanvankelijk schijfwielen werden gebruikt, later ook spaakwielen.

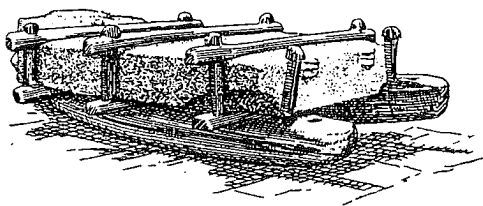
Trolleys werden vaak ingezet om zware stenen te transporteren, maar ook zijn over de gehele wereld hiervoor sleden gebruikt. Deze sleden gleden meestal niet over sneeuw, het waren 'zomersleden'. Het type zomerslede waar de meeste

trolleys van lijken te zijn afgeleid, bestaat uit een paar evenwijdige runners, verbonden door latwerk. De runners zijn aan de voorzijde meestal iets opgebogen. De Sumerische sleden in de pictogrammen van Uruk, 5000 jaar geleden, waren zonder twiifel van dit type.

Steenslede

Het sledetype dat waarschijnlijk het meest werd ingezet voor het transport van megalieten was echter van andere vorm. Dit wijd verbreide type zomerslede - ook wel steenslede genoemd - is een grote houten vork, die uit één stuk bestaat, gehouwen uit de stam van een gevorkte boom. Cultureel-anthropologen vermelden dat dit sledetype in de moderne tijd werd gebruikt in: Zweden, Noorwegen, Denemarken, Engeland, Frankrijk, Spanje, Portugal en Italië (Berg, 1935; Jaber en Jud, 1935), wat Europa betreft. Buiten Europa werd hij gebruikt in Angola en Madagascari (Galhano, 1973), in Assam en in Indonesië op de eilanden Sumba en Nias (Röder, 1944-49). De zwaarste last die we kennen die met een zeer fors exemplaar van dit sledetype werd verplaatst was een megaliet van 90 ton in Assam. Afbeelding 20 is een schets van zo'n steenslede, gebruikt in de jaren 1920 op Nias. Te zien is dat de steen, die circa 8 ton woog, zeer zorgvuldig werd vastgezet met behulp van een raam van dwarsbalken.

Deze gevorkte slede zal het op sneeuw niet goed doen want hij zal bij het voortglijden continu sneeuw voor zich uitstuwen, iets dat bij skiën 'schneepflügen' wordt genoemd, en dat is bepaald niet de beste manier om vooruit te komen; een slede met twee evenwijdige runners is veel geschikter voor gebruik op sneeuw. Overigens blijkt efficiency bij megaliettransport in de moderne tijd soms maar een zeer bijkomstige overweging. In Indonesië is het vooral van belang voor de voorname persoon die de steen laat verplaatsen, dat hij een groot aantal gasten, die de steen voor hem voorttrekken, op een wijze weet te onthalen die overeenkomt met zijn rang en die hem aanzien geeft. In vroeger tijden zullen dergelijke aspecten ook een belangrijke rol hebben gespeeld.

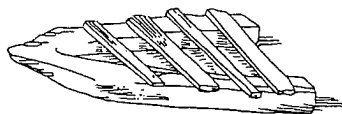


20. *Gevorkte steenslede van Nias (Indonesië).*

Uit vroeger tijden is maar één enkele gevorkte slede gevonden; dat het er niet meer zijn is waarschijnlijk een gril van het toeval. Dat in onze tijd in allerlei betrekkelijk geïsoleerde plattelandsgedieden van vrijwel geheel West-Europa de gevorkte zomerslede wordt gebruikt voor het verplaatsen van zware lasten betekent misschien dat dit berust op overgeleverde kennis uit een ver verleden.

Die ene oude gevorkte zomerslede (afb. 21) werd in 1975 gevonden in Risby (Denemarken). De slede doet sterk denken aan een die op Nias werd gebruikt in de twintiger jaren, met dit verschil dat de afmetingen ongeveer de helft bedragen: de Deense slede is maar 175 cm lang. Beide sleden zijn van een dwarsboring door het voorste stuk voorzien, waar het voornaamste trektouw doorheen werd gestoken. C-14 dateringen van de slede van Risby en van andere delen van het vondstcomplex waar de slede deel van uitmaakt, leiden tot een datering in de tweede helft van de 11de eeuw.

Het is niet zonder betekenis dat de archeoloog onder wiens leiding de opgraving werd verricht, Mogens Schou Jørgensen, de vork aanvankelijk interpreteerde als de disselboom van een zware kar (Jørgensen, 1976). Een begrijpelijke vergissing; er was nog nooit eerder een vorkslede opgegraven, en de vork heeft wel iets weg van zo'n disselboom, hoewel nog meer van de langboom van een zware wagen.



21. *Gevorkte steenslede van NiRisbyas (Denemarken, 11de eeuw).*

Steenakkers van Scandinavië

Een grote moeilijkheid bij het ontginnen van nieuw land voor de akkerbouw in Scandinavië is de enorme hoeveelheid stenen die op en in de bodem ligt. Omdat deze stenen het ploegen, eggen en oogsten zeer bemoeilijken, worden ze in de loop van de tijd door de boeren uit de bodem gehaald. Dit is een moeizame arbeid, waar geen eind aan lijkt te komen. Elk voorjaar komen er nieuwe stenen te voorschijn die eerst onder het aardoppervlak lagen. De boeren zijn het er over eens dat de vorst, als deze de grond indringt de stenen omhoog werkt, maar ze kunnen niet zeggen of ze opgeduwd worden, of dat de grond wegzakt, zoals een minderheid volhoudt. Behalve in Scandinavië, zijn steenakkers een probleem in een land als Canada, waar ook het ijs van de gletsjers die het land bedekten in de laatste ijstijd verdwenen is, maar waar de stenen die het meevoerde zijn achtergebleven.

Omhoogvriezen

Een experimenteel onderzoek dat Suzanne Anderson van de universiteit van Washington kort geleden uitvoerde, heeft inzicht verschaft wat het mechanisme is dat het omhoogvriezen van stenen verklaart. Als in de winter de vorst de grond binnendringt, wordt deze stijf en hard, en komt ook de bodem iets omhoog: beide effecten zijn het gevolg van het bevriezen van het water in de poriën in de grond. Een onder het oppervlak liggende steen kan nu door de stijf bevroren

aarde worden ingeklemd, en, als de vorst nog dieper de bodem indringt, mee omhoog getild worden. Onder de steen ontstaat een holte, die grotendeels met aarde wordt opgevuld, waardoor de steen bij de daaropvolgende dooiperiode niet terugzakt, maar hoger ligt dan tevoren. Suzanne Anderson kon meten dat een steen die zeven cycli van vorst en dooi onderging terwijl hij in een emmer met aarde was ingebed, als gevolg van dit 'frost-pull' mechanisme 12,5 cm omhoog was gekomen.

De verklaring houdt ook in dat de hoeveelheid stenen die op een gegeven akker door de vorst omhoog gewerkt wordt, eindig is, want het zijn alleen de stenen die zijn ingebed in de laag die 's winters bevroest. Eens moet die uitgeput raken, maar dat kan wel heel lang duren. In de eerste helft van de 18de eeuw werden de intensief bebouwde akkers in grote delen van Denemarken beschreven als buitengewoon steenachtig, maar daar is nu, ruim tweehonderd jaar later, weinig meer van te zien. Dit ligt anders in Zweden, waar dit opruimingsproces in bijvoorbeeld de provincie Småland ongeveer halverwege lijkt te zijn.

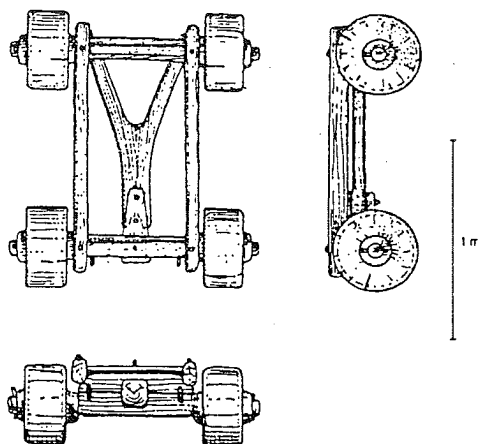
Ook bij het ploegen komen stenen aan de oppervlakte. Omstreeks 1750 vond in de Scandinavische landen een landbouwhervorming plaats (Myrdal, 1985), die leidde tot dieper ploegen dan voorheen, en tot een herverkaveling van de landbouwgrond. Het ploegen van de steenachtige aarde kan alleen maar met de weinig kwetsbare, niet-zodekerende 'ard' gebeuren, die al in de prehistorie werd gebruikt.

De herverkaveling leidde er toe dat veel van de veldkeien werden opgeruimd die waren verzameld als akkermuren en steenhopen. Bovendien werd in deze tijd ook veel nieuwe landbouwgrond in gebruik genomen. Dit alles gaf zoveel werk in Zweden in de 18de en de 19de eeuw, dat rondreizende steenopruimers hun diensten bij de boeren konden aanbieden tegen een vrij hoge vergoeding. Vooral de steenopruimers uit de provincie Dalarna stonden bekend als zeer vakbekwaam. In later tijd konden de boeren het zich veroorloven de speciale gereedschappen en apparaten te kopen die nodig waren om vooral de zwaardere stenen weg te halen.

Het aspect van deze activiteit dat ons interesseert is het transport van deze onregelmatig gevormde stenen. Dit was aan het einde van de 18de eeuw een 'bottle neck'. In het begin werd hiervoor meestal de steenslede gebruikt, zowel de gevorkte variant als die met twee evenwijdige zware runners. Deze waren goedkoop te maken, en handig in het gebruik daar ze laag waren: de stenen hoefden maar weinig opgetild te worden om ze op het laadplatform te leggen. Een gewone vierwielige wagen met zijn relatief hoog platform was hier duidelijk minder geschikt voor.

Steenslede

De pogingen de steenslede te verbeteren leidde tot de ontwikkeling van enkele merkwaardige transportmiddelen. Máthyás Szabó, die in 1980 een studie publiceerde waar de meeste hier genoemde gegevens aan zijn ontleend, vermeldt als eerste verbetering een slede met 'captieve' rollen, die gemakkelijker dan een ge-



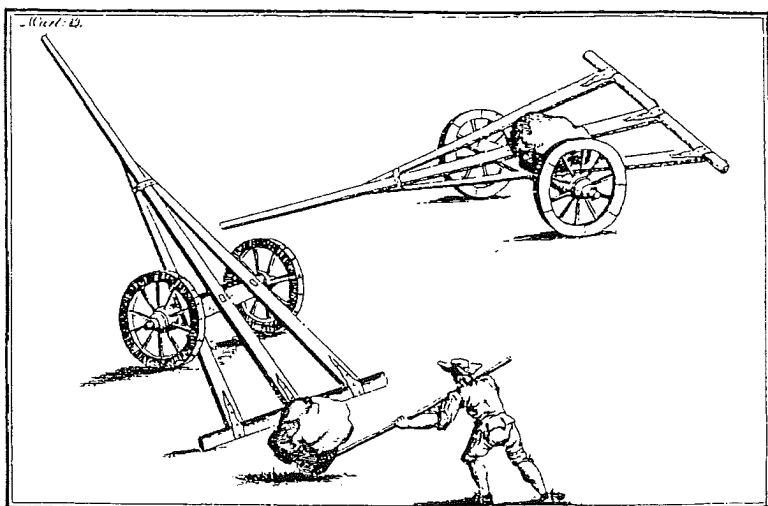
22. Trolley van Småland.

wone slede over de stenige bodem voortgetrokken kon worden: dit vehikel werd 'rollende beer', 'rollende slede' of 'steen troll' genoemd.

Het bestaan en gebruik van dit primitieve transportmiddel geeft ook een rechtvaardiging van de interpretatie van het pictogram van de slede van Uruk (3200-3100 v. Chr.) waar twee cirkels onder getekend zijn, als een slede op captieve rollen. Het is natuurlijk niet zo dat de Zweedse boeren ooit van deze Sumerische pictogrammen hadden gehoord, of dat het een uit die tijd overgeleverd techniek zou zijn om sleden op rollen te zetten. Eerder moet men denken aan vergelijkbare omstandigheden en problemen, waar dezelfde oplossing voor gevonden werd. Wel waren de Zweedse boeren vertrouwd met de toepassing van het wiel, zodat het gebruik van een captieve rol voor hen voor de hand lag, terwijl het in Sumerië iets geheel nieuws moet zijn geweest.

In Zweden kende men een variant op de gevorkte slede, waarbij de twee 'tanden' van de vork uit twee afzonderlijke balken waren vervaardigd, die door een ijzerbeslag met elkaar verbonden waren. Dit type werd naast de 'gegroeide' gevorkte slede en de slede met evenwijdige runners gebruikt. Uit deze sledetypen zijn ook trolleys ontwikkeld die maar weinig hoger waren. Wat bij deze Zweedse trolleys opvalt is dat de wielen uit boomstammen zijn vervaardigd door deze dwars af te zagen, zoals men plakken van een worst afsnijdt. Dit was bekend van de trolleys van Pazyryk (5de eeuw v. Chr.), maar verder eigenlijk niet, en daarom wordt – blijkbaar ten onrechte – door techniekhistorici algemeen aangenomen dat wielen met de draad in de lengterichting van de as nooit regelmatig in gebruik zijn geweest.

In afbeelding 22 is zo'n trolley geschetst die in Småland in gebruik was, en die nu in het Nordiska Museum is. Hier is de suggestie dat de gevorkte langboomconstructie teruggaat op de gevorkte zomerslede bijzonder duidelijk, want de

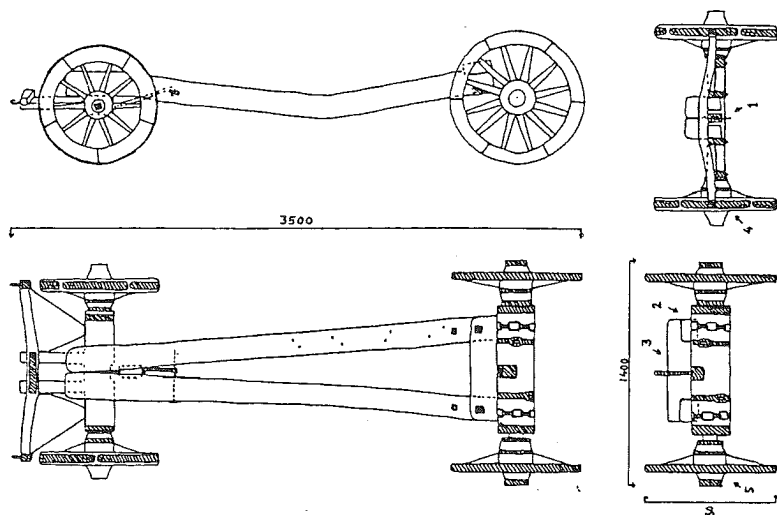


23. Dalarnakar (*Hushåll-Journal*, 1789).

'langboom' van deze trolley is niet te onderscheiden van zo'n slede. De verbinding met de zwenkbare voortrein is van het gebroken langboomtype, maar de geringe sterkte die inherent is aan deze constructie is ondervangen door over beide schamels een zwaar rechthoekig raam te leggen. Zo'n trolley is maar weinig hoger dan een slede, en het laten rijden van een trolley over zand of over rotsgrond vraagt minder kracht dan het slepen van een slede, maar wel veel meer dan bij een voertuig met grote wielen.

Daarom werd vroeger op het Zweedse platteland de Dalarnakar gebruikt (afb. 23). Dit was een fors gebouwde kar met gevorkt wagenstel, die men achterover liet kiepen om de stenen op te laden. Door de omhoog stekende dissel op het juiste moment omlaag te trekken kon de steen op de achterkant van de kar opgetild worden, en naar een positie boven de as worden gemanipuleerd. Een wagen die hier zeer op lijkt werd door Jacob Leupold beschreven in zijn *Theatrum Machinarium* van 1725, als 'Wagen auf einen Bauhoff', die mogelijk van nog vroeger datum is. Leupold beschrijft ook expliciet het gebruik van de disselboom als hefboom om de steen omhoog te wippen.

In de vorige eeuw werden nog andere methoden ontwikkeld om de stenen met relatief weinig inspanning op het wagenstel van een wagen met grotere wielen dan die van een trolley te brengen. Uitvinders van allerlei slag, variërend van boerenknechten tot edellieden, hielden zich met dit probleem bezig. De meest succesvolle constructie was een waarbij de achteras als een spil gedraaid kon worden door middel van handspaken. Aan ijzeren kettingen die om de as waren geslagen hingen de einden van de langboomvork (afb. 24). Deze einden konden op de grond worden neergelaten, waarbij het achtereind van de iets geknikte vork hori-



24. Steenwagen waarvan de achteras is uitgerust als kettingspil, waarmee het wagenstel aan de achterzijde neergelaten en opgeheven kan worden; ca. 1870 (J. Myrdal, 1977).

zontaal kwam te liggen: dit maakte het mogelijk de steen van opzij op te laden. Daarna werd het achterwiel van de vork met behulp van de handspaken omhoog getakeld en gezekerd met een ijzeren stang die in een gat in de as gestoken werd.

Het opruimen van stenen op de akkers van Zweden gaat nog steeds voort, maar de hulpmiddelen zijn zeer verbeterd. Bij dit werk worden tegenwoordig zware tractoren en speciale hydraulische machines ingezet en grote stenen worden met dynamiet teruggebracht tot kleinere steenbrokken die hanteerbaar zijn; het blijft desondanks zwaar werk.

Rob Gebhard

Kort geleden lazen wij in het NRC-Handelsblad het verdrietig bericht dat op 6 mei jl. Rob Gebhard is overleden. Hij is bijna 62 jaar oud geworden. Rob was nauw betrokken bij de oprichting van Histechnica in 1974. Hij was toen pr-man bij de werf Gusto en verzorgde als hobby het orgaan van de Stoomwalsenclub; een actieve vereniging van bezitters van stoomwalsen. Dat deed hij op zo voortreffelijke wijze dat de heer Oele, de eerste voorzitter van Histechnica, hem verzocht het redacteurschap van het *H-nieuws* op zich te nemen. De lay-out van die eerste nummers van dat blad, het latere *Histehnicon*, was geheel van Rob afkomstig.

Het *H-nieuws* heeft hij tot 1981 geredigeerd, waarna de heer A. de Bruin die taak van hem heeft overgenomen. Rob heeft toen ook het bestuur verlaten. Hierna bezocht hij tot ons groot genoegen nog af en toe het TTC, waardoor wij te weten kwamen dat hij een hartinfarct had gehad, dat hij gelukkig weer redelijk te boven was gekomen en dat hij elders een andere functie had aanvaard.

Het is verdrietig als men mensen uit het oog verliest waarmee men hele prettige contacten heeft gehad. Rob Gebhard was namelijk een zo aimabele persoonlijkheid dat het heel erg jammer is als men hem nooit meer zal spreken of zien. Wij wensen zijn vrouw en kinderen dan ook heel veel sterkte toe.

J.H. Makkink

Verenigingen en organisaties, momenteel actief op technisch/historisch gebied



TECHNISCH TENTOONSTELLINGSCENTRUM (TTC)

Een dienst van de Technische Universiteit Delft, die zich onder meer bezighoudt met het organiseren van educatieve tentoonstellingen om inzicht te geven in recente dan wel historische en/of technische ontwikkelingen en hun maatschappelijke gevolgen.

Expositiezaal: tijdelijk gesloten. *Kantoor:* Rotterdamseweg 139a, 2628 AL Delft.



HISTECHNICA

Vereniging van Vrienden van het Technisch Tentoonstellingscentrum TTC. Deze vereniging, die in 1974 werd opgericht, stelt zich ten doel de belangstelling te bevorderen voor de ontwikkeling van de techniek in het verleden, heden en toekomst en zijn maatschappelijke gevolgen.

Secretariaat: ir. J. van Elk, Populierendreef 16, 3137 CW Vlaardingen.



AFDELING VOOR DE GESCHIEDENIS DER TECHNIEK VAN HET KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS (KIVI)

Deze afdeling stelt zich ten doel de belangstelling voor de geschiedenis van de techniek te bevorderen door het organiseren van voordrachten, excursies en symposia.

Secretariaat: ir. J. Deiman, p/a Universiteitsmuseum Utrecht, Postbus 13021, 3507 LA Utrecht.



STICHTING TECHNISCH-HISTORISCHE VERZAMELIGEN (STHV)

Vereniging van organisaties (stichtingen, instituten, verenigingen e.d.) en individuele personen die een technische verzameling hebben dan wel daar nauw bij zijn betrokken, met het doel tot gezamenlijke activiteiten (zoals exposities) te komen.

Secretariaat: Alphons Ariënstraat 15, 2307 VJ Haarlem.



SECTIE TECHNISCHE MUSEA VAN DE NEDERLANDSE MUSEUMVERENIGING (STM)

Samenwerkingsverband van technische musea in het kader van de Nederlandse Museumvereniging.

Secretariaat: drs. C.E.L. Paul, p/a Rijksmuseum Nederlands Scheepvaartmuseum, Kattenburgerplein 1, 1018 KK Amsterdam.

histechnicon

orgaan van Histecnica: de 'vereniging vrienden van het technisch tentoonstellingscentrum' te Delft

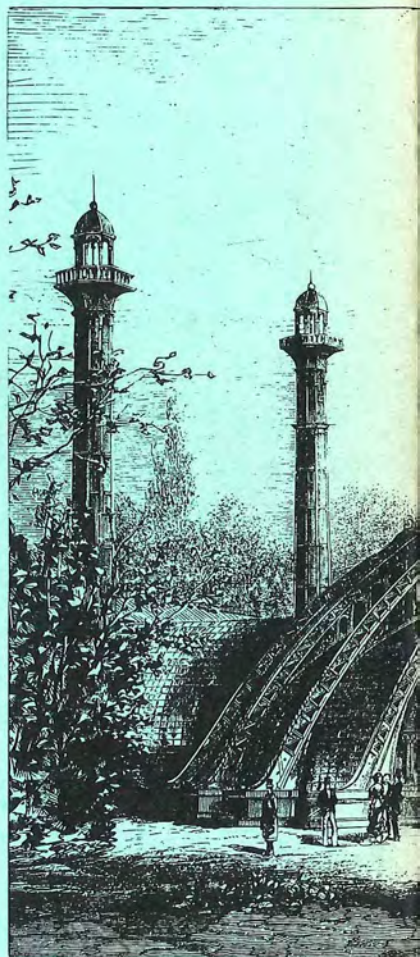


jaargang 17, december 1991

5

<i>T. Dijs</i>	2
Histechnicon exit	
<i>H. Lintsen</i>	3
Op zoek naar het industriële verleden van België en Nederland	
<i>J. Oosterhoff</i>	10
Vierendeel en zijn bruggen	
<i>J.B.M. Vercauteren</i>	16
Op zoek naar het keramisch verleden van Maastricht	
<i>Ch.J. Vos</i>	24
Scheepsliften van toen, nu en morgen in het hart van België	
<i>G.G. Nieuwmeijer</i>	30
De koninklijke serres te Laken	

Wintertuin te Laken, 1876. De schoorstenen van het ketelhuis zijn uitgevoerd als minaretten.



histechnicon

17 (1991) 4



een uitgave van

vereniging

Vrienden van het Technisch Tentoonstellingscentrum
te Delft

ISSN 0922-1018



correspondentie-adres

Populierendreef 16, 3137 CW Vlaardingen

Histechnicon exit

dr. T. Dijs

voorzitter Histechnica

Enige tijd geleden besloten de Stichting Industriële Archeologie Nederland (SIAN) en de vereniging Histechnica om met ingang van 1992 de bestaande periodieken *Industriële Archeologie* en *Histechnicon* samen te voegen tot een nieuw tijdschrift. Een en ander komt voor de leden van Histechnica niet onverwacht, gezien de mededelingen over deze ontwikkelingen in de loop van 1991.

Nog voor het einde van dit jaar zal de akte van oprichting van de Stichting Erfgoed worden verleden. De nieuwe stichting heeft statutair tot doel het zonder winst oogmerk uitgeven van een cultureel wetenschappelijk tijdschrift en het laten verschijnen van publikaties op het gebied van het industrieel en technisch erfgoed en voorts al hetgeen dat met een en ander rechtstreeks of zijdelings verband houdt of daartoe bevorderlijk kan zijn, alles in de ruimste zin des woords. De titel van het gemeenschappelijke tijdschrift luidt: *Erfgoed van industrie en techniek*, kortweg aangeduid als *Erfgoed*, en het verschijnt ieder kwartaal.

Het stichtingsbestuur heeft de volgende samenstelling: dr. A.J.M. Wagemaker (voorzitter), G.H.M. Koper (secretaris), ir. C.H. van Eldik (penningmeester), J. Liefvering (lid) en drs. J.A. van Dalen (lid). De leden van de redactie van het tijdschrift zijn reeds bezig met de voorbereiding voor het eerste nummer, dat in maart 1992 zal verschijnen.

Tot zover een aantal feitelijkheden die zowel met enige weemoed als met veel genoegen naar voren worden gebracht. Weemoed vanwege de ruim tien jaar dat eerst het *H-nieuws* en daarna *Histechnicon* de band tussen de leden van Histechnica markeerde. Genoegen omdat met de nieuwe opzet twee verwante instellingen elkaar hebben gevonden in een passende formule die een kwalitatief hoogstaand tijdschrift moet opleveren.

Een woord van dank aan al diegenen, die in de loop der jaren hun best hebben gedaan voor *H-nieuws* en *Histechnicon* is hier zeker op zijn plaats. De redactie van *Erfgoed*, waarin ook enkele leden van Histechnica deelnemen, wens ik namens alle leden van onze vereniging veel succes toe bij het realiseren van de nieuwe uitdaging.

Op zoek naar het industriële verleden van België en Nederland

dr.ir. H. Lintsen

hoogleraar Geschiedenis van de Techniek aan de TU-Eindhoven en de TU-Delft

In het voorjaar van 1990 ondernam een aantal ingenieurs – deels vergezeld door hun echtgenotes – een studiereis door Nederlands Limburg en Wallonië. De speurtocht ging naar het industriële verleden van deze streken. De ingenieurs konden hun hart ophalen. Scheepsliften, machinekamers, Malakofftoren en 'Vierendeel'-bruggen werden kritisch onderzocht en uiteengegafeld. Allerlei ingenieuze ontwerpen kregen alom bewondering, een enkele werd met misprijzen bekeken.

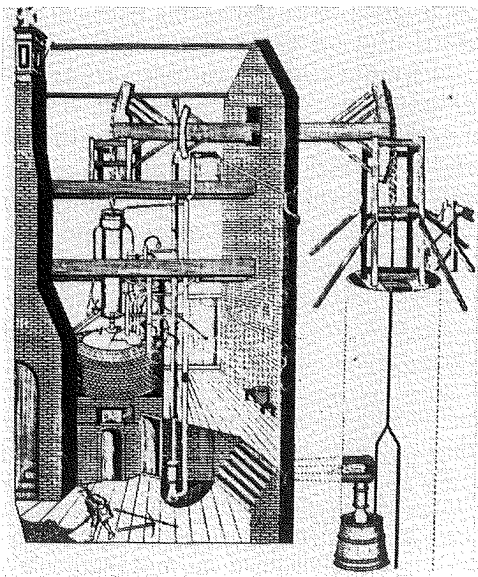
Maar het hart werd nog op een andere wijze aangesproken. Een verleden in verval maakte diepe indruk. Waar nog niet zo lang geleden het ijzer gegoten, gewalst, gesmeed en bewerkt werd, daar resten nu nog slechts gigantische, kale hallen met ingestorte daken waar de wind vrij spel heeft, het zonlicht de gloed van het smidsvuur vervangt en de natuur langzaam het verloren gegane terrein weer herovert. Ook de techniek is vergankelijk.

Dit nummer van *Histechnicon* besteedt aandacht aan deze studiereis. De artikelen verschenen tussen januari en augustus 1992, in iets andere vorm en met minder illustraties, in het maandblad *De Ingenieur*.

In de eerste helft van de 19de eeuw ontstond een dramatische kloof tussen Nederland en België. België was het eerste land op het continent dat in de voetsporen trad van de industriële revolutie in Engeland en mag derhalve met recht de titel 'Tweede Industriële Natie van de Wereld' ontvangen. Mijnbouw, textiel en metaal waren evenals in Engeland de sleutelsectoren van de economische groei. Fabriekswezen, grootschaligheid en massaproductie kenmerkten de veranderingen die in deze sectoren optraden. In Nederland was tot diep in de 19de eeuw weinig van dit alles terug te vinden.

Tijdgenoten en historici hebben zich over de uiteenlopende ontwikkeling verbaasd. Hoe konden twee landen die aan elkaar grenzen, weinig van elkaar verschilden in oppervlakte en bevolkingsgrootte, ten dele nauwe taalverwantschap toonden en historische dwarsverbanden kenden, zo'n verschillend industrialisatieproces doormaken? Hoe was het mogelijk dat een relatief arm land als België de veerkracht kon opbrengen tot een dergelijke ingrijpende metamorfose, terwijl het rijke Nederland met zijn handelskapitalistische verleden niet de stap zette naar het industriële kapitalisme? In welke opzichten verschilden de omstandigheden in België en Nederland, waardoor elk van beide landen zijn eigen industrialisatiepatroon volgde?

Rond het midden van de 19de eeuw telde de Belgische nijverheid ongeveer 2000 stoommachines, de Nederlandse minder dan 300. In paardekrachten uitgedrukt, zijn de verschillen nog aanzienlijker: ongeveer 50.000 pk tegenover iets meer dan 4.000 pk. België beschikte over ten minste twaalf keer het stoomvermogen dat in Nederland in de nijverheid opgesteld was. Nog anders weergegeven: op iedere 1000 inwoners was in de Belgische nijverheid 11,3 pk aan stoomvermogen beschikbaar, in de Nederlandse rond de 1,4 pk. Een nadere beschouwing leert dat de drie eerdergenoemde sectoren – de mijnbouw, de metaal en de textiel – vooral debet zijn aan deze kloof. Gezamenlijk zijn zij rond 1850 goed voor 68% van het aantal stoommachines en zelfs 87% van het stoomvermogen in de Belgische nijverheid. Zonder deze sectoren zouden de verschillen tussen België en Nederland geringer zijn, hooguit een factor vier. Bovendien gaat het in dat geval om kleinere aantallen en aanzienlijk minder vermogen. Wij bekijken hier vooral de mijnbouw en de metaal nader.



De stoommachine van Newcomen, uitgevonden in 1712, werd nog in de eerste helft van de 19de eeuw volop gebruikt in de Belgische mijnen.

Grondstoffen in België en Nederland

Met de mijnbouw is reeds een belangrijke verklaring voor de Nederlandse achterstand gegeven. België beschikte over economisch exploiteerbare minerale grondstoffen, Nederland nauwelijks. Steenkool werd gedolven in Luik, Charleroi en de Borinage, looderts trof men aan rond Namen, zinkerts rondom Altenberg en ijzererts in de regio's tussen Samber-en-Maas, Landroz en Lorreinen. Steengroeven waren er onder andere in Henegouwen.

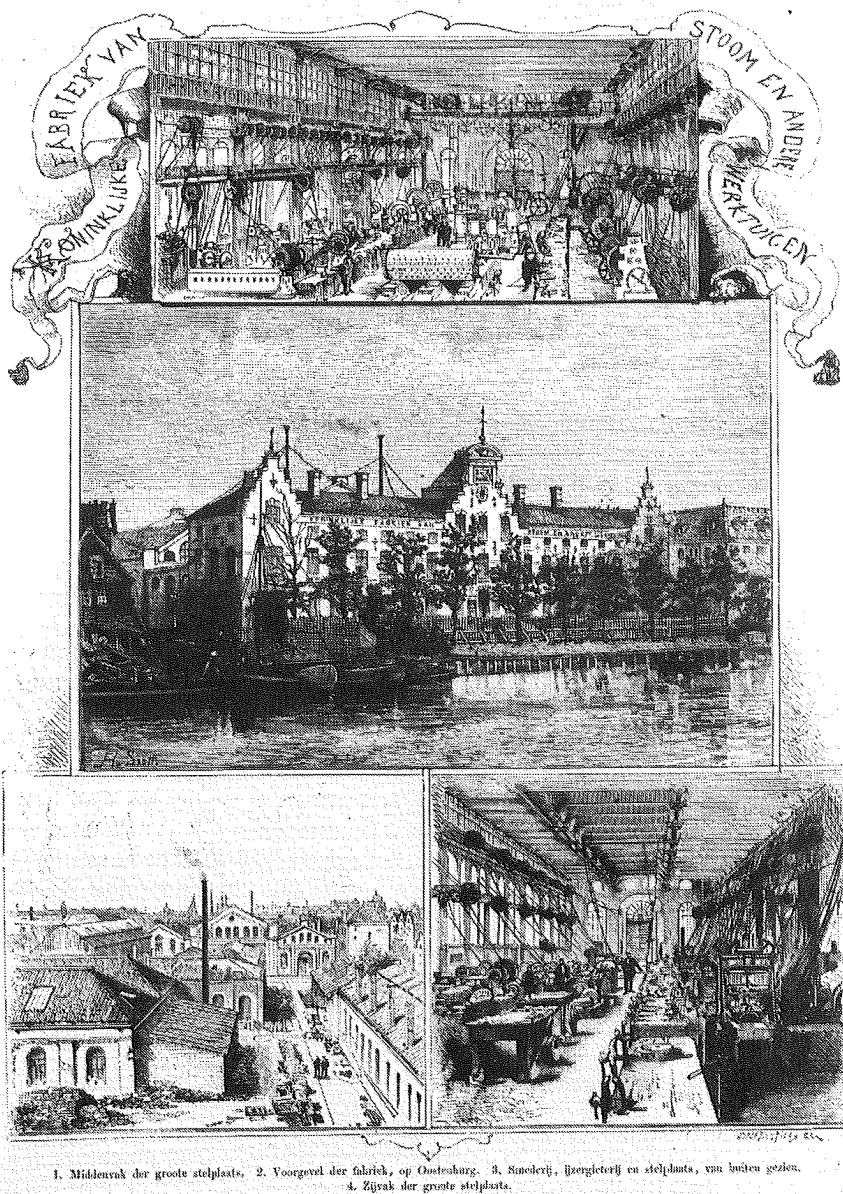
De geschiedenis van de Belgische mijnbouw gaat ver terug. Zo werd in het gebied rond Luik al vanaf de 12de eeuw steenkool en vanaf de 15de eeuw ijzererts gevonden. De exploitatie geschiedde aanvankelijk in dagbouw en in galerijen, gelegen op geringe diepte. Door de ontwikkeling van pompen en ventilatoren kon daarna dieper gedolven worden.

De winning van steenkool was in België, evenals in Engeland het eerste toepassingsgebied voor de stoomtechniek. De stoommachines dienden in de mijnen en groeven in de 18de eeuw vooral voor het oppompen van het grondwater. Later werden zij ook gebruikt voor het transport van de mijnwerkers en het erts door de hoofdschachten en voor de ventilatie. Stoommachines werden er reeds vanaf 1720 geplaatst. Zij waren van het type Newcomen, dat wil zeggen balansmachines, enkel werkend op de atmosferische druk en met de condensatie in de cilinder. Deze oudste generatie stoommachines zou nog tot ver in de 19de eeuw in België gebruikt worden naast modernere typen zoals die van Watt, Hornblower en Cornwall. Daaronder bevonden zich kolossale machines van 150 pk en meer. Het gemiddelde vermogen lag in de mijnbouw hoog, namelijk in 1850 op 43 pk, daarentegen in de metaal op 23 pk, in de textiel op 16 pk en in de voedingsmiddelenindustrie en andere sectoren zelfs maar op 10 pk.

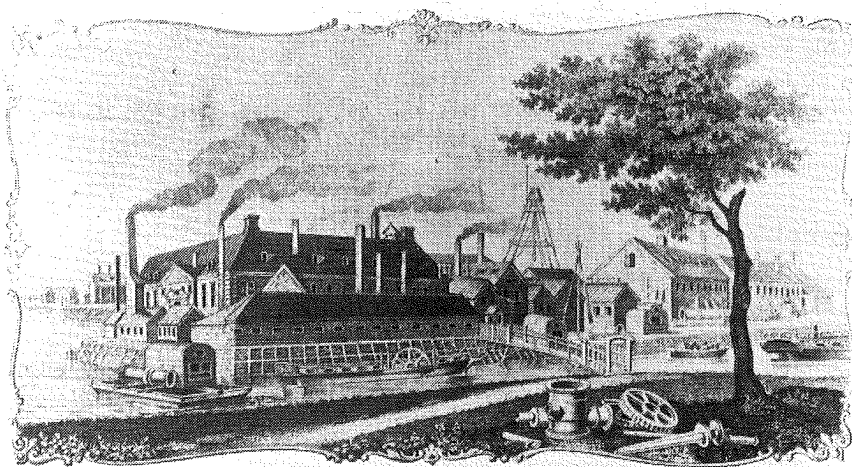
Gedurende de gehele periode waarover wij schrijven, domineerde de mijnbouw bij de toepassing van de stoommachine in België. Aan het begin van de 19de eeuw stonden er in België 67 stoommachines, waarvan 61 in de mijnen. Een halve eeuw later was in de mijnbouw nog altijd 36% van alle machines en zelfs 61% van het totale industriële vermogen opgesteld. Nederland telde toen twee stoommachines van in totaal 144 pk in de Domaniale Steenkolenmijn in Kerkrade. De Domaniale mijnen lagen tussen 1794 en 1814 in een uithoek van het Franse rijk en na 1814 in een uithoek van het Koninkrijk der Nederlanden. Zij konden door hun ligging nauwelijks profiteren van de vraag naar steenkool in stedelijke en industriële centra en kwamen daardoor in de 19de eeuw nauwelijks tot ontwikkeling.

Machinebouw en ijzerindustrie

Na de mijnbouw vormde rond 1850 in België de metaalnijverheid de belangrijkste sector voor de toepassing van de stoommachine, namelijk 332 machines (ca. 16% van het totaal in de industrie) met een vermogen van 7.659 pk (ca. 15%). De metaalnijverheid omvatte uiteenlopende activiteiten. Het merendeel van de stoommachines stond opgesteld in de vele machinewerkplaatsen en -fabrieken. Zij dienden voor de aandrijving van de stoomhamers, de draaibanken en de machines voor het slijpen, zagen, boren en dergelijke. Een eveneens aanzienlijk



Nederland kende rond 1850 een kleine kern van machinefabrieken. De Koninklijke Fabriek van Stoom en andere Werktuigen te Amsterdam was daar één van (Gemeentearchief Amsterdam).



Het etablissement „Fijenoord", omstreeks 1845.

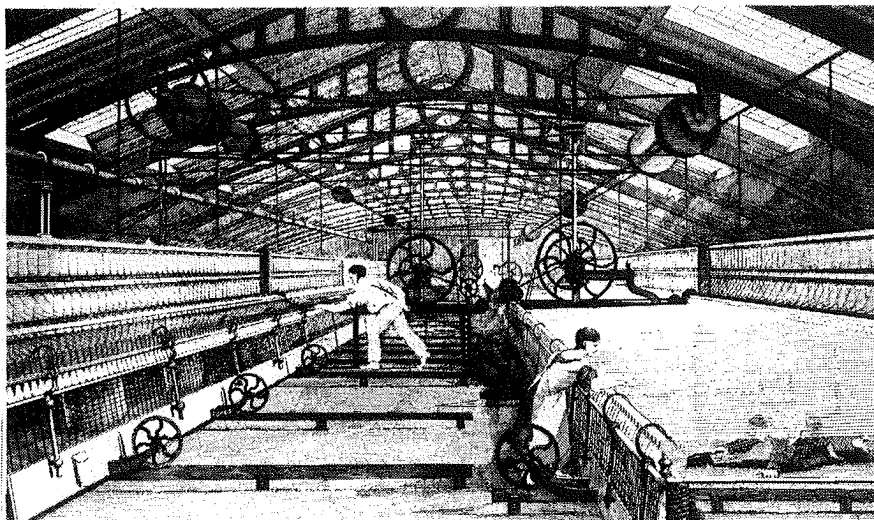
'Fijenoord' te Rotterdam, één van de weinige machinefabrieken in Nederland omstreeks het midden van de 19de eeuw (Gemeentearchief Rotterdam).

aantal werd ingezet in de hoogovenbedrijven en gieterijen om de blaasbalgen aan te drijven. Verder vond stoom toepassing in de metaalbewerking, meer in het bijzonder in de spijkerindustrie voor de pletmachines en stoomhamers. En ten slotte was een tiental machines in gebruik bij de Belgische wapenindustrie en kannengieterij. De Belgische ijzerindustrie en machinebouw hadden zich in de eerste helft van de 19de eeuw krachtig ontwikkeld, met uitzondering van een korte periode na het uiteenvallen van het Koninkrijk der Nederlanden in 1830. Dit laatste had een rampzalig effect op de investeringen en het productiepeil. De dynamiek stond in directe relatie tot de modernisering van de mijnbouw en de mechanisering van de textiel. De ijzerindustrie als leverancier van grondstoffen en de machinebouw als leverancier van kapitaalgoederen waren onverbrekkelijk verbonden met de toepassing van stoommachines en ijzeren werktuigen. In Nederland vond modernisering en mechanisering van de nijverheid in beperkte mate plaats. Een expansie van de metaalnijverheid bleef daarmee achterwege en de achterstand in deze sector in het gebruik van stoommachines is daarmee op eenvoudige wijze verklaard. In 1850 telde de Nederlandse metaalnijverheid 49 stoommachines die vooral in gebruik waren in het hoogovenbedrijf, de ijzergieterijen en de machinebouw. Hoogovens kwamen in Nederland al in de 18de eeuw voor en lagen in de Achterhoek en aan de IJssel, waar het oer (de ijzerhoudende grond) gedolven werd. Daarnaast trof men vanaf het begin van de 19de eeuw verspreid over ons land een aantal ijzergieterijen aan, die als grondstof gebruik maakten van piekijzer (reeds omgesmolten hoogovenijzer in de vorm van zogeheten broodjes) en schroot (oud ijzer). In deze periode ontstond ook een kleine kern van machinefabrieken, die in 1850 tien bedrijven omvatte.

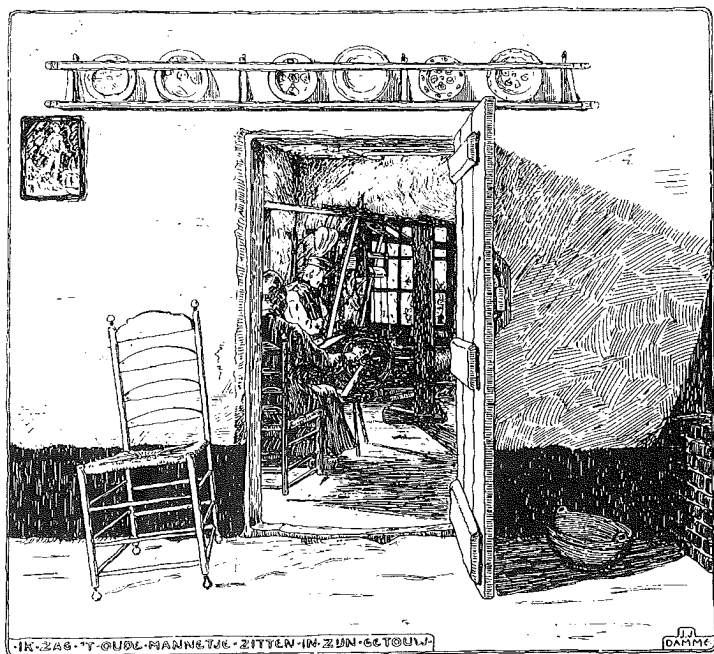
Men kan zich erover verwonderen dat een bedrijfstak van deze aard in Nederland toch nog recht van bestaan had. Een belangrijke reden lag in de relatie tot de scheepsbouw. De twee grote machinefabrieken in het midden van de eeuw, de Maatschappij voor Scheeps- en Werktuigbouw Feijenoord te Rotterdam en de Koninklijke Fabriek van Stoom- en andere Werktuigen te Amsterdam – beide opgericht in 1825 – waren verbonden met stoomboot-rederijen en kenden een belangrijke scheepsbouwafdeling.

Textiel

Naast mijnbouw en metaal vormde de textiel een trekker in de industrialisatie. Maar waarom mechaniseerde in de eerste helft van de 19de eeuw de textiel-nijverheid wél in België en niet in Nederland? De belangrijkste reden is dat de klassieke produktiewijze in Nederland veelal economiser rendabeler was. Een kostenanalyse verschilde weliswaar sterk van regio tot regio, maar de verschillende stukken van de mechaniseringspuzzel vielen voor Nederland nergens goed in elkaar. Daar waar de arbeid goedkoop was – in de landinwaarts gelegen provincies – liepen onder andere de brandstof- en kapitaalkosten vanwege het transport hoog op. Deze provincies verkeerden door de gebrekkige infrastructuur in een relatief isolement. Voor de kustprovincies gold het omgekeerde. Alleen daar waar kapitaal, brandstof, grondstof en arbeid gezamenlijk relatief goedkoop waren, had stoom een goede kans. Deze plaatsen waren in Nederland voor 1850 nauwelijks te vinden. In België daarentegen wel, zoals in Gent waar de katoennijverheid gemechaniseerd werd en tot ontwikkeling kwam en in Verviers, het centrum van de moderne wolindustrie.



Machinaal spinnen van katoen, ca. 1835. In België kwam het machinaal spinnen in de textielindustrie reeds aan het begin van de 19de eeuw tot ontwikkeling.



Spinnen en weven met de hand op de boerderij. Klassieke produktiewijzen waren in de textielindustrie in Nederland nog lange tijd rendabel.

Ten slotte

Overzien wij nogmaals het verschil tussen België en Nederland in de toepassing van de stoommachine in de eerste helft van de 19de eeuw.

België beschikte over rijke erten en gebruikte ongeveer 61% van haar industriële vermogen aan stoommachines om deze te ontginnen. Bovendien was een deel van het stoomvermogen in de metaalindustrie nodig om de machinerieën voor de mijnbouw te vervaardigen, te onderhouden en te repareren. Verder kende België een omvangrijke textielsector waarin op grote schaal van stoom gebruik gemaakt werd.

Nederland had die rijkdom aan mineralen niet, produceerde minder textiele goederen en deed dit laatste, gezien de prijzen van de produktiefactoren, vooral handmatig. Belangrijke verschillen in technische ontwikkeling tussen Nederland en België kunnen vanuit deze achtergrond verklaard worden.

Vierendeel en zijn bruggen

prof.ir. J. Oosterhoff

oud-hoogleraar constructieve vormgeving, TU-Delft

Wie door België reist op zoek naar bruggen, stoot daarbij op een curieus type dat de naam Vierendeelbrug draagt. Een leek op bruggengebied zou denken dat zulke bruggen wat te maken hebben met het getal vier, waardoor iets gedeeld wordt, maar dat is niet het geval. De brug ontleent haar naam aan de man die het type heeft ontwikkeld en gepropageerd, de Belgische ingenieur Vierendeel.

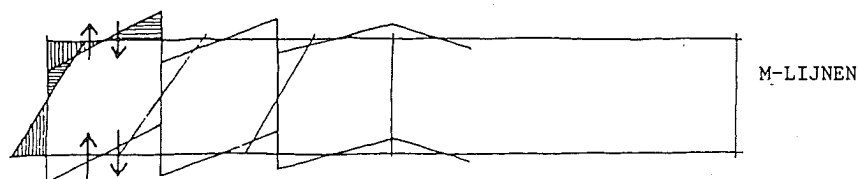
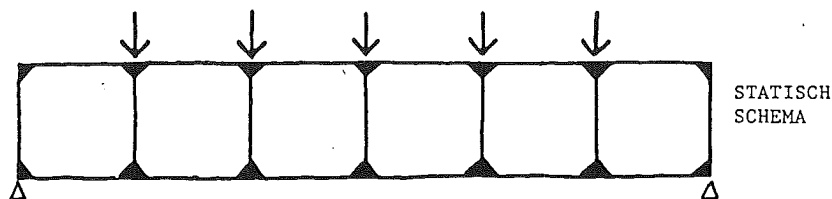
Jules Arthur Vierendeel werd in 1852 geboren in Grammont als zoon van een slotenmaker. In 1874 verwierf hij 'met grote onderscheiding' aan de Katholieke Universiteit van Leuven het ingenieursdiploma. Daarna, van 1876 tot 1885, werkte hij bij de constructiewerkplaats 'Nicaise et Delcuve' te La Louvière en raakte betrokken bij de bouw van het spoorwegstation van Kortrijk en de ijzeren torenspits van de kerk te Dadizele. Deze spits was van ijzer en opgebouwd uit trapezia, een voorloper van de latere Vierendeelconstructies. Van 1885 tot 1927 was hij directeur van de technische dienst van de provincie West-Vlaanderen en werd tussentijds, in 1889, benoemd tot hoogleraar in de 'Resistance des matériaux' aan de Universiteit van Leuven.

Vierendeel was een man met een veelzijdige interesse, hetgeen trouwens in de 19de eeuw bij ingenieurs niet ongebruikelijk was. Zo zijn er van zijn hand publicaties verschenen over de berekening van paalfunderingen, de stabiliteit van constructies, het spanning/rek-diagram van staal (waarvoor hij uniforme benamingen voorstelde die internationaal werden aanvaard), het knikprobleem van gedrukte elementen en het materiaalonderzoek in het algemeen. Maar ook schreef hij over de stedenbouw en over de architectuur, en met name over de esthetische kant daarvan. Prachtig uitgevoerd is het boek *La construction architecturale en fonte, fer et acier* uit 1897 waarin Vierendeel de belangrijkste ijzerconstructies van zijn tijd behandelde.

De Vierendeelligger

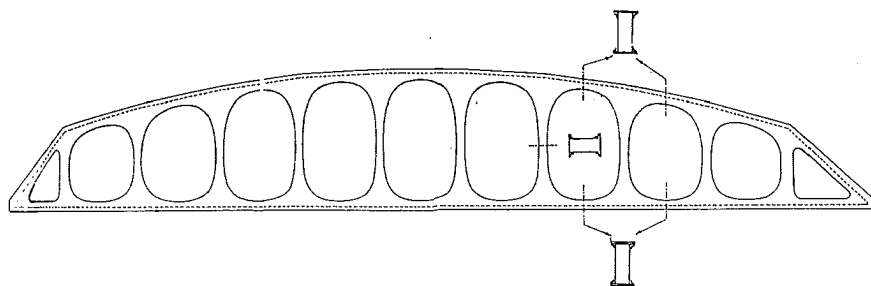
Het belangrijkste van zijn werk is echter de schepping van de ligger die zijn naam heeft gekregen. De Vierendeelligger onderscheidt zich van de vakwerkligger door de afwezigheid van diagonalen; er zijn slechts randstaven en verticalen aanwezig zodat een aaneenschakeling van rechthoeken of trapezia ontstaat. Wil men echter de naam van Vierendeel niet gebruiken omdat deze typologisch nietszeggend is, dan zou zo'n ligger, naar analogie met de vakwerkligger, een raamwerkligger kunnen worden genoemd.

Kenmerkend voor de krachtswerking in de Vierendeelligger is dat in de staven

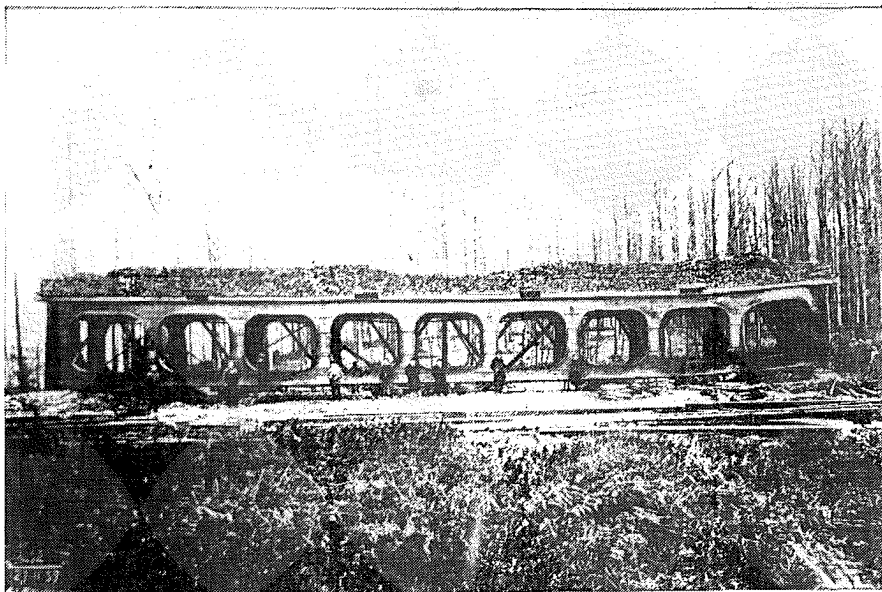


Buigende momenten in een Vierendeelligger.

behalve normaalkrachten, ook buigende momenten optreden. Bij een vakwerk-
 ligger treden in de staven alleen normaalkrachten op – mits de knooppunten als
 scharnieren worden beschouwd – en zijn de buigende momenten door de geringe
 stijfheid van de knooppunten van secundair belang. Bij de Vierendeelligger daar-
 entegen zijn de buigende momenten in de staven van essentieel belang want zij
 zorgen er voor dat de ligger belasting kan dragen. Voorwaarde voor het ont-
 staan van deze momenten is de stijve verbinding van de verticale staven met de
 randstaven. De grootte van de buigende momenten hangt af van de dwarskrach-
 ten die in de ligger optreden en zijn daarom groot bij de opleggingen en klein in
 het midden. De normaalkrachten in de randen zijn ongeveer gelijk aan de
 normaalkrachten die ontstaan bij een vakwerkligger van dezelfde hoofdvorm.
 In 1896 kreeg Vierendeel een octrooi op de raamwerkligger die hij aanduidde als
 'poutre à arcade'. Een jaar later publiceerde hij een berekeningsmethode voor
 deze ligger en bouwde in Tervueren een proefligger die hij tot breuk belastte. In
 1899 vroeg hij een octrooi aan voor een raamwerkligger van beton met een wape-
 ning van profielstaal.



De Vierendeelligger in de octrooiaanvraag van 1896.



De proeffligger te Tervueren, 1897.

Motieven

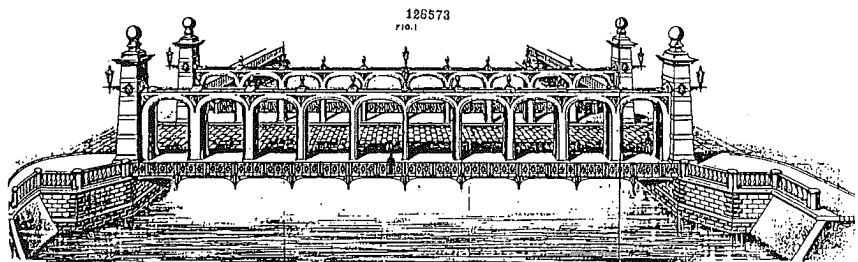
Wat beoogde Vierendeel nu met zijn vinding, waarvan hij meende dat het alle voordelen bezat die een constructie maar kan hebben. In 1896 prees hij de technische en de economische voordelen en voegde daar in 1897 aan toe dat de krachten in de ligger nauwkeuriger berekend konden worden dan die in een vakwerkligger. In die tijd waren er inderdaad discussies over de berekening van vakwerkliggers. De gangbare berekening berustte op de aanname dat de knooppunten zich als scharnieren zouden gedragen, dat wil zeggen dat de staven in de knooppunten scharnierend met elkaar zouden zijn verbonden. In het begin van de ijzerbouw, in de eerste helft van de 19de eeuw, werden knooppunten ook inderdaad zo uitgevoerd, met grote schroefbouts, zowel in de bruggenbouw als bij kapspanten. Toen echter het klinken rond 1850 als verbindingsmethode werd ingevoerd, verdwenen deze scharnierverbindingen om plaats te maken voor stijve verbindingen. Hierdoor worden in de staven buigende momenten veroorzaakt, maar de stand van de mechanica in de tweede helft van de 19de eeuw stelde de ingenieurs niet in staat om deze te berekenen, althans niet op een wijze die in praktijk bruikbaar was. Daarbij kwam nog dat in de bruggenbouw ook vakwerkliggers van de tweede-orde werden gebruikt, waarvan het statische schema nogal duister is.

Vierendeel meende door de mogelijkheid om zijn ligger nauwkeurig te berekenen (hetgeen gemeten naar de huidige kennis zeker niet het geval was) een groot voordeel te hebben bereikt: 'La diagonale rivée est une ligne surabondante qui

entrave toute mise en équation sérieuse'. Wij zouden nu zeggen: beter een economische constructie die slechts bij benadering te berekenen is dan een oneconomische met een nauwkeurige berekening. Dat de ligger het in economisch opzicht zou afleggen tegen de vakwerkligger werd overigens door Vierendeel ontkend zonder dat hij hiervoor bewijzen aanvoerde. Hij was er zich klaarblijkelijk niet van bewust dat buigende momenten meer materiaal vragen dan normaalkrachten en dat ten opzichte van normaalkrachten buigende momenten grotere vervormingen veroorzaken en de ligger dus minder stijf maken. Alleen een overmaat aan materiaal kan dit compenseren, hetgeen in de praktijk ook het geval was. Vandaar dat Vierendeel dan ook in 1896 poneerde: 'Les longerons ou poutres de mon système sont plus solides, plus robustes, mieux reliés dans toutes leurs parties, moins flexibles, moins sujets aux vibrations, moins exposés aux atteintes de la rouille, moins sensibles aux effets dynamiques des trains et véhicules quelconques, et comme conséquence finale de tous ces avantages ils sont plus durables que les longerons en treillis avec diagonales.'

De argumentatie van Vierendeel is niet overtuigend en zijn bewijsvoering niet sluitend. Wat hij over constructies zegt is enigmatische te vergelijken met één van zijn uitspraken over mooi en lelijk: 'Le laid est par essence irrationnel, le beau est toujours rationnel.' Zoiets heeft geen enkele waarde als niet wordt gedefinieerd wat mooi en lelijk en wat rationeel en irrationeel is. Naar men kan vermoeden, was het uiterlijk van zijn raamwerksysteem een factor die bij Vierendeel intuïtief een grote rol heeft gespeeld. Niet voor niets noemde hij zijn constructie een 'poutre à arcade' en presenteerde hij bij zijn octrooiaanvraag in 1896 een tekening van een fraai aangeklede toepassing voor een brug. Hierbij zij opgemerkt dat het in de 19de eeuw niet ongebruikelijk was om technische vindingen bij het openbaar maken van een artistiek kleedje te voorzien.

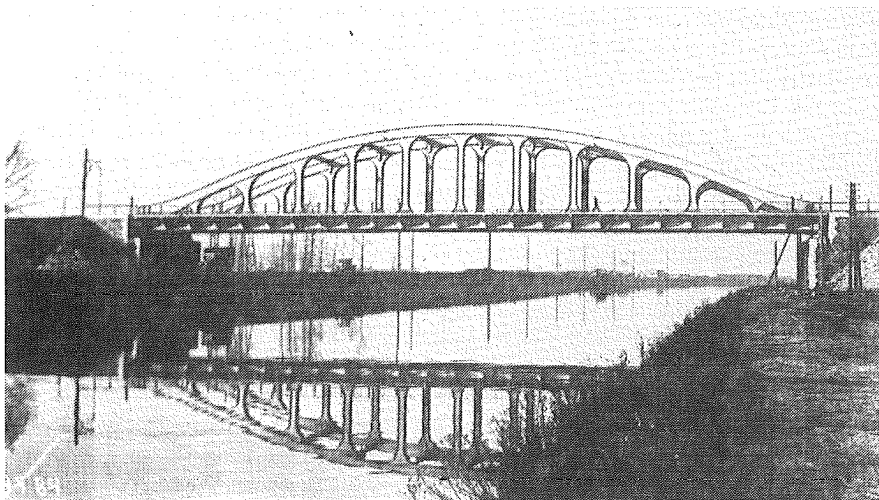
PONT A ARCADES SIMPLES



De 'poutre à arcade', toegepast voor een brug (gevoegd bij de octrooi-aanvraag van 1896).

Toepassingen van de Vierendeelligger

Vermoedelijk door de propaganda die Vierendeel voor zijn ligger maakte en wellicht ook door het aanzien dat hij in ambtelijke kringen genoot, is de Vierendeelligger in België veel gebruikt. Uit de beginjaren tot 1914 noemen we bruggen te Tervueren, Beringen, Ousselghem, Avelghem en Grammont. Ook zijn er Vierendeelbruggen in Oostenrijk en Zwitserland gemaakt.

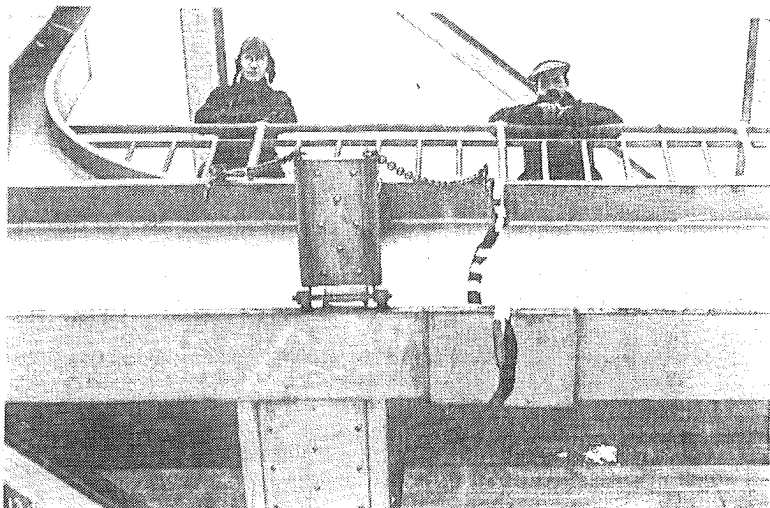


De Vierendeelbrug bij Hasselt na de voltooiing in 1937.

Een nieuwe periode werd ingeluid door een groot aantal bruggen over het Albertkanaal in de dertiger jaren. Deze bruggen waren, ook internationaal gezien, geavanceerde toepassingen van het elektrisch lassen in de bruggenbouw, hetgeen niet verwonderlijk is omdat België een belangrijke rol heeft gespeeld bij de ontwikkeling van deze verbindingsmethode. Helaas was de kennis nog niet zo ver dat men op de hoogte was van het ontstaan van materiaalbroosheid in de omgeving van de elektrische lassen. Bovendien ontstaan ter plaatse van de lassen, door de grote temperatuurverschillen in het materiaal bij het lassen zelf, toegevoegde inwendige spanningen. In het bijzonder bij lage temperaturen kan daardoor zogeheten 'brosse breuk' optreden; een breuk die plotseling ontstaat en die tot bezwijken van de constructie kan leiden.

Zo kon het gebeuren dat in 1938, bij een temperatuur van rond het vriespunt, de Vierendeelbrug over het Albertkanaal bij Hasselt instortte terwijl de brug onbelast was. (De brug werd in 1941 in geklonken uitvoering weer herbouwd.) Bij de bruggen bij Herenthals en Kaulille traden in januari 1940 opeens grote scheuren op. Hoewel de oorzaak lag in de lasmethode en het brugsysteem er niet debet aan was, moeten de laatste jaren van zijn leven tot zijn dood in 1940 voor Vierendeel verdrietig zijn geweest.

Behoudens de eerder genoemde toepassingen in Oostenrijk en Zwitserland heeft de Vierendeelligger buiten België en Nederland weinig bekendheid gekregen. In de bruggenbouw is het Vierendeelsysteem, voor zover mij bekend, in Nederland trouwens niet gebruikt. Slechts in de gebouwensector komt een aantal uitvoeringen in gewapend beton voor en een enkele in staal. In mechanica boeken is de naam Vierendeel slechts sporadisch aan te treffen. In boeken over de geschiedenis van de bruggenbouw komen wij zijn naam niet tegen, evenmin als in Engelstalige handboeken over bruggen. Ik ken alleen het



Een scheur (brosse breuk) in de brug over het Albertkanaal bij Herenthals, januari 1940.

standaardwerk *Eiserne Brücken* van G. Schaper (5de druk, 1922), waar de Vierendeelbrug kort wordt behandeld. Schaper had er weinig waardering voor en noemde naast het voordeel van het onbelemmerde dwarsverkeer door de liggers heen, alleen het goede uiterlijk. Waarschijnlijk heeft hij het juist gezien.

Literatuur

1. J. Debar, *Arthur Vierendeel?*, niet uitgegeven scriptie, Institut Supérieure d'Architecture de l'Etat, La Cambre 1985.
2. E.A. van Genderen Stort, 'De defecten van de gelaste Vierendeelbruggen over het Albert-Kanaal in België', in: *Staal* 6 (1940) 1, p.24-26.

Op zoek naar het keramisch verleden van Maastricht

ir. J.B.M. Vercauteren

architect te Maastricht, gastdocent TU-Delft en docent KMA te Breda

De studiereis in het voorjaar van 1990 van ingenieurs langs het industrieel erfgoed van Nederlands Limburg en Wallonië was een goede reden om de geïnteresseerden van dit erfgoed te brengen naar de relictten van de Société Céramique in Wyck – het stadsdeel van Maastricht dat ligt aan de oostzijde van de Maas – en hen bij de binnenhaven van Maastricht, te laten zien waar Petrus Regout, in het jaar 1834 een stoommachine heeft laten plaatsen in het 'colossaal' gebouw aan de Boschstraat.

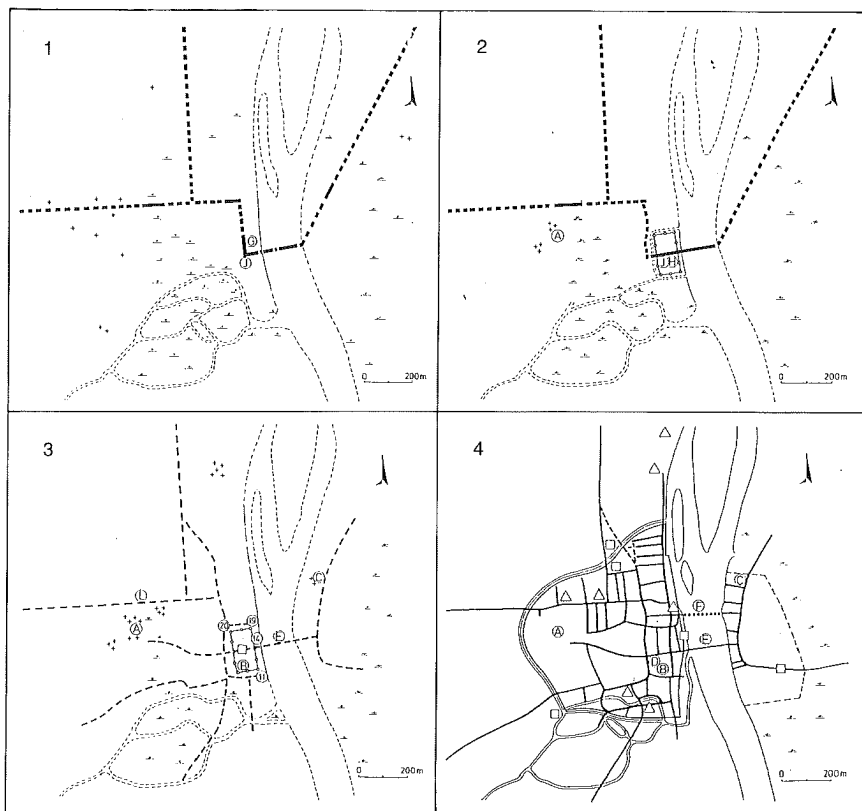
Aan de 'Boulevard Regout' werd de grondslag gelegd én voor de kristal-, glas- en aardewerkfabriek én voor de Maastrichtse spijker- en draadnagelfabriek én voor de Maastrichtse gewerenfabriek.

Dit derde artikel in de reeks wil iets vertellen over de ondernemingsgeschiedenis van de Société Céramique in relatie tot sporen, die van belang zijn voor het ontstaan en voortbestaan van een erfgoed uit een verder verleden. Door de eeuwen heen is immers een stad ontstaan, die haar huidige stedenbouwkundige vorm dankt aan een nederzetting bij een rivierovergang, aan een nijverheid die is voortgekomen uit het garnizoen en de militaire vestingwerken en last but not least aan de 'Maastrichtse' groot-industrie.

Strategische ligging

De eerste verschijnselen van urbanisatie in het zuiden van Nederland dateren uit de Romeinse tijd met twee dichtbevolkte centra: Trajectum, Maastricht, en Coriovallum, Heerlen. Van deze nederzettingen zal alleen Maastricht een zekere ononderbroken samenhang in bewoning laten zien vanaf de Romeinse tijd naar de Middeleeuwen.

Het eerste spoor dat teruggaat naar het verschijnsel nederzetting is de aanleg van de Heirbaan van Gallië naar Germanië. Een houten brug werd geslagen en de rivierovergang 'Trajectum ad Mosam' werd versterkt met een castellum. De



De ontwikkeling van de wegenstructuur van Maastricht (1 = vroeg-romeinse tijd tot het midden van de 3e eeuw; 2 = het castrum (H), opgraving Derlon (J) en het graf van St Servaas (A); situatie 4e eeuw; 3 = vroeg-middeleeuws stratenet dat door het castrum (H) en de Jeker is beïnvloed. Rondom het castrum lagen de marktplaatsen; 4 = laat-middeleeuws nederzetting van de 13e eeuw, die in het huidige stratenpatroon herkenbaar is gebleven).

Bron: T. Panhuysen, tekening W. Veldman.

Romeinen zochten in het Maasdal naar erts, maar vonden steenkool, dé grondstof voor de industriële ontwikkeling in latere eeuwen.

Dat de rivierovergang in de 13de eeuw nog van belang is, blijkt uit het feit, dat de ingestorte houten brug door een stenen wordt vervangen.

Een belangrijk keerpunt in de ontwikkelingsgeschiedenis van de stad was de afscheiding van de Zuidelijke-Nederlanden in 1830. Maastricht had economisch en geografisch een deel van België moeten worden, maar generaal Dibbets verdedigde de voor koning Willem I strategisch gelegen vesting met succes, waardoor de stad en de tegenwoordige provincie Limburg een deel van Nederland bleven uitmaken. De militaire actie van Dibbets blijkt achteraf een beslissend moment te

zijn geweest voor de industriële ontwikkeling van Maastricht. De invoer van producten uit de voormalige Zuidelijke-Nederlanden werd verboden, zodat kooplieden als Petrus Regout wel genoodzaakt waren om deze zelf te gaan produceren.

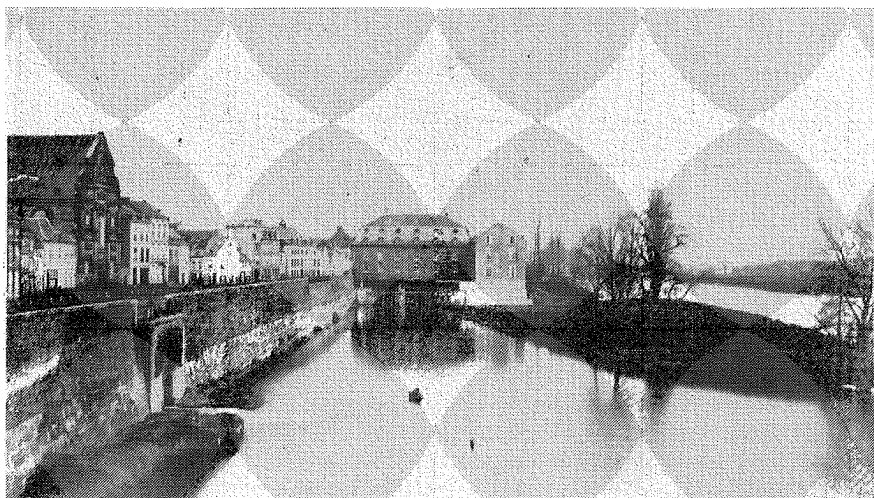
Stromend water

Een tweede spoor terug naar een ver verleden is het stromend water.

In het Jekerdal moeten in de loop der eeuwen wel 20 molens gebouwd zijn, waarvan nu nog een tweetal te vinden zijn in de watermolengehuchten Nekum en Lombok. In 1846 kocht Petrus Regout de 'Molen van Nekum' om porseleinaarde te malen voor zijn aardewerkfabriek en in dezelfde tijd had P. Stevens de lopen-trekkerij van zijn gewerenfabriek geïnstalleerd in de 'Molen van Lombok'.

De stad Maastricht heeft ooit 15 molens binnen haar vesting gehad en mag met dit respectabel aantal 'watermolenstad' genoemd worden. Tijdens de Belgische opstand van 1830 tot 1839 werd het water van de Jeker gebruikt voor de inundaties van de vestingsterreinen aan de zuidzijde van de stad en viel weg als energiebron voor de molens binnen de vesting. De lakenfabrikant Hanckar zag zich toen verplicht een stoommachine te kopen voor het drijven van zijn molen aan de Begijnestraat. De eerste stoommachine kwam niet naar Maastricht vanwege technische innovaties in het aandrijfmechanisme van molen of lakenfabriek, maar uit bittere noodzaak.

Tot in de 20ste eeuw zijn watermolens in gebruik geweest voor allerlei takken van nijverheid. Zo was de 'Molen in de Heksenhoek', één van de twee



De Maasmolen was gelegen bij de Molenpoort, noordelijk van de Hoenderstraat. Om de stadsomwalling aan de Maas minder kwetsbaar te maken werd de Maasmolen afgebroken. In 1705 kreeg Mathieu Dubin toestemming om op dezelfde plaats twee graanmolens te bouwen, waarvan er één later werd omgebouwd tot houtzaagmolen. Franquinet omstreeks 1890.

vernismolens, die de Société Céramique tot aan de Tweede Wereldoorlog inzette voor het aanmaken van glazuur.

Maastricht vestingstad

De economische geschiedenis van Maastricht kan niet geschreven worden zonder daarin een belangrijke plaats in te ruimen voor die takken van nijverheid die in relatie gebracht kunnen worden met het garnizoen en de militaire verdedigingswerken. De militaire functie van de stad gaf werk aan lakenwevers, leerlooiers, bierbrouwers en steenbakkers. Vooral de steenbakkers, die zich sinds 1525 traditiegetrouw aan de rand van de uiterwaarden van de Maas hadden gevestigd, hebben het spoor uitgezet naar een ontwikkeling van wat men in de 19de eeuw de 'Maastrichtse' grootindustrie is gaan noemen. In steenbakkerij en grootindustrie neemt de oven een centrale plaats in; een belangrijk bestanddeel van deze grootindustrie kan men ook karakteriseren met de naam ovenindustrie.

Het verschijnsel ovenindustrie kon zich in Maastricht mede ontwikkelen door per schip goedkope steenkolen aan te voeren uit het Luikse bekken.

In dit kader is een opgraving bij de reconstructie van het Boschstraatkwartier van belang. Aan de voormalige Christusstraat is een geschakelde ovenbatterij uit de vorige eeuw blootgelegd, die bestond uit zeven ronde ovenkamers welke met elkaar verbonden waren door een trekgang. Deze ovenbatterij is gebouwd door de geweerfabrikant Stevens.

Société Céramique

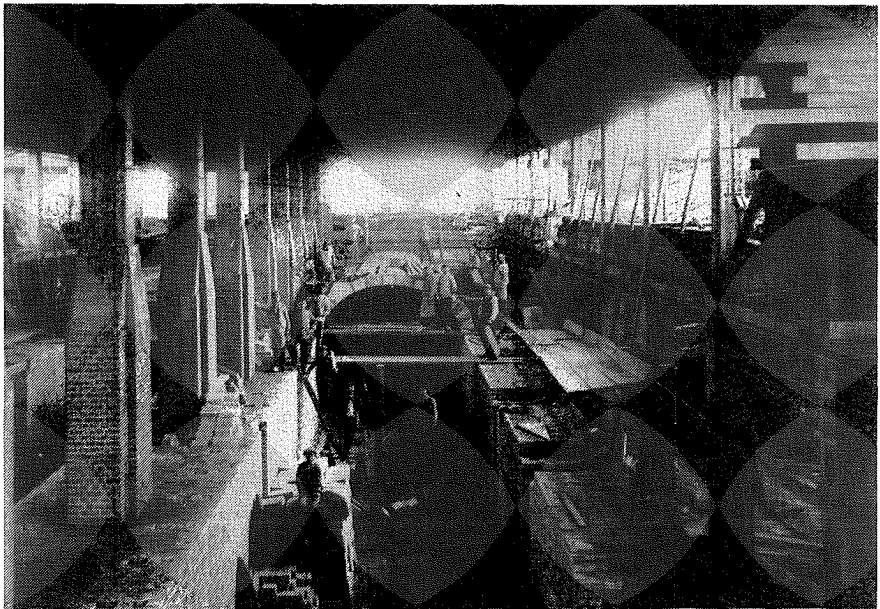
De geschiedenis van de 'Maatschappij tot vervaardiging van fijn aardewerk en keramieke voortbrengselen van alle soort', beter bekend onder de naam Société Céramique, begint in 1850, als W. N. Clermont een vergunning aanvraagt voor de vestiging van zijn bedrijf. Met Ch. Chainaye. verwierf hij gronden binnen de vesting en kreeg toestemming voor het maken van een 'poterne' onder de stadswal en het plaatsen van stoomwerktuigen.

De eerste beschrijving van deze aardewerkfabriek is te lezen in een overdrachtsacte van 25 maart 1859, toen de ondernemingsvorm werd omgezet in een commanditaire vennootschap, Guillaume Lambert et Cie.

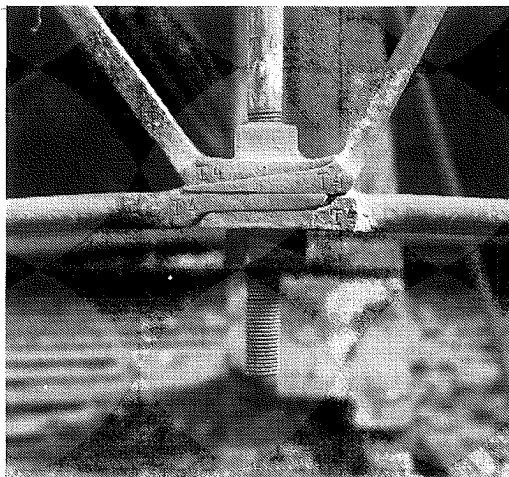
Na zijn aankomst vroeg Lambert octrooien aan op zijn uitvinding van een speciale wijze van decoreren en van een nieuw type aardewerkoven. In 1863 werd de commanditaire omgezet in een naamloze vennootschap en twee jaar later benoemden de aandeelhouders de Elzasser, Victor Jaunez, tot directeur-gérant van de nieuwe onderneming.

In 1867 verviel de status van Maastricht als vestingstad en werden derhalve de militaire terreinen ten verkoop aangeboden. De onderneming heeft geprofiteerd van de mogelijkheid haar fabrieksterrein te vergroten.

Onder leiding van Jaunez ontstond in de jaren tachtig een verhoogde activiteit. Uit de verslagen van de Parlementaire Enquêtecommissie uit 1887 blijkt, dat de fabriek al 17 ovens in bedrijf had en 764 werknemers daar emplooi vonden.



De aanleg van de eerste tunneloven in het gebouw van Division II (foto december 1912). De fundering van de kolommen bestaat uit veldbrandstenen, de kolommen zelf zijn in gewapend beton uitgevoerd.



Molengebouw met spantconstructie ca. 1851, zoals beschreven in de overdrachtsacte van 25 maart 1859 (foto Jean Simons). Het geeft op eenvoudige wijze weer, hoe de verschillende ijzeren trek- en drukstaven in het knooppunt samenkomen.

Dat er rond de eeuwwisseling met energiebronnen in productieprocessen is ge-experimenteerd hangt samen met de komst van P.J. Lengersdorff.

Onder zijn directievoering werden verstrekkende beslissingen genomen, zoals het oprichten van Division II. Met Division II werd de productie van sanitaire artikelen aangeduid, waarvan de glazuurbrand geschiedde in een door Lengersdorff ontwikkelde tunneloven.

Tijdens de Eerste Wereldoorlog deed zich een onvoorziene moeilijkheid voor in de leiding van de onderneming, toen de uit Duitsland komende Lengersdorff onder buitenlandse druk werd gedwongen om af te treden. Tot zijn opvolger werd benoemd Edgar Michel, die tot 1954 directeur-gérant van de onderneming was. Een belangrijke ontwikkeling is de oprichting geweest van Division III, ook wel 'vuurvast' genoemd.

Het ondernemingsresultaat vertoont na de Tweede Wereldoorlog een positief beeld en de expansie was op alle terreinen zichtbaar. Groot was de verrassing in 1958, toen de aandeelhouders van de Société Céramique tot een fusie hadden besloten en nog wel met haar aartsrivaal de Koninklijke Sphinx aan de overzijde van de Maas. Achteraf bleek dit het eindsignaal van deze aardewerkfabriek.

De Wiebenga-hallen

De ondernemingsgeschiedenis kan niet afgesloten worden zonder in te gaan op de ruimtelijke en bouwkundige ontwikkelingen van Division II.

De Société Céramique wilde haar plannen voor een sanitaire divisie voornamelijk realiseren op de vrijgekomen gronden van de 'prise d'eau, die het mogelijk maakten het complex op een doelmatige wijze te situeren.

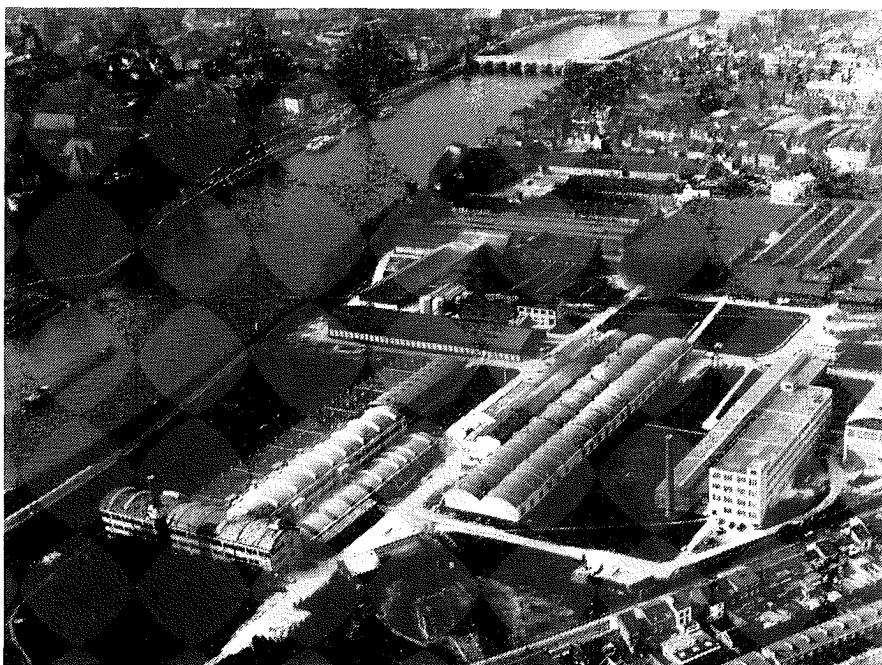
In 1912 werd de bouw van het hallencomplex in gewapend beton begonnen onder leiding van ir. Jan Gerko Wiebenga, 'Apostel van het Nieuwe Bouwen'. Het aandeel van Wiebenga bij het ontwerp van het hallencomplex is beperkt geweest, want de innoverende 'captain of industry', Lengersdorff, bracht de uitgangspunten van het 'Nieuwe Bouwen' mee uit Duitsland. Wiebenga paste deze wijze van bouwen later toe bij het constructieve ontwerp van de Van Nellefabriek in Rotterdam, het schoolvoorbeeld van het industriële bouwen in Nederland.

Het behoud van het keramisch erfgoed

Nu de productie is komen stil te liggen, wordt de industriële bestemming van het Céramique-terrein verlaten om plaats te maken voor een nieuwe woonwijk naar het stedenbouwkundig masterplan van prof. ir. J. Coenen.

Om de gebouwde historie van het terrein niet helemaal te verloochenen worden niet alle fabrieksgebouwen gesloopt; een deel van de markante Wiebengahallen blijft behouden en zal onderdak bieden aan sculpturen van het Bonnefantenmuseum.

Het ligt ook in de bedoeling dat in de nieuwbouw van het Bonnefanten-museum op het voormalige Céramiqueterrein, tentoonstellingen worden ingericht met gebruikmaking van de unieke aardewerkcollectie van de Maastrichtse aardewerk-



Het industriële landschap, 23 ha. groot, is in fasen ontstaan, waarvan de eerste, links boven, uit 1851 en de voorlaatste uit 1912 met de 'Wiebengahallen' op de voorgrond het meeste aanspreken (foto ca. 1970).

fabrieken. Daartoe is in 1987 het 150 jaar oude 'bedrijfsarchief' door de Sphinx aan de gemeente Maastricht overgedragen.

Een tweetal zaken zijn nu gediend; de Wiebengahallen worden betrokken bij de ontwikkeling van het nieuwe Bonnefantenmuseum en de relatie tussen aarde-werkcollectie en de plaats waar de productie heeft plaats gevonden blijft optimaal intact.

Zo wordt recht gedaan aan het belang, dat de stad Maastricht hecht aan het behoud van relictten uit haar keramische verleden.

Literatuur

1. H.C.W. Roemen, *Maastricht, een geografische - hoofdzakelijk economisch-geografische - beschrijving en verklaring der agglomeraties in de gemeente Maastricht*, Maastricht (N)- Vroenhoven (B) 1947.
2. L.J. Morreau, *Bolwerk der Nederlanden, de vestingwerken van Maastricht sedert het begin van de dertiende eeuw*, 1979.
3. Titus A.S.M. Panhuysen (met medewerking van P.Th.J. Boyens en W.H.M.N. Dijkman), *Maastricht staat op zijn verleden*, Maastricht 1984

4. J.B.M. Vercauteren, 'Fabrieksgebouwen voor de Société Céramique te Maastricht', in: J. Molema en P. Bak (red.), *Jan Gerko Wiebenga. Apostel van het Nieuwe Bouwen*, Rotterdam 1987.
5. Titus A.S.M. Panhuijsen (met medewerking van prof. dr. P.H.D. Leupen), *Maastricht in het eerste millennium. De vroegste stadsontwikkeling in Nederland*, 14e Colloque International, Spa, 6-8 sept. 1988.
6. J.C.J.M. Starmans en M.M.R. Daru-Schoemann, *Industriël erfgoed in Limburg. Verslag van een onderzoek naar onroerende en roerende industrieel-archeologische relictten*, Leeuwarden/Maastricht 1990.

Scheepsliften van toen, nu en morgen in het hart van België

prof.ir. Ch.J. Vos

deeltijds hoogleraar Uitvoeringstechnologie van betonconstructies aan de TU-Delft,
directeur Ingenieursbureau Delta Marine Consultants bv

Waar en wat

Tussen de 20 en 40 km ten zuiden van Brussel, niet ver van de E10, liggen zes scheepsliften. Vier van rond de eeuwwisseling, één sinds zo'n 20 jaar in gebruik en één die over vier jaar in gebruik komt. In ontwerp, capaciteit en bouwwijze verschillen ze volledig van elkaar. Het zijn stuk voor stuk technische juwelen, die een bezoek in vele vormen mogelijk maken. In de tabel bij figuur 1 zijn de hoofdkarakteristieken van de liften opgesomd.

De vier oudste liften tussen de plaatsen Houdeng en Ville-sur-Haine aan het Canal du Centre zijn verticale liften aangedreven met hydraulische vijzels werkend met water. Aan deze liften wordt in dit kader de meeste aandacht besteed.

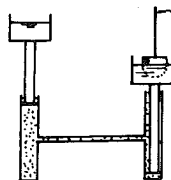
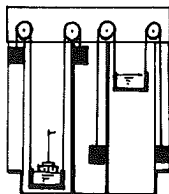
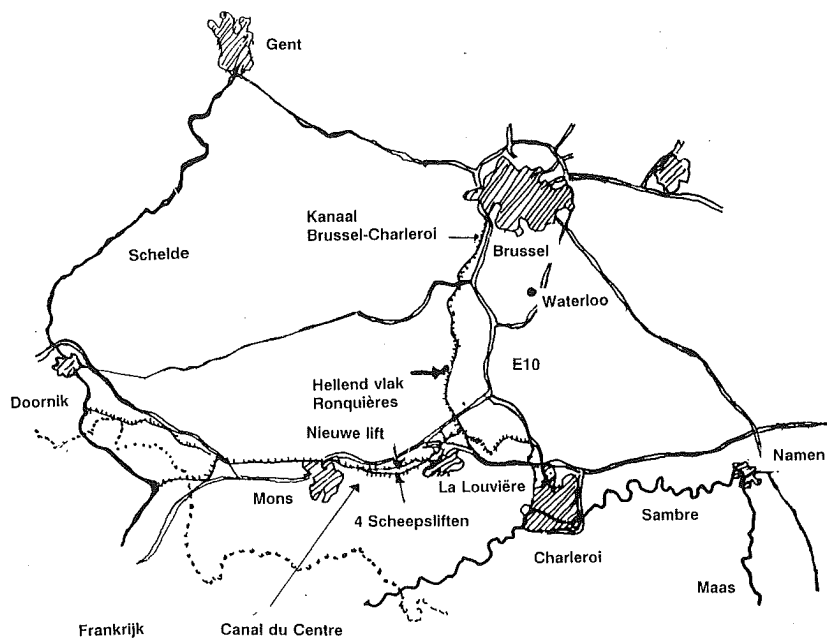
De in 1968 geopende scheepslift is het zogeheten 'Hellend vlak van Ronquières' in het kanaal van Brussel naar Charleroi. De bouwer van dit kunstwerk verwierf in 1969 de Vreedenburgh-prijs voor tal van nieuwtjes, die dit op dat moment grootste hellend vlak in de wereld technisch beheersbaar maakten. Opmerkelijk was bijvoorbeeld een hydraulisch aangedreven automatische troskrachtcompensator van de afgemeerde schepen tegen het klotsen van het water in de hefbak. Een 'intelligente' constructie dus, avant la lettre! [1]

Tenslotte is er bij Strépy-Thieu, in een bypass van het Canal du Centre een kabellift in aanbouw ter vervanging van de vier bijna honderd jaar oude kunstwerken. De uitvoering van deze lift wordt door financieringsproblemen vertraagd. [3]

Kanalen, sluizen en liften

In de lage Nederlanden is het anders. Kanalen worden gegraven als daar behoefte aan is. Technische problemen zijn er nauwelijks. De economische rechtvaardiging komt voort uit het verbinden van de zee met belangrijke binnenlandse havens, of uit het verbeteren van zulke verbindingen. Met een enkel sluisje hier en daar worden de knelpunten bedwongen.

Geheel anders ligt dat in het relatief onherbergzame zuiden. Reeds in 1656 wordt



naam	hellend vlak van Ronquières	Scheepslift te Strépy - Thieu	Hydraulische liften in het Canal du Centre
aantal	1	1	4
Capaciteit	1350 ton	1350 ton	300 ton
bouwtijd	1962-1968	1983-1996	1884-1917
helhoogte	67 m	73,15 m	15,40 en 16,94 m
bakafm.	91 x 12 m	112 x 12 m	45 x 5.80 m
diepte bak	3- 3,70 m	3,35- 4,15 m	2,40- 2,70 m

1. Situatiekaartje, schema en tabel met de kenmerken van de zes liften.

door de bestuurders van Henegouwen een principebesluit genomen om een kanaal te graven tussen de Sambre en Brussel. Hiermee zou het Franse stelsel van rivieren en incidenteel gegraven verbindingen verbonden kunnen worden met de wateren van de lage landen, de Rupel, de Schelde en de zee.

Het duurt echter tot flink in de industriële revolutie in Wallonië voordat de behoefte aan transportcapaciteit de realisatie van zulke kanalen waar kan maken. Het korte moment van behoefte aan transport van kolen naar vindplaatsen van ijzererts of andersom, dus van erts naar kolenmijnen, doet, voordat er van spoorwegen sprake is, in heel de industriewereld een groot aantal kanalen ontstaan. Zo ook in Wallonië, dat dan nog geen onderdeel van België is.

De eerste kanalen in dit kader, worden door Napoleon gepland. Pas na diens ondergang bij Waterloo, ook al een interessant object in scheepsliftenland ten zuiden van Brussel, door onder andere het daar gevestigde panorama van 'de' slag, wordt het kanaal van Charleroi naar Brussel in 1832 geopend. België is dan inmiddels een onafhankelijk industrieland.

In 1957 besluit België de capaciteit van het kanaal te vergroten van 300 ton naar 1350 ton. Daarom wordt het hellend vlak van Ronquières, dat een vijftiental oude kleinere sluizen vervangt, gebouwd.

Aansluiting van dit Noord-Zuid lopende kanaal aan de westelijk daarvan gelegen industriecentra bij Mons en de ten westen daarvan gelegen waterwegen, laat echter nog lang op zich wachten. Via referenda en andere vormen van politieke besluitvorming, valt pas in 1879 de beslissing om het Canal du Centre te graven tussen een punt 10 km ten NW van Charleroi in het kanaal Brussel-Charleroi en Mons, over een tracé van 25 km met een verval van 90 m.

De oorspronkelijk geplande 30 sluizen, worden, voordat met de realisatie wordt begonnen, vervangen door 6 sluizen en 4 liften. De verantwoordelijke inspecteur generaal voor bruggen en wegen, Hector Genard, besluit dit na overleg met de Engelse ontwerper en bouwer van zulke installaties, Clark Stanfield. Deze ingenieur was betrokken bij een soortgelijk in 1838 voltooid project, het Western Canal in Engeland. Dit werk is thans geheel verdwenen, in tegenstelling tot de scheepslift in Anderton uit 1876, welke met weliswaar gemodificeerde installaties nog steeds functioneert.

Na verdere voorbereiding start uiteindelijk de uitvoering van de scheepsliften in het Canal du Centre in 1884. Naast Stanfield uit het Verenigd Koninkrijk, wordt ook het inmiddels eerder Waalse dan Engelse bedrijf Cockerill ingeschakeld voor de realisatie. De eerste lift wordt voortvarend in 1888 opgeleverd. Maar dan ontstaan er problemen. Niet alleen de eerste wereldoorlog gooit roet in het eten, maar ook de actieve mijnbouw op het tracé veroorzaakt vertragingen. Zettingen tengevolge van de mijnontginning, doen scheuren in de kanaalbodem ontstaan, waardoor het water uit de kanaalpanden verdwijnt. Met behulp van nota bene Duitse injectiedeskundigen wordt dit euvel uiteindelijk overwonnen, waarna het kanaal, inclusief de vier liften, in juli 1917 wordt geïnaugureerd.

En dat kunstwerk is vandaag niet alleen nog geheel te bezichtigen, maar ook in operationele toestand te bevestigen. Daarmee is het uniek in de wereld.

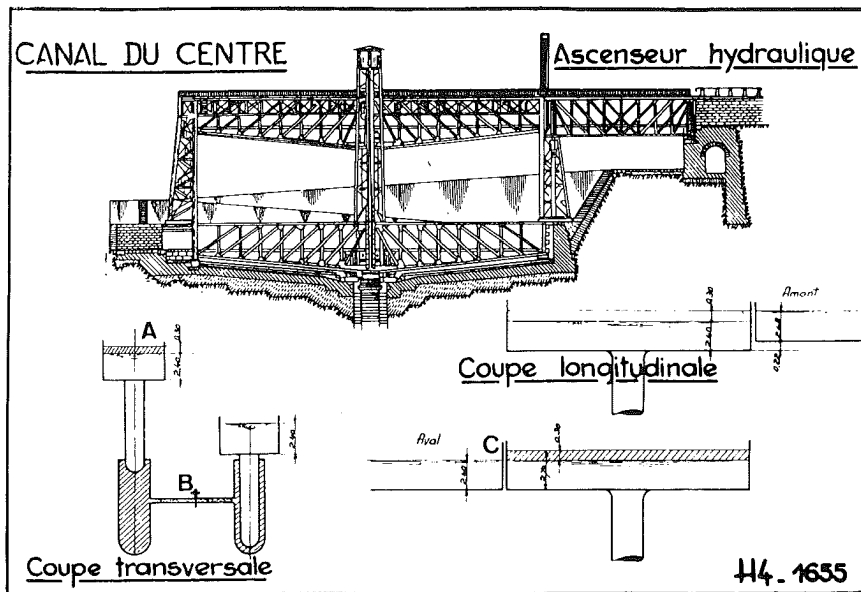
Dezelfde wet uit 1957, aangevuld met verschillende Europese verdragen, is er de oorzaak van dat ook de capaciteit van het Canal du Centre moet worden verhoogd van 300 naar 1350 ton. De in aanbouw zijnde lift in Strépy-Thieu zal de vier oude liften vervangen. Lokaal wordt veel gedaan om ze als industrieel monument te behouden. [2]

De technische uitvoering

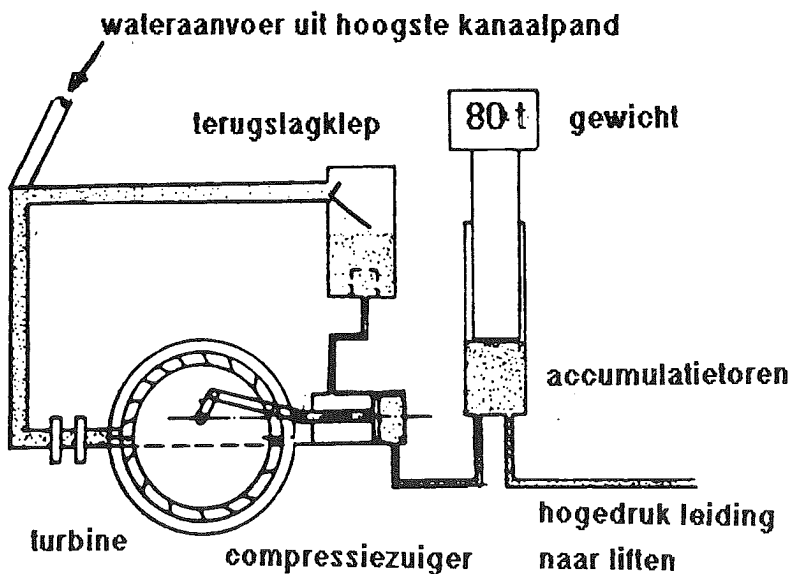
Twee zaken zijn voor de tijd waarin de liften werden gebouwd en uitgevoerd zeer markant. Het zijn de op water werkende hydraulische zuigers met een diameter van 2 m, welke de bakken verticaal doen bewegen en de hydraulische bedieningsinstallatie voor onder andere de liftdeuren.

Figuur 2 toont een zijaanzicht van een lift met een schematische langs- en dwarsdoorsnede. De beweging van de lift komt tot stand door in de bovenste bak uit het hoge kanaalpand 75 ton water te laten vloeien. Dit gebeurt door de stijgende bak op het moment dat het waterniveau van het hoge kanaalpand 30 cm boven het waterniveau in de bak ligt, te vergrendelen (positie 'A'). Het voorzichtig openen van de deur naar het bovenste kanaalpand doet de rest.

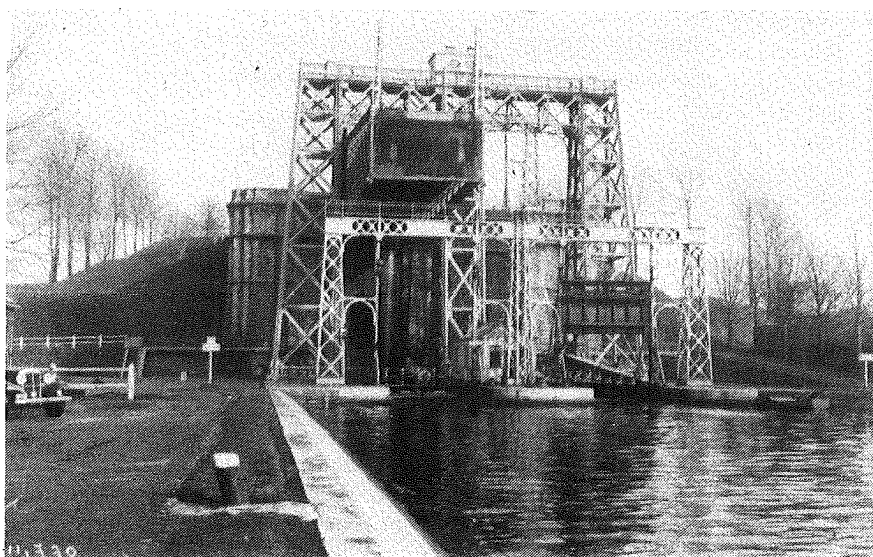
Na het schutten, worden de deuren weer gesloten en wordt de kraan 'B' opengedraaid. Doordat de bovenste bak zwaarder is, zakt deze en wordt water van de ene cilinder naar de andere gepompt. Bij aankomst van de neergaande bak op een niveau, dat het water in de bak 30 cm hoger ligt dan het lage kanaalpand,



2. Zijaanzicht en schematische doorsneden van de oudste liften.



3. Schema van het aandrijfmechanisme van de accumulator.



4. Scheepslift nr. 4 bij Thieu.

wordt gestopt door kraan B dicht te draaien en vergrendeld (positie 'B'). Door opening van de deur, zakt de waterspiegel in de bak 30 cm en kan worden gesloten. Inmiddels wordt boven de stijgende bak weer zwaarder gemaakt, zoals werd beschreven.

Nog ingenieuzer is het in figuur 3 schematisch afgebeelde systeem van turbine, zuiger en accumulator om verschillende ondersteunende mechanische systemen te bedienen. Met water uit het hoogste kanaalpand wordt een turbine aangedreven en de lagedruk zijde van een zuiger op druk gehouden. De turbine drijft de pluiner in de cilinder van de zuiger aan, zodat in een met de hoge druk zijde van de zuiger verbonden accumulator een gewicht van 80 ton wordt opgevoerd met een druk van 50 atmosfeer.

De hiermee geaccumuleerde hoeveelheid water onder hoge druk, wordt gebruikt voor het openen van de deuren van de bakken, voor het activeren van de vergrendeling, de waterdichting tussen bak en aansluitend kanaalpand en ter compensatie van drukverlies in de hefcilinders van de lift.

Literatuur

1. J. de Ries, 'Enkele problemen betreffende de elektromechanische uitrusting van de overtoom bij Ronquières', in: *De Ingenieur*, Bouw- en Waterbouwkunde 12, 19 September 1969.
2. J. Bayot, J.P. Gailliez en C. Parmentier, *Het Canal du Centre en zijn geschiedenis* (Les Cahiers du Canal du Centre, reeks C, werkschrift 3), uitgave Levend museum van het kanaal, Bracquenies.
3. J. Delmelle, *Sur le Canal du Centre. Les ascenseurs funiculaires de Strépy-Thieu et leurs prédécesseurs*, uitgave Fédération du Tourisme du Hainaut, 1985.
4. H. Press, *Binnenwasserstrassen und Binnenhäfen*, Berlin 1956.

De koninklijke serres te Laken

ir. G.G. Nieuwmeijer

docent Geschiedenis van de Bouwtechniek, TU-Delft

In de 18de eeuw waren plantenkassen plompe bouwsels van metselwerk, hout en glas, waarbij de lichttoetreding beperkt was. Om hierin verbetering te brengen, bood het materiaal ijzer ongekennde mogelijkheden. De traditionele bouwsels ontwikkelden zich tot ware glaspaleizen.

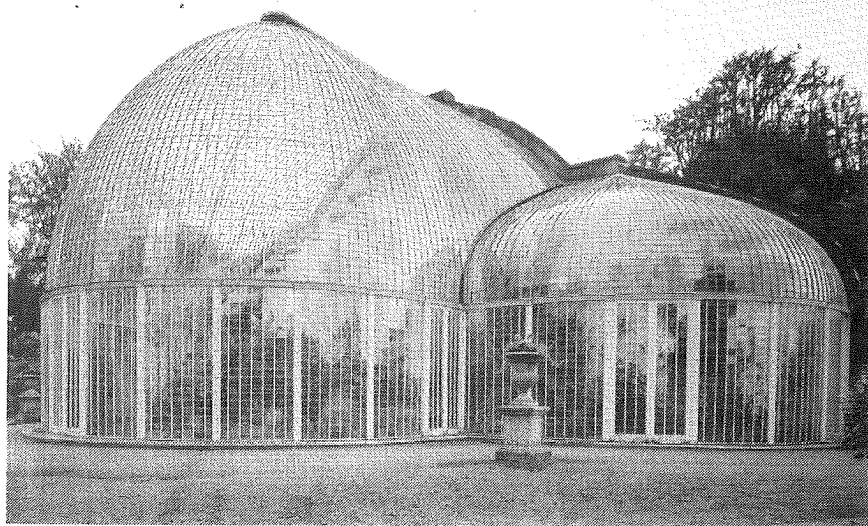
Tijdens de, in 1990 gehouden studiereis naar Nederlands Limburg en Wallonië, georganiseerd door de Afdeling Geschiedenis der Techniek en de vereniging Histotechnica, werd een bezoek gebracht aan de glazen stad te Laken bij Brussel: 's werelds grootste 19de eeuwse kassencomplex.

Voor de 19de eeuw kende men slechts kleine tuinkassen en orangerieën. Tuinkassen waren meestal ondiepe gebouwen met een gedeeltelijk glazen dak, ondersteund door een gevel met glas op het zuiden en een stenen wand aan de noordkant. De planten werden trapsgewijze tegen de muur opgesteld. Orangerieën maakten deel uit van paleizen of landhuizen en dienden als overwinteringsplaats voor kuipen met sinaasappel- en granaatappelboompjes. Deze vaak rechthoekige gebouwen waren opgetrokken uit baksteen of natuursteen en hadden een lichtondoorlatend dak. Grote ramen op het zuiden zorgden voor de lichttoetreding.

Aan het einde van de 18de eeuw was de belangstelling voor exotische planten groeiende. De adel, met name die in Engeland, wilde haar landgoederen meer aanzien geven door kassen met tropische planten. Daarnaast was er behoefte aan kassen voor het kweken van planten ten behoeve van wetenschappelijk onderzoek en de produktie van geneesmiddelen. De bouw van kassen raakte in het begin van de 19de eeuw in een stroomversnelling.

Nieuwe bouwmaterialen

Door verbeterde produktiemethoden van ijzer en glas kwamen deze materialen in grotere en economisch toepasbare hoeveelheden voorhanden. Voor het vervaardigen van giet- en smeedijzer waren aanvankelijk grote hoeveelheden houtskool nodig. Dit leidde tot vergaande ontbossing en houtschaarste.



Kas in de Bicton Gardens bij Budleigh Salterton in Devon, ca. 1843.

In 1709 gelukte het Abraham Darby I in Coalbrookdale, in het westen van Engeland bij de grens met Wales, voor het eerst gietijzer te winnen met behulp van cokes (ontgaste steenkool). In 1784 vond Henry Cort het puddelproces uit, waarmee gietijzer met behulp van steenkool in smeedbaar ijzer omgezet kon worden. Deze beide vindingen leidden tot de doorbraak van het materiaal ijzer.

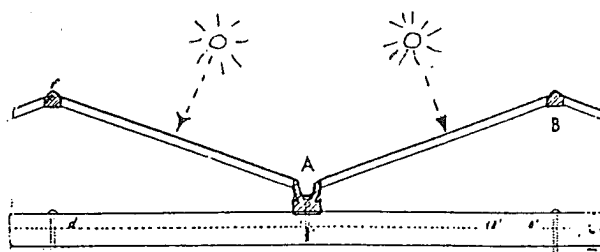
Tot de 18de eeuw werd geblazen glas toegepast. Door de ongelijke dikte was dit glas weinig geschikt voor kassen; de verdikkingen werkten als brandglas. In 1688 vond Louis Lucas de Nehou het gieten en walsen van glas (opnieuw) uit. Daarna kon geschikt glas vervaardigd worden, hoewel de afmetingen van de ruiten nog beperkt waren.

Geschikte materialen voor het bouwen van kassen waren nu aanwezig. Met ijzer kunnen grote overspanningen gemaakt worden en de dragende elementen zijn relatief gering van afmeting, waardoor veel licht kan binnentreden.

Ontwikkelingen in Engeland

In het begin van de 19de eeuw experimenteerde John Claudius Loudon (1783-1843) bij zijn huis in Bayswater met kasvormen. Hij was van origine tuinman en ontwierp kassen met gebogen vlakken om zoveel mogelijk licht binnen te krijgen. De glasvlakken waren zodanig gebogen dat de zon, om reflectie tegen te gaan, gedurende de gehele dag, zoveel mogelijk loodrecht op het glasoppervlak staat.

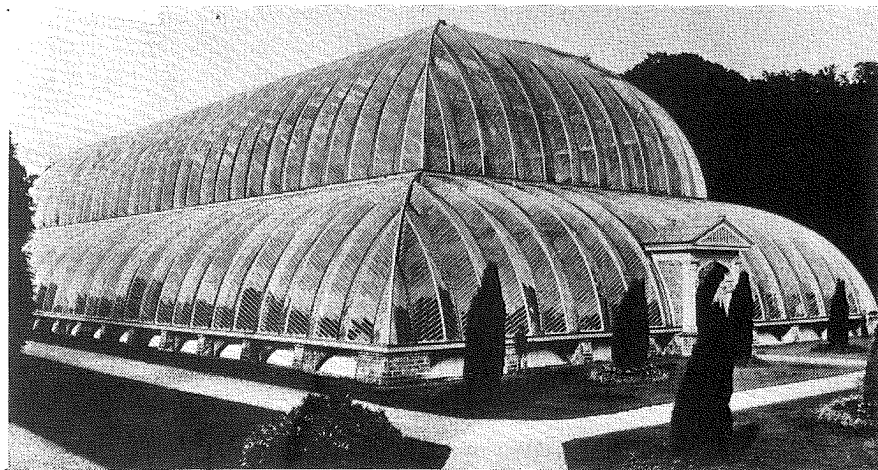
Zo ontstaan cilindervormige kassen met een as in noord-zuid richting, aan de zuidzijde bolvormig beëindigd en aan de noordzijde voorzien van een stenen wand. Bij de nok liep het dak spitsvormig toe om een goede afdichting en hemelwaterafvoer te waarborgen. Een dergelijke kasvorm valt nog te bekijken in de Bicton Gardens bij Budleigh Salterton in Devon (ca. 1843). Ook experimenteerde Loudon met de 'ridge-and-furrow' (nok-en-goot) constructie. Het gaat daarbij om een glasdak in vouwvorm, waarbij de goot niet alleen hemelwater afvoert, maar ook zorgt voor de afvoer van het condenswater aan de binnenzijde van het glas. Het dak werd in noord-zuid richting geöriënteerd zodat de vroege ochtend- en late middagzon vrijwel loodrecht op het glas vielen en de hete middagzon gedeeltelijk werd gereflecteerd. Aanvankelijk was deze constructie nog van hout, maar later nam hij ook proeven met spanten en roeden van ijzer. Zijn bevindingen verspreidde hij via publikaties in tijdschriften.



'Ridge-and-furrow' (nok-en-goot) constructie. Glasdak in de vouwvorm, waarbij de goot niet alleen hemelwater afvoert, maar ook zorgt voor de afvoer van condenswater aan de binnenzijde van het glas.

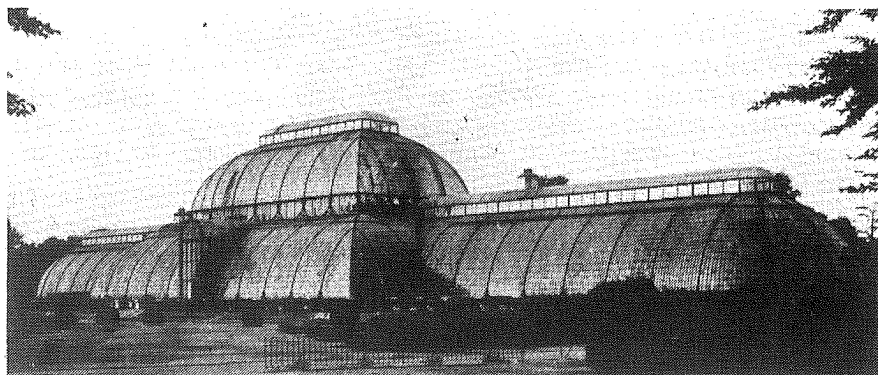
De bekendste kassenbouwer is ongetwijfeld Joseph Paxton (1803-1865). Hij was tuinman in dienst van de Hertog van Devonshire en bouwde op diens landgoed te Chatsworth, ten zuiden van Sheffield, tussen 1830 en 1850 een aantal opmerkelijke kassen. In 1840 kwam de Great Conservatory gereed. Het ontwerp was te zamen met de architect Decimus Burton gemaakt. Op boogvormige spanten werd een glasdak aangebracht volgens het 'ridge-and-furrow' systeem. Het dak had een houtconstructie en steunde op gietijzeren kolommen, die tevens dienden voor de hemelwaterafvoer. De kas had een oppervlak van 37 m x 83 m en een hoogte van 20 m. De vormgeving was zeer utilitair; alleen bij de toegangsportalen was sprake van architectuur. De toegang was zodanig ontworpen dat Koningin Victoria, bij haar bezoek in 1843, zonder uit te stappen met haar rijtuig door de kas kon rijden.

De kas is rond 1920 opgeblazen onder leiding van Paxton's kleinzoon, die daar nog een hele klus aan heeft gehad. Later bouwde Paxton te Chatsworth het Victoria Regia House. Deze kas had een rechthoekige plattegrond met een horizontaal dak volgens het 'ridge-and-furrow' systeem. Het dak rustte via horizontale hoofdbalken op gietijzeren kolommen. De kassen te Chatsworth vormden de inleiding op de bouw van het Crystal Palace te Londen in 1851.



Great Conservatory te Chatsworth, 1840.

Een opmerkelijke kas is het Palm House in de Royal Botanical Gardens te Kew bij Londen (1848). Het ontwerp is van de ingenieur Richard Turner en de architect Burton, waarbij vooral de inbreng van Turner aanzienlijk geweest is. Het gebouw heeft een totale lengte van 110 m en bestaat uit een centraal gedeelte met twee vleugels. Het centrale deel heeft een oppervlak van 42 m x 30 m en is ruim 19 m hoog. De ijzeren hoofdconstructie van het middendeel en de vleugels bestaan uit, volgens een halve cirkel gebogen spanten met daartussen buisvormige gordingen. De spanten in het centrale gedeelte rusten op gietijzeren kolommen die het hemelwater afvoeren. Alle spanten, zowel in het middendeel, als in de vleugels zijn gelijk. De spanten en gordingen zijn van smeedijzer. Door de buisvormige gordingen lopen smeedijzeren staven die naderhand zijn aangespannen. Op deze wijze werden de spanten als het ware aaneen geregen.



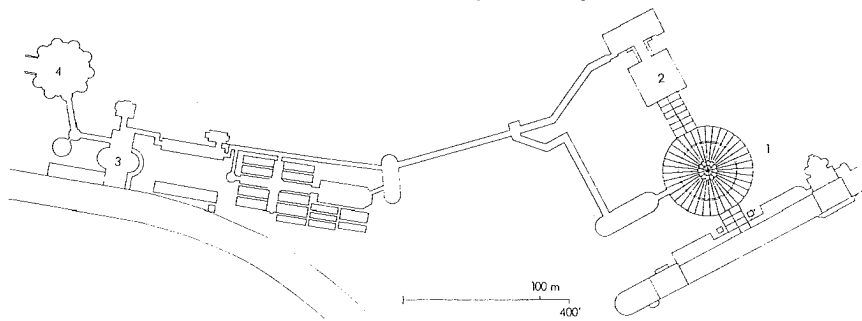
Palm House in de Royal Botanic Gardens te Kew, 1848.

De kas is een voorbeeld van functionele ingenieursbouwkunde en wordt als een der mooiste ter wereld beschouwd. Onlangs is de restauratie, die op zeer verantwoorde wijze is uitgevoerd, afgerond en is de kas weer in volle glorie te bezichtigen.

Naast de ontwikkelingen in Engeland zijn ook in andere West-Europese landen veel (opmerkelijke) kassen gebouwd. Nederland heeft slechts weinig kassen van allure gekend. Wel leverde de Leidse botanicus en arts Herman Boerhave een bijdrage met onderzoek naar de meest gunstige glashelling.

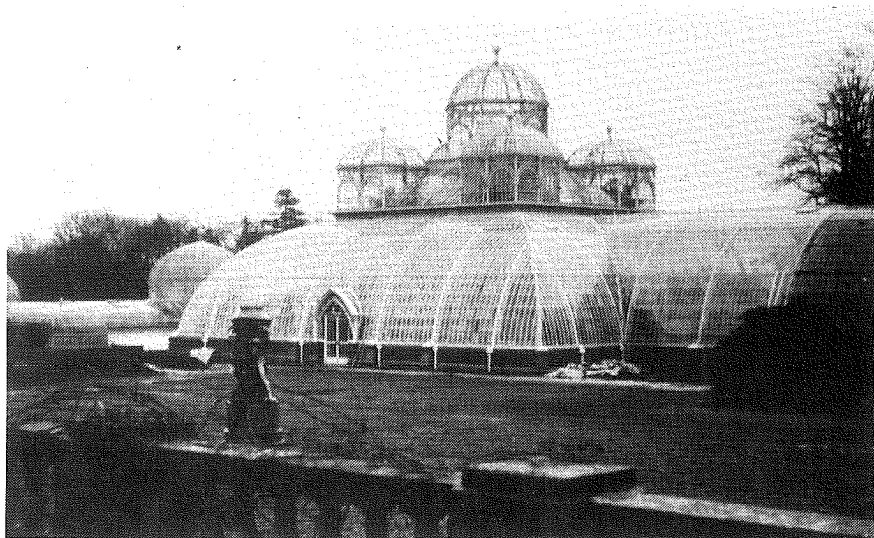
De serres te Laken

In 1865 volgde Leopold II (1835-1909) zijn vader op en werd de koninklijke tuin op zijn initiatief sterk uitgebreid. Hij was een van de grote bouwheren van zijn tijd en tevens kenner en liefhebber van bloemen en planten. Hij was eigenaar van de vrijstaat Kongo en had een enorm privévermogen vergaard uit de koloniale handel. Gedurende het laatste kwart van de 19de eeuw liet hij in de tuin het grootste kassencomplex ter wereld aanleggen. Deze glazen stad bestaat uit 36 kassen, verbonden door glazen corridors en onderaardse gangen. De belangrijkste kassen zijn de Wintertuin (1876), de Kongoserre (1886), het Palmenpaviljoen (1885) en de IJzeren Kerk (1893). Alle werden ontworpen door de architect Alphonse Balat, in nauwe samenwerking met de koning die een goede vriend van hem was.



Koninklijke serres te Laken (1 = Wintertuin, 1876; 2 = Kongoserre, 1886; 3 = Palmenpaviljoen, 1885; 4 = IJzeren Kerk, 1893).

De grootste en meest interessante kas is de Wintertuin met een doorsnede van 60 m en een hoogte van 30 m. Op een kolonnade van natuursteen rust een ijzeren koepel. De boogspanten hiervan zijn onder door een trekkring verbonden en rusten boven, via een zeer fraaie overgangsconstructie, tegen een drukring. Op de drukring rust weer een kleine koepel die getooid is met een vergulde kroon. Tegen de kolonnade zijn op een ronde plattegrond, weer volgens een kwart cirkel gebogen spanten geplaatst. De koepel is gunstig voor de lichtinval doch is ook constructief een goede vorm.



Kongoserre te Laken, 1886.

In tegenstelling tot de meeste Engelse kassen is deze kas van zeer veel decoratief ijzerwerk voorzien. Door middel van luchtbogen is de lijn van de koepel doorgevoerd tot de fundering van de tegen de kolonnade geplaatste boogspanten. Hiermee zou de suggestie gewekt kunnen worden dat deze luchtbogen ook krachten afvoeren naar de fundering. Daar zij smal zijn en niet zijdelings gesteund worden, kan dit niet het geval zijn.

De vormgeving is niet alleen gebaseerd op functie en techniek, maar komt tevens voort uit een stuk vormwil, hetgeen zowel in de hoofdvorm als in de decoratie terug te vinden is. Deze vormwil komt nog sterker naar voren bij andere kassen, zoals de Kongoserre en de IJzeren Kerk, waarvan de vorm bepaald wordt door een conglomeraat van koepels en gebogen vlakken en de schoorstenen van het ketelhuis, die zijn uitgevoerd als minaretten. Het was de wens van Leopold II dat de serres elk jaar voor het publiek opengesteld zouden worden. Thans is dit eind april en begin mei het geval en kan men in Laken van de kassen en de prachtige collectie planten en bloemen genieten.

Literatuur

1. E. Goedleven, *De Koninklijke serres van Laken*, Lannoo 1988.
2. J. Hix, *The glass house*, Phaidon Press 1981.
3. G. Kohlmaier en B. von Sartory, *Houses of glass*, MIT Press 1986.
4. J. Oosterhoff, *Constructies. Momenten uit de geschiedenis van het overspannen en ondersteunen*, Delft 1978.

Verenigingen en organisaties, momenteel actief op technisch/historisch gebied



TECHNISCH TENTOONSTELLINGSCENTRUM (TTC)

Een dienst van de Technische Universiteit Delft, die zich onder meer bezighoudt met het organiseren van educatieve tentoonstellingen om inzicht te geven in recente dan wel historische en/of technische ontwikkelingen en hun maatschappelijke gevolgen.

Expositiezaal: tijdelijk gesloten. *Kantoor:* Rotterdamseweg 139a, 2628 AL Delft.



HISTECHNICA

Vereniging van Vrienden van het Technisch Tentoonstellingscentrum TTC. Deze vereniging, die in 1974 werd opgericht, stelt zich ten doel de belangstelling te bevorderen voor de ontwikkeling van de techniek in het verleden, heden en toekomst en zijn maatschappelijke gevolgen.

Secretariaat: ir. J. van Elk, Populierendreef 16, 3137 CW Vlaardingen.



AFDELING VOOR DE GESCHIEDENIS DER TECHNIEK VAN HET KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS (KIVI)

Deze afdeling stelt zich ten doel de belangstelling voor de geschiedenis van de techniek te bevorderen door het organiseren van voordrachten, excursies en symposia.

Secretariaat: ir. J. Deiman, p/a Universiteitsmuseum Utrecht, Postbus 13021, 3507 LA Utrecht.



STICHTING TECHNISCH-HISTORISCHE VERZAMELIGEN (STHV)

Vereniging van organisaties (stichtingen, instituten, verenigingen e.d.) en individuele personen die een technische verzameling hebben dan wel daar nauw bij zijn betrokken, met het doel tot gezamenlijke activiteiten (zoals exposities) te komen.

Secretariaat: Alphons Ariënstraat 15, 2307 VJ Haarlem.



SECTIE TECHNISCHE MUSEA VAN DE NEDERLANDSE MUSEUMVERENIGING (STM)

Samenwerkingsverband van technische musea in het kader van de Nederlandse Museumvereniging.

Secretariaat: drs. C.E.L. Paul, p/a Rijksmuseum Nederlands Scheepvaartmuseum, Kattenburgerplein 1, 1018 KK Amsterdam.