

## Beknopte geschiedenis van binnenvaart en vaarwegen

de ontwikkeling van de natte infrastructuur in Nederland

datum        november 2010



*Foto voorzijde: Zuid-Willemsvaart sluis 11*

# **Beknopte geschiedenis van binnenvaart en vaarwegen**

de ontwikkeling van de natte infrastructuur in Nederland

datum        november 2010

© J.U. Brolsma

Overname van de foto's, tekst of gedeelten van de tekst  
is alleen na toestemming van de auteur

Delft 2010

## Colofon

|                 |                                                  |
|-----------------|--------------------------------------------------|
| Uitgegeven door | Rijkswaterstaat<br>Dienst Verkeer en Scheepvaart |
| Telefoon        | 088 - 7982222                                    |
| Uitgevoerd door | dr.ir J.U. Brolsma                               |
| Datum           | november 2010                                    |
| Status          | definitief                                       |

## **Inhoud**

|          |                                                 |
|----------|-------------------------------------------------|
| <b>1</b> | <b>Inleiding - 6</b>                            |
| <b>2</b> | <b>Vaarwegen en netwerken - 7</b>               |
| 2.1      | Ontwikkeling tot 1800 - 7                       |
| 2.2      | Negentiende eeuw in Nederland - 10              |
| 2.3      | Negentiende eeuw in het buitenland - 12         |
| 2.4      | Twintigste eeuw - 14                            |
| 2.5      | Euopese netwerken - 19                          |
| 2.6      | Nederlandse hoofdvaarwegennet - 20              |
| 2.7      | Vaarwegen samengevat - 22                       |
| <b>3</b> | <b>De ontwikkeling van het binnenschip - 23</b> |
| 3.1      | Zeilvaart - 23                                  |
| 3.2      | Stoom en staal - 24                             |
| 3.3      | Motorisering - 25                               |
| 3.4      | Standarisatie afmetingen - 26                   |
| 3.5      | Duwvaart - 29                                   |
| 3.6      | Containerschepen - 30                           |
| 3.7      | Schaalvergroting - 34                           |
| 3.8      | Recreatievaart - 37                             |
| 3.9      | Binnenschepen samengevat - 41                   |
| <b>4</b> | <b>Publicaties en websites - 42</b>             |

## 1 Inleiding

Dit document is gebaseerd op mijn bijdragen aan de cursus Binnenscheepvaart en Vaarwegen van de Stichting Postacademisch Onderwijs Vervoerswetenschappen en Verkeerskunde. Het beschrijft in beknopte vorm de ontwikkeling van de vaarwegen en de binnenvaart vanaf het begin van de jaartelling tot het einde van de twintigste eeuw. Niet alleen de beroepsvaart komt aan de orde, ook de sector van de recreatievaart. Het zwaartepunt ligt in de negentiende en twintigste eeuw en in Nederland. Omdat binnenvaart bij uitstek een internationale aangelegenheid is, is de lezer ook een blik over de grens gegund.

Het rapport behandelt de geschiedenis van de binnenschepen en van de vaarwegen. Er is een sterke wisselwerking tussen beide. Vaarwegen zijn of worden aangepast voor bepaalde scheepstypen en schepen zijn of waren ontworpen op de mogelijkheden, die een bepaalde vaarweg te bieden had. Kortom, een kip-of-het-ei kwestie. Ik heb ervoor gekozen te beginnen met de vaarwegen, gevolgd door de binnenschepen. De vermelde afmetingen komen overeen met die in de derde druk van de Richtlijnen Vaarwegen. Aan het eind van elk de hoofdstukken is een puntsgewijze samenvatting gegeven.

Zeker wat de vaarwegen betreft, is de geschiedenis beknopt beschreven. Het overzicht is verre van volledig en heeft meer het karakter van een inleiding dan een geschiedschrijving. Voor historisch geïnteresseerden zijn daarom aan het slot van het document enige publicaties en websites vermeld, die verdere verdieping mogelijk maken.

dr.ir J.U. Brolsma

## 2 Vaarwegen en netwerken

### 2.1 Ontwikkeling tot 1800

De Romeinen waren de eersten, die vaarwegen in Nederland aanlegden. Rond het begin van de jaartelling bestempelden ze de Rijn, dat wil zeggen de huidige Oude Rijn, tot noordgrens van hun imperium. Om hun troepen snel te kunnen verplaatsen werden de Corbulogracht en de Drususgracht gegraven. De Corbulogracht of Fossa Corbulo was een verbinding tussen de Maas en de Rijn dicht achter de duinen. Uit opgravingen is gebleken dat de vaarweg ter hoogte van Voorburg ongeveer 13 m breed en 2 à 3 m diep was. In het oosten van het land vormde de Drususgracht de verbinding tussen de Rijn en de Gelderse IJssel. De loop van de Drususgracht is niet exact bekend.



*Opgraving van een Romeins schip langs de Oude Rijn.*

Karel de Grote kwam met het idee de Noordzee en de Zwarte Zee te verbinden. In 793 verordonneerde hij de bouw van de Fossa Carolina, een connectie tussen de stroomgebieden van Rijn en Donau. Bij het Zuid-Duitse dorpje met de toepasselijke naam Graben is een circa 3 km lange uitgraving te zien. Verder is het niet gekomen. Karel was met het plan de technische mogelijkheden van zijn tijd namelijk v r vooruit. De scheepvaart hier en elders in Europa maakte gebruik van de vele natuurlijke waterlopen, waaronder uiterst bescheiden rivi rtjes als de Regge, de Dinkel en de Belgische Ourthe. Lokaal werd wel eens een vaarweg aangelegd, voornamelijk als betrekkelijk korte verbinding tussen twee natuurlijke waterwegen. Zo werd in 1253 een schutsluis met puntdeuren bij Spaarndam gebouwd om het Spaarne van het IJ te scheiden en overstromingen tegen te gaan. Rotterdam kreeg, toen het in 1340 stadsrechten ontving, toestemming een verbinding te graven tussen de stad en de Schie en Delft liet in 1390 een verbindingskanaal tussen Overschie en Delfshaven graven.

In de Zuidelijke Nederlanden, die economisch gezien op de noordelijke Republiek vooruitliepen, kwamen in de zestiende en zeventiende eeuw diverse kanalen tot stand. In 1561 bijvoorbeeld kwam een 30 km lang kanaal tussen Brussel en de Rupel gereed, dat Brussel met de Schelde verbond. Hier werd in 1618 als eerste in de Nederlanden een trekschuitdienst ingesteld. Eveneens in 1561 werd de Sassevaart in gebruik genomen, een directe verbinding van Gent met de Westerschelde, gevolgd door het Kanaal Gent-Brugge in 1623. Bij de Vrede van Munster in 1648 verwierf de jonge Republiek der Verenigde Nederlanden Zeeuws-Vlaanderen en maakte daar gebruik van door de Westerschelde te blokkeren. Het Kanaal Gent-Brugge fungeerde noodgedwongen 150 jaar lang als Belgische uitweg naar zee.



*Een trekschuit op de Schie ter hoogte van Overschie*

De zeventiende eeuw, onze Gouden Eeuw, gaf een sterke economische opbloei te zien. De toegenomen welvaart stimuleerde de vraag naar mobiliteit. In de periode tussen 1632 en 1665 kwam een stelsel van 658 km trekvaarten tot stand op initiatief van stedelijke overheden en particuliere investeerders. Er waren passagiersdiensten tussen 39 steden. Waar trekschuiten niet mogelijk waren, zoals op de Zuiderzee en in de Deltawateren, vulden beurtveren de leemten in. Soms was het graven van een nieuwe vaart niet nodig en volstond het geschikt maken van een bestaande vaarweg door de aanleg van een jaagpad. Met name het aanhouden van een vaste, tevoren gepubliceerde dienstregeling en vaste prijzen was innovatief. De verbindingen waren interlokaal, het initiatief noch de sturing ging uit van de centrale overheid. De schuiten waren 10 tot 15 m lang en vervoerden 20 tot 30 passagiers. De trekschuit was comfortabel, betrouwbaar, goedkoop en voor zijn tijd redelijk snel. De trekschuit hield het ruim tweehonderd jaar uit, totdat de veel snellere stoomtrein het vervoer uiteindelijk overnam.



Een grootse Franse prestatie uit de zeventiende eeuw was de aanleg van het Canal du Midi, de verbinding van de Middellandse Zee en de Atlantische Oceaan, aangelegd tussen 1667 en 1681 in opdracht van Lodewijk XIV. Het 240 km lange kanaal telde 101 sluisjes met een gemiddeld verval van 2,5 m, diverse aquaducten, tunnels en enkele imposante sluizentrappen. Het scheidingsvlak ligt op 190 m boven zeeniveau. Opmerkelijk is de watervoorziening van het scheidingspand, die werd bereikt door riviertjes om te leiden en spaarbekkens aan te leggen. Fraaie staaltjes van ingenieurskunst. Vandaag de dag is het kanaal uitsluitend van belang voor recreatievaart. Het hoogtepunt van de Franse kanalen aanleg lag overigens in de daarop volgende eeuw.



*Anderton Boat Lift, anno 1875, in het Trent and Mersey Canal*

De Industriële Revolutie gaf in achttiende eeuw de aanzet tot de Britse *Canal Mania*. Het voor de industrie noodzakelijke goedkope vervoer van grondstoffen was alleen mogelijk over water. De standaardafmetingen van kanalen en kunstwerken waren gebaseerd op de *narrow boat* van 7, later ook wel 14 voet breed, die maximaal 60 ton lading kon vervoeren. De door private firma's aangelegde kanalen waren in eerste instantie uiterst profijtelijk en inspireerden daardoor tot het aanpakken van meer kanaalprojecten. Zo kwam tussen 1761 (de opening van het Bridgewater Canal, het eerste kanaal) en 1830 in Engeland en Wales een netwerk van ruim 4000 km aan kanalen en gekanaliseerde rivieren tot stand, waarover op het hoogtepunt 30 miljoen ton goederen per jaar vervoerd werd. De Britse kanalen zijn een waar schouwtoneel van de historie der techniek: kilometers lange tunnels, aquaducten, scheepsliften, sluistrappen en vernuftig geconstrueerde bruggen. Na 1830 konden de kanalen de concurrentie met de spoorwegen niet meer aan. Investerings bleven uit en het netwerk raakte in verval. Gedurende de afgelopen decennia zijn veel kanalen hersteld voor recreatief gebruik.

## 2.2 Negentiende eeuw in Nederland

De negentiende eeuw is een periode van ingrijpende politieke en technologische veranderingen geweest. Na de nederlaag van Napoleon besloten de geallieerden Nederland en België tot één koninkrijk samen te voegen en de Rijn tot internationale, tolvrije rivier uit te roepen. Dit kreeg uiteindelijk zijn bevestiging in de Akte van Mannheim uit 1868. De in Straatsburg gevestigde Centrale Commissie voor de Rijnvaart (CCR) kreeg de taak de vrije en veilige vaart op de Rijn garanderen.

Koning Willem I probeerde Nederland en België tot één natie te smeden door de aanleg van kanalen, vooral in de periode 1815-1830. Zijn inspiratie deed hij vermoedelijk op tijdens zijn ballingschap in Engeland. Te noemen zijn: de Willemsvaart (Groningen-Assen), het Zederikkanaal (Amsterdam-Rijn), het Apeldoorns Kanaal, de Zuid-Willemsvaart (als alternatieve route voor de onbetrouwbare Maas) en diverse kanalen in België, zoals het Kanaal Brussel-Charleroi, vooral belangrijk voor het kolenvervoer. Tegelijkertijd leidden de steeds groter wordende zeilschepen tot problemen met de toegankelijkheid van de zeehavens. Onder aandrang van Willem I kwamen het Groot Noord-Hollandsch Kanaal, het Kanaal door Voorne en het Kanaal Gent-Terneuzen tot stand als toegang tot de havens van Amsterdam, Rotterdam en Gent. Het laatste werd geopend in 1827, maar vanwege de Belgische opstand in 1830 alweer gesloten.



*Apeldoorns Kanaal*



Het Groot Noord-Hollandsch Kanaal en het Kanaal door Voorne bleken spoedig te krap bemeten door de sterke groeiende afmetingen van zeeschepen. Het in 1876 in gebruik gestelde Noordzeekanaal en de Nieuwe Waterweg van 1872 vervingen deze, inmiddels te krap geworden kanalen.



*Oude tak van de Zuid-Willemsvaart bij Helmond met een schip van het type kempenaar*

In 1850 besloot de regering de Waal te normaliseren, dat wil zeggen het stroomprofiel vast te leggen met kribben en geleidedammen. De werken liepen door tot 1916. Het primaire doel was het voorkomen van overstromingen, maar een niet onbelangrijk bijproduct was een betere vaarweg tussen Rotterdam en het zich industrialiserende Duitse achterland. In de negentiende eeuw stoom als krachtbron en staal als bouw materiaal ter beschikking. Vooral in het waterrijke deltagebied, waar de trein als concurrent ontbrak, ontwikkelde zich een netwerk van stoombootdiensten voor passagiersvervoer. Stoomsleepboten maakten vrachtschepen onafhankelijk van de grillen van wind en water, resulterend in een enorme productiviteitsverhoging. Rijn- en binnenvaart bloeiden op.

De grootschalige vervening in het noorden van het land begon in de zeventiende eeuw en ging door tot in de twintigste eeuw, toen de turfwinning uiteindelijk verdrongen werd door het beschikbaar komen van steenkool, aardolie en later aardgas. Ter ontwatering en ontsluiting van het veen werden tal van kanalen aangelegd, zoals het Winschoterdiep, Stadskanaal, Musselkanaal, Hoogeveense Vaart, Oranjekanaal en vele kleine zijkanalen en vaarten. Zeilschepen brachten de turf naar de afnemers elders in het land, waar de schippers veelal zelf voor de verkoop zorgden.

Nederland beleefde zijn Industriële Revolutie in de tweede helft van de negentiende eeuw. Het groeiende goederenvervoer noodzaakte tot de aanleg van nieuwe kanalen, bijvoorbeeld het Eemskanaal, de Overijsselse kanalen, kanalen door Zuid-Beveland en Walcheren. Amsterdam kreeg een betere verbinding met de Rijn door de aanleg van het 71 km lange Merwedekanaal, dat in 1892 geopend werd. Voor de sluizen waren afmetingen 120 x 12 x 3,1 m gekozen op basis van een sleepboot met vier sleepscheepen. Deze sluisafmetingen bleken spoedig te klein met lange wachttijden als gevolg.

### 2.3 Negentiende eeuw in het buitenland

Hiervoor vermeldde ik Karel de Grote's plan voor een verbinding van Main en Donau. Het lukte koning Ludwig I van Beieren diens droom te realiseren. In 1836 begon de bouw van een 172 km lang kanaal met 101 sluizen voor schepen van 100 ton, dat in 1845 gereed kwam. In het topjaar 1850 passeerde 196.000 ton lading. Maar spoedig deed zich sterke concurrentie van de spoorwegen voelen. Het gebruik van het kanaal kwam verder onder druk te staan door watergebrek, ijsvorming en de ondieptes in de aansluitende rivieren Main en Donau. Enkele restanten van het smalle Ludwigskanaal zijn nog altijd te zien nabij het huidige Main-Donaukanaal.



*Restant van een sluisje in het voormalige Ludwigskanaal*

Tijdens de Frans-Duitse oorlog van 1870-1871 was pijnlijk aan het licht gekomen, dat een goede logistieke dienstverlening niet mogelijk was door de verschillende maten van de vaarwegen. Daarop lanceerde de Franse minister van Openbare Werken, Charles de Freycinet, in 1879 een wet voor de verbetering van 7600 kilometer rivieren en kanalen en de aanleg van nog eens 1400 kilometer aan kanalen. De wet noemde standaardafmetingen voor sluizen: 38,5 x 5,2 meter bij een toegelaten diepgang van 1,8 meter en een vrije hoogte van 3,7 meter. Hiermee was de *péniche* (spits) met een laadvermogen van 300 ton tot dé standaard voor de Franse kanalen uitgeroepen.

Het bouwprogramma is niet in zijn geheel uitgevoerd maar in 1892, vijftien jaar na aanneming van de wet, was 4100 km op de nieuwe standaardmaat gebracht. Juist voor het uitbreken van de Eerste Wereldoorlog, in 1913, bleek de vervoersprestatie van de binnenvaart verdubbeld te zijn ten opzichte van 1890.



*Twee spitsen op het Franse Canal du Nord*

De unificatie van Duitsland in 1871 gaf een sterke impuls aan de expansie van het Duitse vaarwegennet. De condities op de Rijn, Main, Neckar, Elbe en Oder werden voortdurend verbeterd. Uiteindelijk werd in 1904 Bazel bereikbaar voor de binnenvaart. De nieuwe Duitse staat voerde als doelbewust beleid het waterwegennet uit te bouwen en de bereikbaarheid van zijn zeehavens te verbeteren. In 1886 werd de aanleg van het Dortmund-Eemskanaal goedgekeurd met als doel het Ruhrgebied te verbinden met de Duitse zeehavens. Het 270 km lange kanaal kwam in 1899 gereed. Aanvankelijk was het ontwerp gebaseerd op een sleepschip van 600 ton, maar nog tijdens de bouw besloot men op een maat van 1000 ton over te stappen. Het Oder-Spreekanaal maakte Berlijn bereikbaar voor 500-tonners, merendeels geladen met kolen uit Silezië. Andere Duitse kanalen kwamen na de eeuwwisseling gereed.

Tenslotte dient het Kieler Kanaal vermeld te worden, aangelegd tussen 1887 en 1895. Het kanaal was bestemd voor de zeevaart en uit militair oogpunt van belang omdat Duitse oorlogsschepen nu over het eigen territorium, onbespied en ongehinderd, van de Noordzee naar de Oostzee konden varen. Het is onmogelijk alle in de negentiende eeuw aangelegde vaarwegen te vermelden, maar twee mogen niet onvermeld blijven: het Suezkanaal, geopend in 1869, in 1914 gevolgd door dat andere grote zeekanaal: het Panamakanaal.



## 2.4 Twintigste eeuw

De twintigste eeuw kenmerkt zich door een sterk wisselende getij. De eerste jaren zijn in economisch opzicht een voortzetting van de voorgaande eeuw. Dan volgen de Eerste Wereldoorlog, een korte economische opleving met na 1930 de jaren van de grote depressie, de Tweede Wereldoorlog en de Koude Oorlog en tenslotte de explosieve welvaartsstijging in de jaren zestig. In het begin van de twintigste eeuw kwamen de eerste motorschepen in de vaart. Na de Tweede Wereldoorlog werden stoomschepen in rap tempo vervangen door motorschepen en verdwenen de laatste houten zeilschepen. Een en ander leidde tot een sterke schaalvergroting, zeker nadat in 1957 duwvaart geïntroduceerd werd. Radar maakte het mogelijk bij nacht en ontij door te varen en de komst van de container opende een nieuwe markt voor de binnenvaart.

In de loop van de twintigste eeuw kreeg de binnenvaart concurrentie van de vrachtwagen. Dit had tot gevolg dat de beurtvaart, de geregelde diensten voor pakket- en vrachtvervoer, van het toneel verdween. De beroepsvaart beperkte zich voortaan tot het segment van het massavervoer. Tegelijkertijd nam de welvaart aanzienlijk toe. Daardoor konden steeds meer mensen zich een eigen pleziervaartuig veroorloven. De recreatievaart bloeide op en kleine vaarwegen, die door voor het goederenvervoer niet langer interessant waren, kregen nieuwe klandizie, vooral in landen als Frankrijk en Engeland, maar ook in ons land. Oude kanalen werden opgeknapt en voor pleziervaart heropend.



*Amsterdam-Rijnkanaal ter hoogte van Houten*

In de periode tussen de beide wereldoorlogen, kwamen diverse kanalen gereed, zoals het Wilhelminakanaal, het Kanaal Wessem-Nederweert, het Maas-Waalkanaal, de Twentekanal en het Julianakanaal. Het laatste was van groot belang voor de afvoer van kolen van de Limburgse mijnen. De Maas werd door kanalisatie een betrouwbare vaarweg. Het Merwedekanaal voldeed niet langer en in 1931 viel het besluit het Amsterdam-Rijnkanaal aan te leggen. Vertraagd door crisis en oorlog kwam het kanaal pas in 1952 gereed. In verband met de waterhuishouding werden in de Beneden-Rijn drie stuw- annex sluiscomplexen aangelegd. Antwerpen kreeg na lang soebatten een adequate toegang naar de Rijn in de vorm van de Schelde-Rijnverbinding. En de Deltawerken maakten verruiming van het Kanaal door Zuid-Beveland nodig. De haven van Rotterdam kreeg met het Hartelkanaal een aparte binnenvaartverbinding. Langs de vaarwegen verschenen de eerste verkeersposten, waardoor vlotheid en veiligheid op gevaarlijke trajecten verbeterden. Afgezien van diverse vaarwegverruiming en uitbreiding van sluiscapaciteit lijkt Nederland op vaarweggebied af te zijn. Het enige geplande nieuwe kanaal is de omleiding van de Zuid-Willemsvaart oost van 's Hertogenbosch, niet meer dan 10 km, ter vervanging van de smalle traverse Den Bosch.

In Duitsland kwamen in de vroeg-twintigste eeuw belangrijke kanalen gereed, zoals het Rijn-Hernekanaal, dat de industriestad Dortmund met de Rijn verbindt, het Mittellandkanaal, dat van het westen van het land naar Berlijn loopt en diverse kanalen tussen Berlijn en de Oder. Rivieren als de Neckar, Moezel en Saar zijn door de bouw van sluisen beter toegankelijk voor de scheepvaart.



*Volkeraksluizen in de Schelde-Rijnverbinding*



In 1926 begon men aan een nieuwe verbinding tussen de Rijn en de Donau door allereerst de Main over een lengte van 297 km en de Duitse Donau over 209 km te kanaliseren. Het eigenlijke Main-Donaukanaal tussen Bamberg en Kelheim is 171 km lang. Tussen het scheidingspand en Bamberg overbrugt het een hoogteverschil van 175 meter met in totaal 16 sluizen, waarvan de grootste een verval van 24,7 m hebben. Het kanaal is in 1992 geopend. De Duitse eenwording leidde tot één groot binnenvaartproject: de verbetering van de verbinding tussen het Mittellandkanaal bij Maagdenburg en Berlijn. Als uitvloeisel daar-van is een ruim 900 m lang aquaduct gebouwd, dat het kanaal over de Elbe voert. De trog is 32 m breed, genoeg voor één-, maar niet voor tweerichtingverkeer. Het werk aan verdere verruiming van het 100 km lange Elbe-Havelkanaal, de verbinding met Berlijn, is gaande maar vordert langzaam.



*Elbe-aquaduct nabij Maagdenburg*

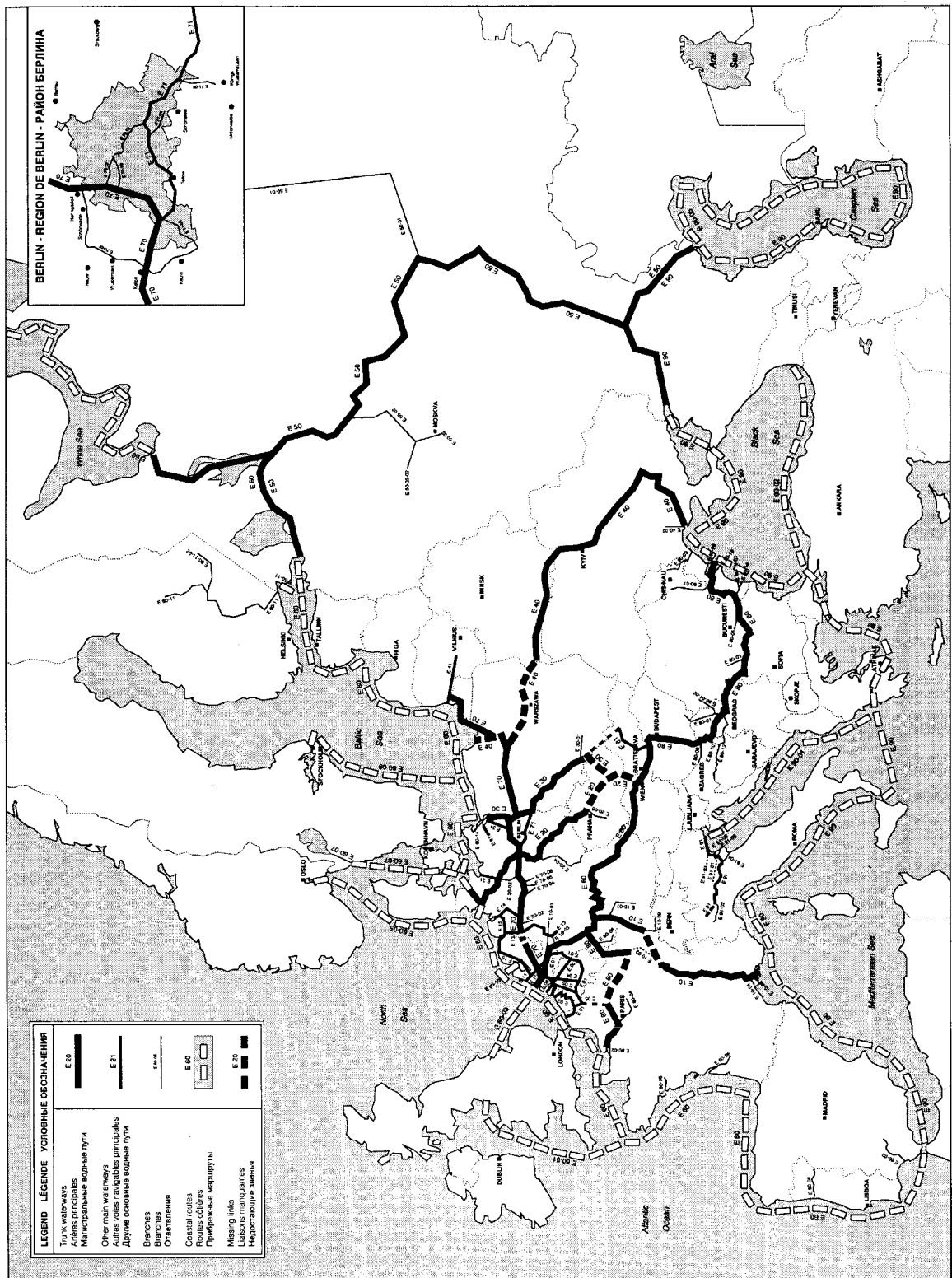
Op de Oostenrijkse Donau is de bevaarbaarheid flink verbeterd door de aanleg van sluiscomplexen, die gecombineerd zijn met centrales voor elektriciteitsopwekking. Als laatste is de stuw van Freudenu, nabij Wenen, in 1998 in gebruik gesteld. De belangrijkste verbetering kwam eind negentiende eeuw reeds gereed, namelijk de sluizen van de IJzeren Poort, daar waar de Donau door de Karpaten breekt met een verval van 26 m over een afstand van 111 km. Toch heeft de scheepvaart op de Donau, een rivier die veel grilliger van karakter is dan de Rijn, nog altijd te kampen met ondiepten tijdens laagwaterperioden, zowel in Duitsland als in Oostenrijk en Hongarije. Het ziet er niet naar uit, dat de problemen spoedig verholpen zijn. De milieubeweging is sterk tegen ingrepen in het rivierbed en tot nu toe met succes. Het transport over de Donau blijft vooralsnog ver achter bij dat over de Rijn.





*De Prinses Margrietsluis in Lemmer heeft een zogeheten groene kolk*

Het meest uitgebreide en in zekere zin meest curieuze netwerk van Europa is in Rusland te vinden. De voormalige Sovjet-Unie beschikt over meer dan 400.000 km vaarweg, waaronder 6300 kilometer lange stelsel van diepwateraarwegen in het Europese deel van Rusland, dat Oostzee, Witte Zee, Zwarte Zee en Kaspische Zee met elkaar verbindt. De toegelaten diepgang bedraagt 3,5 à 4,0 m. Tsaar Peter de Grote gaf de eerste aanzet tot het graven van kanalen in Rusland, met het oogmerk de grote rivieren met elkaar in verbinding te brengen. Een andere dictator, Stalin, voltooide zijn werk. Onder zijn bewind zijn drie belangrijke connecties tot stand gekomen: het Baltic Kanaal, het Moskwa-Wolgakanaal en het Wolga-Donkanaal. Het Baltic Kanaal of Bjelomorsk-Baltickanaal, zoals de Russen het noemen, verbindt het Onega Meer met de Witte Zee. Bij de aanleg zijn naar schatting 250.000 dwangarbeiders omgekomen. Het in 1933 geopende kanaal overwint een hoogteverschil van 108 meter ten opzichte van zeeniveau met in totaal 19 sluizen met de afmetingen 130 x 14 x 4 m. Overigens is het kanaal van november tot mei dichtgevroren. Het 128 kilometer lange Moskwa-Wolgakanaal is deels door dezelfde dwangarbeiders gebouwd en gaf Moskou in 1937 de lang gewenste verbinding met de Oostzee. Het sluitstuk van Stalins kanalenbouw is het Wolga-Donkanaal. Er is aan gewerkt van 1938 tot 1952, een jaar voor de dood van de leider. Het kanaal is 101 kilometer lang en telt 13 sluizen van 145 x 17,8 x 4,0 m. Volgens een studie van de Verenigde Naties bestond het Europese vaarwegennet, daarbij inbegrepen het Europese deel van de Russische federatie, medio 1993 uit 77.845 strekkende km. Daarvan is 25.302 km van *international importance*, dat wil zeggen geschikt voor of op de nominatie om uit te bouwen voor schepen van tenminste klasse IV met circa 1500 ton laadvermogen.



Figuur 1: Het Europese vaarwegennet volgens de ECE

## 2.5 Europese netwerken

Er bestaan in principe twee Europese vaarwegnetwerken, die veel op elkaar lijken, maar niet helemaal hetzelfde zijn. Het ene is vastgesteld door de Europese Unie (EU), het andere door de Economic Commission for Europe (ECE), die als onderdeel van de Verenigde Naties in Genève gevestigd is. De EU is kleiner van omvang dan het gebied waar de ECE zich mee bezig houdt, dus is het ECE-netwerk meer omvattend.

Het netwerk van de EU is op 29 oktober 1993 door de Raad (Council) vastgesteld. Dezelfde dag keurde de Raad ook een *Trans-European Combined Transport Network* goed, dat bestaat uit weg-, spoor- en vaarwegverbindingen voor containervervoer. Voor zover vaarwegen vermeld zijn, vormen zij een onderdeel van het *Trans-European Inland Waterway Network*. De Raad besloot, dat het netwerk minimaal aan CEMT-klasse IV moet voldoen en, in geval van modernisering, voor aanpassing aan klasse Va/Vb en voor de passage van schepen voor gecombineerd transport (dat wil zeggen containervervoer) geschikt moet zijn. Het netwerk is op te vatten als indicatief, ter bevordering van ontwikkelingen, maar zonder financiële verplichting of toezeggingen. Niettemin zouden binnen tien jaar de lidstaten initiatieven moeten ontplooiën om een tiental flessenhalzen en ontbrekende verbindingen aan te pakken. Sancties op het niet nakomen van de beloften zijn er echter niet.



*Versmalling door aanzanding in een binnenbocht van de Donau*

Door de Economic Commission for Europe, kortweg ECE, is de *European Agreement on Main Inland Waterways of International Importance* (AGN) opgesteld. Het AGN is in juni 1997 door elf Europese landen, waaronder Nederland, ondertekend. De voorbereidende *Group of Experts* heeft niet alleen een netwerk opgesteld (zie pagina 18), maar ook de vaarwegen genummerd en operationele en technische karakteristieken geformuleerd. Het AGN heeft als streefbeeld voor de belangrijke vaarwegen: klasse Vb met 2,8 m diepgang. Landen die het AGN ondertekenen, aanvaardden deze karakteristieken als leidraad bij de ontwikkeling, aanleg en operatie van hun nationale vaarwegen. Het AGN noemt geen termijn voor realisatie van het plan, legt geen financiële verplichting op en oefent geen juridische dwang uit, maar het verdrag geldt wel als door de ondertekenaars aangegane morele verplichting.

Er zitten nogal wat knelpunten en ontbrekende schakels in het E-net. Oude plannen, veelal om nationalistische of strategische (lees: militaire) redenen op papier gezet, blijken een taai bestaan te leiden en de oude sentimenten zijn dankzij de nogal theoretische benadering van de *Group of Experts* weer opgedoken in het AGN. Wat dat betreft, is de benadering van de EU, een lijstje van knelpunten, realistischer. Een knelpunt, dat dicht bij realisatie lijkt te zijn, is de verbinding tussen het Seine- en het Scheldebekken: het Canal Seine Nord-Europe. De twee belangrijkste Europese flessenhalsen zijn thans de verbinding Maagdenburg-Berlijn (versmallingen) en het traject Straubing-Vilshofen van de Duitse Donau (ondiepten).

## 2.6 Nederlandse hoofdvaarwegennet

Het Nederlandse hoofdvaarwegennet is beleidsmatig verankerd in de Nota Mobiliteit uit 2004. De belangrijkste beleidsuitspraken in dit verband zijn:

- er zijn drie soorten vaarwegen: hoofdtransportassen (550 km), hoofdvaarwegen (900 km) en overige vaarwegen (5200 km)
- de prioriteit van het rijk ligt bij de hoofdvaarwegen
- houthouwen gaat voor bouwen, dat wil zeggen het op peil brengen van het onderhoud is belangrijker dan nieuwbouw
- betrouwbare reistijd is een speerpunt van het beleid
- de overheid zal innovatie stimuleren

Over hoofdtransportassen gaat meer dan 5 miljoen ton internationale lading per jaar en/of 25.000 TEU (containers van 20 voet lengte). De hoofdtransportassen zijn de verbindingen van de zeehavens Amsterdam, Rotterdam, Gent en Antwerpen met de Rijn. Hoofdvaarwegen voldoen aan dezelfde criteria, maar dan in het binnenlandse vervoer. Figuur 2 brengt een en ander in beeld.





*Figuur 2: Nederlandse hoofdvaarwegennet*

Op hoofdtransportassen is vierbaksduwvaart (klasse VIb) mogelijk en de vaart met vier lagen containers. Overige hoofdvaarwegen zijn geschikt voor schepen van tenminste 1500 ton (klasse IV) en de vaart met drie lagen containers. Het speerpunt betrouwbare reistijd wordt bereikt door een aantal maatregelen:

- vaarwegen voldoen aan de afgesproken maten, conform de Richtlijnen Vaarwegen
- vermijden van discontinuïteiten in zowel het vaarwegprofiel als de bedieningstijden
- voldoende beschikbaarheid, onder meer door een doordachte onderhoudsplanning en zo nodig 's winters ijsbreken
- voldoende capaciteit van sluizen door tijdig maatregelen te nemen
- voldoende overnachtingsplaatsen, opdat schippers aan de wettelijk voorgeschreven rusttijden kunnen voldoen
- bevordering van vlot en veilig verkeer, onder meer door implementatie van River Information Services (electronische zeekaart, automatische scheepsidentificatie, gestandariseerde berichtgeving en dergelijke)

De realisatie en de kosten van dergelijke maatregelen zijn te vinden in het jaarlijks als bijlage van de begroting uitgebrachte MIRT-projectenboek. MIRT is de afkorting van Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport.



*Brug Sas van Gent over het Kanaal Gent-Terneuzen*

## **2.7 Vaarwegen samengevat**

Terugblikkend op de hiervoor geschetste ontwikkeling van de vaarwegen zijn dit de hoofdpunten van de ontwikkeling van de vaarwegen in Nederland:

- rond het begin van de jaartelling zijn de Romeinen de eerste kanalenbouwers in ons land
- tot de zeventiende eeuw is voornamelijk sprake van natuurlijke vaarwegen
- gedurende de zeventiende eeuw wordt een netwerk van trekvaarten aangelegd
- in de achttiende eeuw kanalenaanleg in Engeland en Frankrijk, nauwelijks in Nederland
- negentiende eeuw: sterke overheidsbemoeienis, gestimuleerd door koning Willem I, aanleg van van kanalen zoals het Zederikkanaal, Zuid-Willemsvaart, Noord-zee kanaal en Nieuwe Waterweg
- twintigste eeuw: aanleg moderne, grote vaarwegen zoals het Julianakanaal, het Amsterdam-Rijnkanaal, het Hartelkanaal en de Schelde-Rijnverbinding

### 3 De ontwikkeling van het binnenschip

#### 3.1 Zeilvaart

Gedurende vele eeuwen was scheepvaart synoniem met zeilvaart, zowel wat zeevaart als binnenvaart betreft. Binnenvaartschepen waren er in vele soorten en maten, passend bij hun specifieke taak en vaargebied, zoals de smak, tjalk, snik, praam, poon, enzovoort. Er waren voornamelijk natuurlijke, ondiepe vaarwegen beschikbaar. De havenverordening van Rotterdam uit 1657 schreef bijvoorbeeld voor, dat schepen met een diepgang van meer dan tien voet (drie meter) op de Nieuwe Maas voor anker moesten gaan, omdat de toenmalige havenbekkens geen grotere diepgang toelieten. De binnenvloot bestond voornamelijk uit platbodems, die van zijzwaarden voorzien waren om ze de nodige koersvastheid te geven. Op de Rijn en haar zijrivieren waren tot begin twintigste eeuw regelmatig houtvloten te zien. Deze lieten zich met de stroom meedrijven of werden gesleept, uiteraard alleen stroomafwaarts. Wanneer er geen wind of een verkeerde wind stond, moest de scheepsbemanning roeien, bomen of jagen of wachten op een gunstige wind. Trekschuiten werden gejaagd door één, soms twee paarden, vrachtschepen werden vaak getrokken door de eigen bemanning of de gezinsleden van de schipper. Het ging niet snel en in hedendaagse ogen weinig efficiënt, maar in vergelijking met landtransport was de productiviteit van het watertransport nog altijd aanzienlijk beter. In het waterrijke Nederland was vervoer over water lang de vanzelfsprekende en overheersende vervoersmodaliteit.



*Zeilende binnenschepen waren er tot na de Tweede Wereldoorlog*

### 3.2 Stoom en staal

In 1816 vertoonde zich voor het eerst een stoomschip op de Nederlandse wateren, de *Defiance*, die komende van Engeland naar Keulen stoomde. Conservatieve krachten zagen er niets in, maar koning Willem I wél. Hij wilde de Noordelijke en de Zuidelijke Nederlanden dichter bij elkaar brengen en één van de middelen daartoe was een snelle landverbinding tussen Amsterdam en Brussel. Het grootste obstakel was het Hollands Diep. In 1822 kwam een stoompont in de vaart, die de oversteek nagenoeg onafhankelijk van stroom en wind kon onderhouden. En vanwege 's konings stellige begeerte legde de gemeente Rotterdam in 1824 een stoompont in op het Katen-drechtse Veer. In de jaren die volgden, kwam de stoomvaart langzaam maar zeker tot ontwikkeling. In 1826 begon de Köln-Düsseldorfer Rheinschiffahrt AG met geregelde passagiersdiensten op de Duitse Rijn. Hier ten lande ontstond een netwerk van stoombootdiensten voor passagiersvervoer over de rivieren en zeearmen. Veel van deze diensten legden het in de tweede helft van de negentiende eeuw af tegen de concurrentie van het spoor.



*Stoomsleepboot met zijraderen op de Rijn*

In 1832 werd met regeringssteun een stoomsleepdienst op de Waal opgezet. In 1841 verscheen de eerste ijzeren Rijnaak. De twee bleken een gelukkige combinatie te vormen en bepaalden al snel het beeld van de Rijn- en binnenvaart. Het bleek dat het binnenschip in staat was lading terug te winnen van het spoor. Het vervoer van exportkolen van Duitsland naar Rotterdam bijvoorbeeld ging aanvankelijk per trein. Met het vorderen van de normalisatie van de Waal, waardoor betere condities voor de scheepvaart ontstonden, bleek de Rijnaak een goedkoper alternatief en na de eeuwwisseling was het vervoer over water de winnaar. Hetzelfde gebeurde met het petroleumvervoer.



Aanvankelijk in vaten met de trein, maar toen eind negentiende eeuw de eerste rivier-tankers verschenen, was het snel gedaan met de leidende positie van het spoor. In de tweede helft van de twintigste eeuw zouden de tankers overigens een belangrijk deel van hun ladingpakket verliezen aan de pijpleiding. Stoom en staal betekenden een enorme verbetering van de efficiency van de binnenvaart. De toepassing ervan vond het eerst in de Rijnvaart plaats. Op de kleine, binnenlandse kanalen wist het houten zeilschip zich tot na de Tweede Wereldoorlog te handhaven. Inmiddels had zich een volgende efficiencyverbetering aangediend: de verbrandingsmotor.

### 3.3 Motorisering

Eind negentiende eeuw werd de verbrandingsmotor uitgevonden en in 1893 vroeg Rudolf Diesel patent aan voor de naar hem genoemde dieselmotor. Pas na de Eerste Wereldoorlog vond wat de binnenvaart betreft de doorbraak van de motor plaats. De motor had grote voordelen ten opzichte van stoom als krachtbron. Stoom was bewerkelijk, de ketel moest lang tevoren voorzichtig opgestookt en onder stoom gehouden worden, er waren een machinist en een stoker nodig, er moesten kolen gebunkerd en as gewipt worden, bunkers, ketels en machine nemen veel plaats in en het brandstofverbruik was veel hoger dan van de motor. Er was aanvankelijk één nadeel: een motor



*Opduwertje*

was duur in aanschaf. De eerste toepassingen in de binnenvaart waren de zogeheten luxe motors, schepen voor de beurtvaart oftewel lijndiensten voor pakketten en vracht tussen diverse steden. Dit was de sector, die het eerst de concurrentie van de vrachtwagen zou ondervinden en ondanks de motor de strijd zou verliezen. Voor de Tweede Wereldoorlog kregen zeil- en sleepscheepvaart aanvankelijk een losse zijschroef, een zogeheten lamme arm. De motor

stond op het voordek en schroefas met schroef liet men langs de romp van het schip in het water zakken. Een volgende stap was een opduwertje, een gemotoriseerd sloepje, dat stijf achter het schip vastgemaakt werd. Het sturen geschiedde als vanouds vanaf het moederschip. De laatste fase, na de Tweede Wereldoorlog, was de inbouw van een motor. Dat maakte zeil- en sleepscheepvaart onafhankelijk van een sleepboot, dus alweer een flinke verbetering van de efficiency. In 1956 waren er voor het eerst meer motor- dan sleepscheepvaart. Vandaag de dag is de sleepvaart nagenoeg verdwenen.

Een volgende doorbraak was de komst van radar. Het principe was kort voor de Tweede Wereldoorlog uitgevonden. De eerste toepassingen waren kort na de oorlog in de zeevaart. Betaalbare binnenvaartradars kwamen pas in de jaren zestig van de vorige eeuw op de markt. Voordien was het varen 's nachts en bij mist moeilijk, zo niet onmogelijk. Met radar heeft de schipper altijd oog op zijn omgeving en kan hij ongehinderd zijn reis vervolgen. Alleen zware regen- of sneeuwbuien leveren problemen op voor de radar. Een schip met radar is verplicht ook een marifoon aan boord te hebben, zodat door onderling contact of door contact met verkeersposten aan de wal navigatieafspraken te maken zijn. De schipper moet een radarpatent halen.

Een belangrijke innovatie van de laatste decennia is de boegschroef. Een dwars in het voorschip geplaatste, kleine schroef vergemakkelijkt en bespoedigt het aan- en afmeren. Dit is vooral van belang voor schepen met een groot dwarsscheeps oppervlak, zoals containerschepen. Vandaag de dag is dit de standaard voor vrachtschepen: voortstuwing door middel van een dieselmotor, radar voor het varen bij slecht zicht en een boegschroef als hulp bij het manoeuvreren.

### 3.4 **Standardisatie afmetingen**

In 1954 stelde de Conférence Européenne des Ministres des Transports (CEMT) een internationaal classificatiesysteem vast, waarbij de vaarwegen afhankelijk van hun afmetingen in vijf klassen werden ingedeeld. Uitgangspunt voor het systeem waren de afmetingen van vijf scheepstypen, merendeels voortkomende uit de sleepvaart, die op dat moment in West-Europa veelvuldig voorkwamen. De klasse van een vaarweg is afhankelijk van het grootste standaardschip, dat die vaarweg kan bevaren. De scheepsbreedte is hierin de leidende factor. De CEMT adviseerde destijds het klasse IV-schip als standaard voor vaarwegen van Europees belang aan te houden.

In 1957 voer het eerste duwkonvooi op de Rijn. Spoedig daarna nam de duwvaart een grote vlucht. De CEMT reageerde door in 1961 een klasse VI aan de classificatie toe te voegen. Maar na verloop van tijd bleek ook deze classificatie niet langer adequaat. De International Navigation Association (PIANC) nam het voortouw bij de volgende herziening. Dit leidde er toe, dat de CEMT en de Economische Commissie voor Europa van de Verenigde Naties (ECE) een eensluidende nieuwe classificatie opstelden, die naar het jaar van vaststelling bekend staat als CEMT1992. De nieuwe classificatie houdt rekening met de Oost-Europese vaarwegen, die over het algemeen iets kleiner van afmetingen zijn dan de overeenkomstige vaarwegen in West-Europa. In tabel 1 (pagina 28) zijn enkel de voor West-Europa, dat wil zeggen: ten westen van de Elbe, relevante maten aangegeven. De schepen uit het voormalige Oostblok zijn naar verhouding breder, omdat ze varen op vaarwegen met een beperkte diepgang. In Nederland zijn dergelijke schepen vrijwel niet te zien.

Bij de oorspronkelijke CEMT-tabel zijn een aantal voetnoten geplaatst. Bijvoorbeeld: wanneer twee waarden zijn vermeld, heeft het eerste cijfer betrekking op de bestaande situatie, terwijl het tweede de toekomstige situatie weergeeft, maar er kunnen ook twee bestaande situaties weergegeven zijn. Verwarrend dus! Het cijfer voor minimum hoog-

te onder bruggen houdt rekening met een veiligheidsmarge van 0,30 m tussen het hoogste punt van het schip en de onderkant van de brug bij de maatgevende hoge waterstand. Deze marge is bedoeld om inschattingfouten en onverwachte schommelingen in de waterstand op te vangen.

De maten voor motorschepen van klasse VI waren gebaseerd op veronderstelde, toekomstige ontwikkelingen in ro-ro-, container- en zee-/riverschepen. Inmiddels is gebleken dat een breedtemaat van 17,0 m realistischer is dan 15,0 m. De waarde van de diepgang voor een bepaalde vaarweg moet aan de hand van de lokale condities vastgesteld worden. Uitgangspunt voor de vaststelling van de diepgang is: 50% van de maatgevende schepen moet zonder diepgangsbepijking kunnen varen.



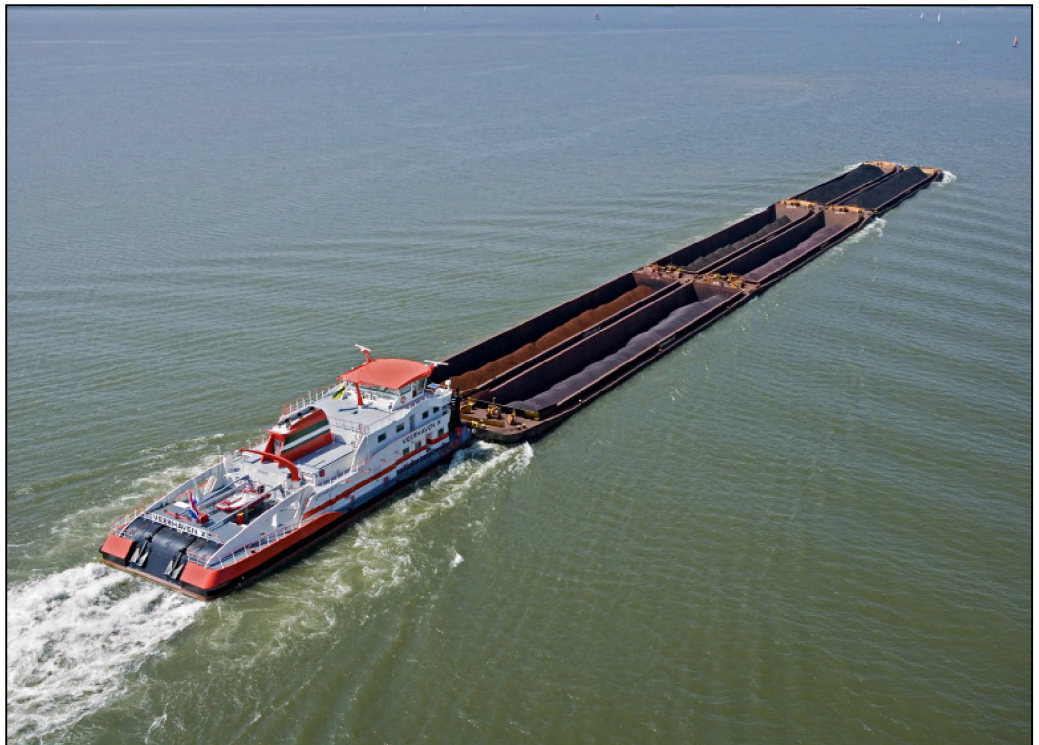
*Klasse Va schip (110 x 11,4 m) het huidige standaardschip*

Een grondige analyse van de scheepsafmetingen heeft uitgewezen, dat de cijfers in de CEMT-tabel niet meer representatief zijn voor de thans in ons land opererende binnenvaartvloot. Dit geldt met name voor de schepen van klasse III en hoger. Doordat schepen veelvuldig verlengd worden, hoort bij dezelfde standaardbreedte en grotere standaardlengte. Bovendien is de diepgang van Nederlandse schepen vaak groter dan de door de CEMT gehanteerde maat, doordat schepen in de lage landen met een grotere diepgang kunnen varen dan op de midden-europese kanalen. Daardoor liggen de tonnagegrenzen anders te dan de CEMT-tabel suggereert. Ook de keus van het klasse IV schip als Europese standaard is achterhaald, klasse V is zonder meer bepalend voor de huidige vloot. Meer hierover is te vinden in paragraaf 3.7 over schaalvergroting.

| Type de voies navigables<br>Type of inland waterways | Classe de voies navigables<br>Classes of navigable waterways | Automoteurs et chalands<br>Motor vessels and barges |                    |                 |                         |                    | Convois poussés<br>Pushed convoys |                    |                      |                         |                    | Hauteur minimale sous les ponts<br>Minimum height under bridges |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------|
|                                                      |                                                              | Dénomination<br>Designation                         | Longueur<br>Length | Largeur<br>Beam | Tirant d'eau<br>Draught | Tonnage<br>Tonnage |                                   | Longueur<br>Length | Largeur<br>Beam      | Tirant d'eau<br>Draught | Tonnage<br>Tonnage |                                                                 |
| OF REGIONAL IMPORTANCE                               |                                                              |                                                     | m                  | m               | m                       | t                  |                                   | m                  | m                    | m                       | t                  | m                                                               |
|                                                      | I                                                            | Péniche Barge                                       | 38.50              | 5.05            | 1.80-2.20               | 250-400            |                                   |                    |                      |                         |                    | 4.00                                                            |
|                                                      | II                                                           | Kast-Caminois Campine-Barge                         | 50-55              | 6.60            | 2.50                    | 4.00-650           |                                   |                    |                      |                         |                    | 4.00-5.00                                                       |
|                                                      | III                                                          | Gustav Koenings                                     | 67-80              | 8.20            | 2.50                    | 650-1000           |                                   |                    |                      |                         |                    | 4.00-5.00                                                       |
|                                                      | IV                                                           | Johan Welker                                        | 80-85              | 9.50            | 2.50                    | 1000-1500          |                                   | 85                 | 9.50                 | 2.50-2.80               | 1250-1450          | 5.25/or 7.00                                                    |
| OF INTERNATIONAL IMPORTANCE                          | Va                                                           | Grand bateaux Rhénans/Large Rhine Vessels           | 95-110             | 11.40           | 2.50-2.80               | 1500-3000          |                                   | 95-110             | 11.40                | 2.50-4.50               | 1600-3000          | 5.25/or 7.00/or 9.10                                            |
|                                                      | Vb                                                           |                                                     |                    |                 |                         |                    |                                   | 172-185            | 11.40                | 2.50-4.50               | 3200-6000          |                                                                 |
|                                                      | Vla                                                          |                                                     |                    |                 |                         |                    |                                   | 95-110             | 22.80                | 2.50-4.50               | 3200-6000          | 7.10/or 9.10                                                    |
|                                                      | Vlb                                                          |                                                     | 140                | 15.00           | 3.90                    |                    |                                   | 185-195            | 22.80                | 2.50-4.50               | 6400-12000         | 7.10/or 9.10                                                    |
|                                                      | Vlc                                                          |                                                     |                    |                 |                         |                    |                                   | 270-280<br>193-200 | 22.80<br>33.00-34.20 | 2.50-4.50<br>2.50-4.50  | 9600-18000         | 9.10                                                            |
|                                                      | VII                                                          |                                                     |                    |                 |                         |                    |                                   | 285<br>195         | 33.00<br>34.20       | 2.50-4.50               | 14500-27000        | 9.10                                                            |
|                                                      |                                                              |                                                     |                    |                 |                         |                    |                                   |                    |                      |                         |                    |                                                                 |
|                                                      |                                                              | D'INTERET REGIONAL                                  |                    |                 |                         |                    | D'INTERET INTERNATIONAL           |                    |                      |                         |                    |                                                                 |

Tabel 1: CEMT-classificatie uit 1992 voor vaarwegen ten westen van de Elbe





*Duwkonvooi van zes bakken in de lange formatie*

### 3.5 Duwvaart

Na de Tweede Wereldoorlog groeide de economie sterk en dus ook het vervoer. De klassieke sleepvaart dreigde in capaciteit tekort te schieten. Bovendien stuwden de stijgende lonen de vrachtkosten omhoog. In 1953 bezocht een missie van de Franse staatsrederij de Verenigde Staten om het fenomeen duwvaart te bestuderen. Toen de op de Mississippi varende hekwielerers destijds extra lichters mee wilden nemen, was dat alleen mogelijk door ze voor het schip te plaatsen en zo ontstond als vanzelfsprekend duwvaart. Naar aanleiding van het bezoek besloot men in 1957 een proef op de Rijn uit te voeren met de omgebouwde sleepboot *President Herrenschmidt*. Een proef, die zonder meer slaagde en de Fransen lieten meer materieel ombouwen. Inmiddels had een combinatie van twee Nederlandse en twee Duitse rederijen eveneens een studie uitgevoerd en de echte duwboot op stapel laten zetten. Op 21 oktober 1957 maakte de *Wasserbüffel* van 1260 pk haar eerste vaart met vier bakken van 1250 ton elk. Duwvaart bleek tot een sterke productiviteitsverhoging te leiden: in het pendelverkeer tussen Rotterdam en de Ruhr per bemanningslid een factor vijf! De omslag van sleepvaart naar duwvaart vond dan ook binnen enkele jaren plaats. Op de grootste vaarwegen is de vaart met samenstellen van vier Europa Ila bakken toegestaan, op de Rijn onder bepaalde condities verbanden van zes Europa Ila bakken.

| CEMT-klasse | type duwbak         | breedte (m) | lengte (m) | diepgang geladen (m) | laadvermogen (ton) |
|-------------|---------------------|-------------|------------|----------------------|--------------------|
| IV          | Europa I            | 9,5         | 70,0       | 3,0                  | 1450               |
| Va          | Europa II           | 11,4        | 76,5       | 3,5                  | 2450               |
| Va          | Europa IIa          | 11,4        | 76,5       | 4,0                  | 2780               |
| Va          | Europa IIa verlengd | 11,4        | 90,0       | 4,0                  | 3220               |

Tabel 2: Kenmerken van maatgevende duwbakken

Na verloop van tijd zijn zekere standaardafmetingen ontstaan voor duwbakken. De duwbak van het type Europa II is het meest gangbaar, maar zijn er meer standaard duwbakken. De voornaamste typen zijn vermeld in tabel 2. De breedte van dergelijke bakken komt in de regel overeen met die van motorschepen van dezelfde klasse. Voor duwbotten zijn geen standaardafmetingen aan te geven, temeer omdat veel kleine duwbotten in feite omgebouwde sleepboten zijn. In verband met de maximale, op de Rijn toegelaten lengte van een duwstel heeft het zwaarste type duwboot, de zogenaamde strekkenboot, een lengte van circa 40 m bij een breedte van circa 15 m.

### 3.6 Containerschepen

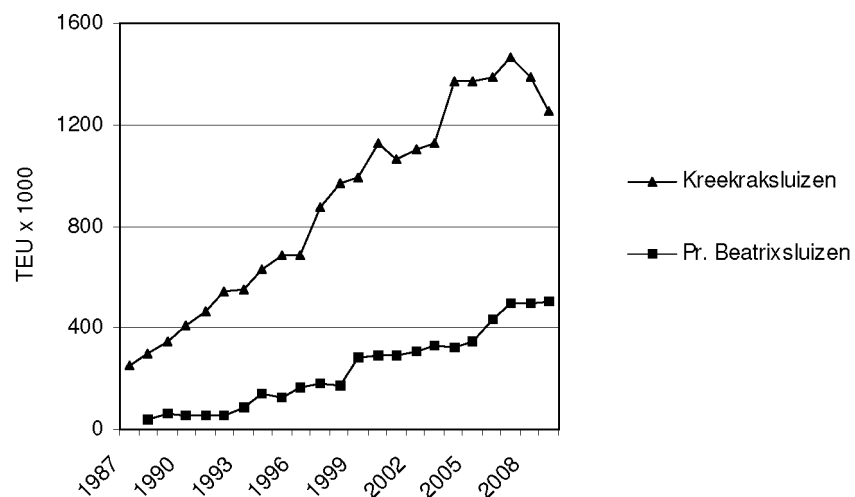
De belangrijkste ontwikkeling van de afgelopen decennia is de sterke opkomst van de containervaart. Het is snel gegaan. In 1966 werd de eerste trans-Atlantische container in Rotterdam aan wal gezet en per vrachtwagen doorgevoerd. Containers waren immers duur en snel landtransport was geboden, dacht men. Alleen in uitzonderingsgevallen kreeg een binnenschip een container als deklading mee. Naarmate de container gewoner werd en de snelheid van het vervoer naar de eindbestemming het aflegde tegen het belang van lage transportkosten, won het binnenschip terrein. In 1974 kwam een eerste lijndienst tot stand op de Rijn, in 1987 opende te Nijmegen de eerste binnenvaartcontainerterminal in ons land. Figuur 2 illustreert de tot voor kort onstuimige opmars van het vervoer van containers per binnenschip. Het aantal containers is uitgedrukt in eenheden van 20 voet lang oftewel Twenty feet Equivalent Units, afgekort tot TEU. De Kreekraksluizen zijn te beschouwen als representatief voor het internationaal vervoer, de Prinses Beatrixsluizen voor het binnenlands vervoer.

Volgens de CEMT-tabel gelden de volgende doorvaarthoogten voor containerschepen (tabel 1 rechterkolom):

- 5,25 m voor schepen met 2 lagen containers
- 7,00 m voor schepen met 3 lagen containers
- 9,10 m voor schepen met 4 lagen containers

De hoogte van 9,1 m staat gelijk aan de zogenaamde Rijnvaarthoogte.

waarbij 50% van de containers verondersteld wordt leeg te zijn. In werkelijkheid is dat minder, zoals tabel 4 laat zien. Hierbij is bovendien geen rekening gehouden met high-cube containers, die hoger zijn dan de standaardcontainer van 8½ voet hoogte. Containers zijn standaard 20 voet (= 6,095 m) of 40 voet (= 12,200 m) lang. Het aandeel 30 en 45 voeters bedraagt momenteel 1 à 2%, maar zou kunnen toenemen. De standaardhoogte is 8'6" (= 2,591 m), de breedte 8' (= 2,438 m). Er komen echter steeds meer high cube containers met een grotere hoogte. Bijna alle high cubes zijn containers van 40 voet lang. Tegenwoordig ziet men ook palletbrede containers van buitenwerks 2,50 m breed, die gunstiger zijn voor de belading met pallets (laadborden): een standaard 40-voets container kan 25 pallets van 1,2 x 0,8 m laden, een pallet-brede container van dezelfde lengte 30 pallets, een winst van 20%. Een palletbrede, high-cube 45-voeter komt zelfs tot 33 laadborden.



Figuur 2: Ontwikkeling van het containervervoer over water

Binnenschepen met hun rechthoekige ruimen zijn bij uitstek geschikt om containers te laden. Geleidingen zijn niet nodig, hoewel sommige schepen er wel mee uitgerust zijn om de belading sneller te laten verlopen. Het belangrijkste verschil tussen containerschepen en normale vrachtschepen is de mogelijkheid het stuurhuis te heffen, opdat het mogelijk is over de lading heen te kijken, meestal in combinatie met camerabeelden. Plaatsing van het stuurhuis op de boeg van het schip is niet populair bij binnenschippers. In tabel 3 zijn de uitwendige afmetingen en de containercapaciteit van enige scheepstypen gegeven. De Neokemp is een type schip, dat speciaal ontwikkeld is om met containers te varen op kleine vaarwegen, met name de Brabantse kanalen. Het type Jowi is het schip met thans op de Rijn maximaal toegestane lengte van 135 m. De afgelopen jaren is de opkomst van koppelverbanden te zien, dat wil zeggen een motorschip met een eigen duwbak, die speciaal voor containervervoer ontworpen is.

| scheepstype       | afmetingen (m)<br>lengte x breedte | capaciteit (TEU)<br>breed x hoog x lang |
|-------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|
| CEMT II           | 55,0 x 6,6                         | 2 x 2 x 6 = 24                          |
| Neokemp           | 63,0 x 7,0                         | 2 x 3 x 8 = 48                          |
| CEMT IVa          | 80,0 x 9,5                         | 3 x 3 x 10 = 90                         |
| CEMT Va           | 110,0 x 11,4                       | 4 x 4 x 13 = 208                        |
| CEMT VIa (Jowi)   | 135,0 x 17,0                       | 6 x 4 x 17 = 398                        |
| duwbak Europa IIa | 76,5 x 11,4                        | 4 x 4 x 10 = 160                        |

Tabel 3: Scheepsafmetingen en containercapaciteit

In tabel 4 zijn enkele kenmerken van de containervaart op de Rijn vermeld, die werden verkregen uit een in 1996, 2001 en 2006 gehouden enquêtes. Enkele zaken springen direct in het oog. Zo neemt de laadcapaciteit van het containerschip op de Rijn gestaag toe. Het gemiddelde schip is al groter dan klasse Va.

Omdat containerschepen gewoonlijk in een lijndienst varen, kunnen ze niet altijd wachten tot ze volledig beladen zijn. Gemiddeld wordt van 61% van de laadcapaciteit gebruik gemaakt oftewel een bezettingsgraad van 61%. Er is een sterke onbalans tussen de in de opvaart en in de afvaart vervoerde lading: richting Duitsland (opvaart) is anno 2006 56% van de containers beladen, richting zee 87% (afvaart).



Containerschip klasse VIa (Jowi-klasse), capaciteit 398 TEU



Ook het ladinggewicht van de geladen containers verschilt aanzienlijk in beide richtingen: in de afvaart zijn de containers veel zwaarder dan in de opvaart. De verklaring is simpel: grondstoffen gaan overwegend als massagoed naar Duitsland, dus niet in containers, de gereede producten worden per container via Rotterdam en andere zeehavens naar overzeese bestemmingen geëxporteerd.

In de tien jaar sinds 1996 steeg het aandeel 40 voets containers van 45% naar 66% en het aandeel high-cubes van 7% naar 31%. Palletbrede en 45-voets containers doen aarzeland hun intrede. Men verwacht dat deze ontwikkelingen zullen doorzetten.

| kenmerk                                 | 1996       | 2001       | 2006       |
|-----------------------------------------|------------|------------|------------|
| gemiddeld laadvermogen uit enquête      | 185 TEU    | 273 TEU    | 310 TEU    |
| gemiddeld aantal containers uit enquête | 122 TEU    | 165 TEU    | 188 TEU    |
| bezettingsgraad gemiddeld               | 66%        | 61%        | 61%        |
| aandeel beladen containers              | 73%        | 67%        | 70%        |
| - aandeel beladen containers opvaart    | 59%        | 49%        | 56%        |
| - aandeel beladen containers afvaart    | 88%        | 86%        | 87%        |
| gem. gewicht alle geladen containers *  | 12,4 t/TEU | 12,7 t/TEU | 11,4 t/TEU |
| - gem. gewicht geladen cont. opvaart *  | 12,1 t/TEU | 11,6 t/TEU | 10,6 t/TEU |
| - gem. gewicht geladen cont. afvaart *  | 13,7 t/TEU | 13,8 t/TEU | 12,4 t/TEU |
| aandeel 20 voets containers             | 55%        | 31%        | 32%        |
| aandeel 40 voets containers             | 45%        | 68%        | 66%        |
| aandeel 45 voets containers             | 0%         | 1%         | 2%         |
| aandeel high-cube containers            | 7%         | 18%        | 31%        |
| aandeel pallet-wide containers          | 0%         | 0%         | 3%         |

\* incl. gewicht lege container; percentages hebben betrekking op het aandeel in TEU

Tabel 4: Enkele kenmerken van het containervervoer over de Rijn

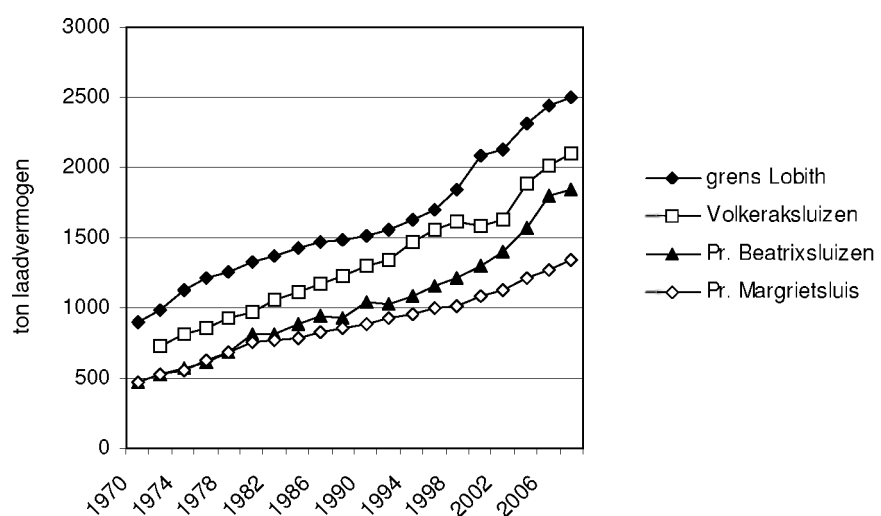
Een standaard 20 voets container weegt 2,08 ton en een 40 voeter 3,15 ton. Het gewicht van de lege container is dus gemiddeld 2,9 ton/TEU, zodat het gewicht van de containerlading gemiddeld uitkwam op 8,5 ton/TEU. Het gemiddelde containerschip uit de enquête van 2006, beladen met 188 TEU, vervoerde dus per reis  $188 \times 8,5 \times 0,7 = 1120$  ton nuttige lading. Daarbij komt  $188 \times 2,9 = 545$  ton aan gewicht van de containers zelf, totaal 1665 ton. De container is voor de verlader verpakking, voor het schip is het een deel van het te vervoeren gewicht. Tabel 4 toont onomstotelijk aan, dat de binnenvaart niet hoofdzakelijk met lege containers vaart, zoals een hardnekkige mythe wil. Integendeel, een meerderheid van de containers (70%) is beladen. Ook is het niet zo dat containers alleen over grote afstanden gevaren worden; er is inmiddels een aanzienlijk binnenlands vervoer. De nieuwste terminal is die in Alphen aan de Rijn.



Containerterminal Alphen aan de Rijn, geopend 1 oktober 2010

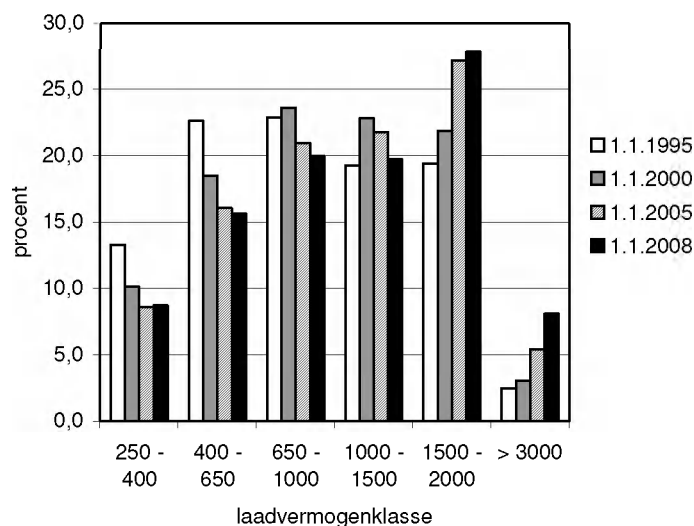
### 3.7 Schaalvergroting

In de binnenvaart is een ontwikkelingen naar steeds grotere schepen te zien. Figuur 3 toont, dat de gemiddelde grootte van de passerende schepen bij een drietal sluizen jaar na jaar groeiende is. De Volkeraksluizen liggen in de Schelde-Rijnverbinding, een klasse VI-vaarweg, de Prinses Beatrixsluizen in het Lekkanaal, een klasse V-vaarweg, de Prinses Margrietsluizen in het gelijknamige klasse IV-kanaal en Lobith ligt aan de Rijn. Opvallend is het nagenoeg permanent stijgende verloop van de lijnen voor alle vaarwegklassen: tussen 1970 en 2005 steeg de gemiddelde scheepsgrootte in alle gevallen met een factor van ongeveer 2,5.



Figuur 3: Gemiddelde scheepsgrootte

De stijging is alleen mogelijk, doordat de schepen steeds groter worden. Hieraan liggen twee tegengestelde bewegingen ten grondslag: het aantal schepen van de actieve vloot onder Nederlandse vlag daalt gestaag, terwijl het totale laadvermogen deze ontwikkeling niet volgt, althans niet in dezelfde mate. Het zijn vooral de schepen met een tonnage van minder dan 1500 ton, die verdwijnen (figuur 4). Tezelfdertijd neemt het aantal grote schepen van de klassen V en VI toe. Ter onderbouwing: van de 112 vrachtschepen, die in 2007 aan de West-Europese vloot toegevoegd zijn, bedroeg de gemiddelde tonnage 3405 ton. Dat komt overeen met een klasse Va-schip van 110 x 11,45 x 3,65 m. Van die 112 schepen heeft 32% een tonnage van minder dan 3000 ton, 47% behoort tot de klasse 3000 tot 4000 ton en 21% is groter dan 4000 ton. Het grootste schip in 2010 is een tanker van 16000 ton laadvermogen met afmetingen van 150 x 22,8 x 4,0 m. Het merendeel van de nieuwbouw vaart onder Nederlandse vlag. Deze schaalvergroting zal ongetwijfeld geruime tijd doorgaan.



Figuur 4: Samenstelling Nederlandse actieve vloot

Tezelfdertijd is er een trend naar meer gespecialiseerde schepen, dat wil zeggen schepen geschikt voor één bijzonder soort lading. Denk aan eetbare oliën, cement, vloeibaar gas, rollende lading, palletvervoer, enzovoorts. Het nadeel is, dat dergelijke schepen in de regel zeer prijzig zijn, alleen die ene soort lading kunnen vervoeren en zelden of nooit retourvracht hebben. Een speciale categorie is die van de schepen voor het vervoer van gevaarlijke stoffen, die verplicht zijn één, twee of drie kegels te voeren. In de regel duidt men dergelijke schepen aan als kegelschepen. Voor dergelijke stoffen is een dubbelwandige romp vereist in verband met de veiligheid bij aanvaring. Vooruitlopend op strengere voorschriften is de Nederlandse tankvloot merendeels op dubbelwandige schepen over gegaan.

| CEMT-klasse | type            | breedte (m) | lengte (m) | diepgang (m) |      | laadverm. (ton) | motorverm. (kW) |
|-------------|-----------------|-------------|------------|--------------|------|-----------------|-----------------|
|             |                 |             |            | geladen      | leeg |                 |                 |
| I           | Spits           | 5,05        | 38,5       | 2,5          | 1,2  | 365             | 170             |
| II          | Kempenaar       | 6,6         | 50 - 55    | 2,6          | 1,4  | 550 - 615       | 240 - 300       |
| III         | Dortmund-Eems   | 8,2         | 67 - 85    | 2,7          | 1,5  | 910 - 1250      | 490 - 640       |
| IV          | Rijn-Herne      | 9,5         | 80 - 105   | 3,0          | 1,6  | 1370 - 2050     | 750 - 1070      |
| Va          | Groot Rijnschip | 11,4        | 110 - 135  | 3,5          | 1,8  | 3000 - 3750     | 1375 - 1745     |
| Vla         | Rijnmax         | 17,0        | 135        | 4,0          | 2,0  | 6000            | 2400            |

Tabel 5: Kenmerken van maatgevende motorvrachtschepen

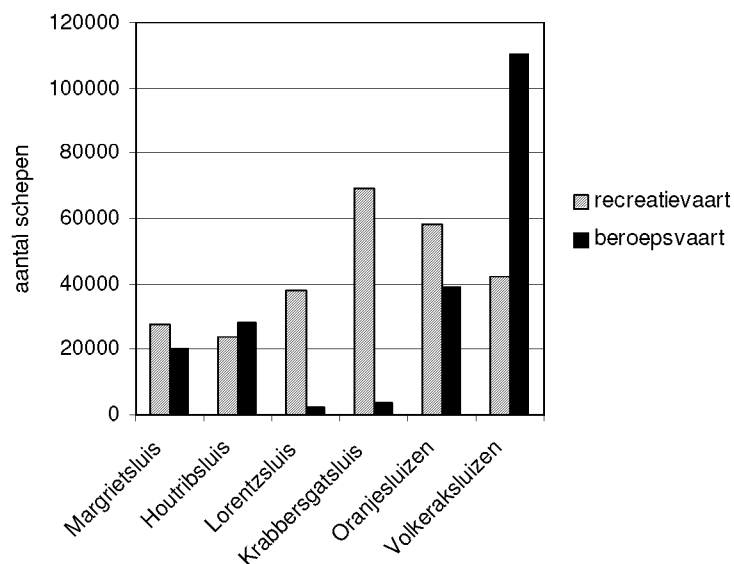
Schaalvergroting kan in principe op twee manieren tot stand komen: door schepen te vergroten of grotere schepen. Het eerste is op vrij grote schaal gebeurd door schepen van klasse III en IV te verlengen. Het is relatief eenvoudig een nieuwe ruimsectie te plaatsen. Het schip heeft dan een breedte passend bij bijvoorbeeld klasse III en een lengte passend bij klasse IV. De CEMT-classificatie is daardoor niet langer toereikend voor de Nederlandse situatie. Op basis van een analyse van de Nederlandse actieve vloot zijn de tabellen 5 en 6 tot stand gekomen. Uitgangspunt voor de bepaling van de maatgevende diepgang in tabel 5 is: de gemiddelde maximale diepgang van de voor de betreffende vaarweg maatgevende, dus grootste schepen. De maximale diepgang van de schepen is circa 0,2 m meer. Geladen schepen varen namelijk lang niet altijd volledig afgeladen vanwege diepgangsbepalingen op vaarroutes elders, het vervoer van goederen met een laag volumegewicht of een partijgrootte die kleiner is dan het laadvermogen van het schip. Tabel 6 geeft de klassekenmerken. Deze hebben betrekking op alle schepen in de betreffende klasse, dus niet alleen de maatgevende schepen. De strijkhogte is gedefinieerd als de hoogte, die door 90% van de lege schepen in een bepaalde klasse wordt onderschreden.

| CEMT-klasse | strijkhogte 90% (m) | gemiddeld motorvermogen (kW) | gem. boegschroef vermogen (kW) |
|-------------|---------------------|------------------------------|--------------------------------|
| I           | 4,65                | 175                          | 100                            |
| II          | 5,8                 | 250                          | 130                            |
| III         | 6,3                 | 435                          | 160 - 210                      |
| IV          | 6,7                 | 690                          | 250                            |
| Va          | 7,1                 | 1425                         | 435 - 705                      |
| Vla         | 10,0                | 2015                         | 1135                           |

Tabel 6: Klassekenmerken van motorvrachtschepen

### 3.8 Recreatievaart

Recreatie- of pleziervaart is er altijd geweest. Maar het spelevaren was lange tijd alleen voor de gegoeden weggelegd en bleef daarom beperkt van omvang. Met de naoorlogse toename van de welvaart nam ook de recreatievaart sterk toe, vooral in en na de jaren zestig en zeventig van de vorige eeuw. Thans is de recreatievaart niet alleen van groot economisch belang, in het recreatieseizoen vormen de pleziervaarders een niet te verwaarlozen groep verkeersdeelnemers. Figuur 5 laat zien dat bij sommige sluizen het aantal recreatievaartuigen het aantal beroepsvaarders ver overtreft.



Figuur 5: Aantal recreatie- en beroepsvaarders in 2007

Naast het hoofdvaarwegennet bestaat een netwerk voor de recreatietoervaart. In juli 2000 bracht de Stichting Recreatietoervaart Nederland de nota Beleidsvisie Recreatietoervaart Nederland uit, ook bekend als BRTN 2000. Het doel van de BRTN is samenhang te brengen in het Nederlandse toervaartnet, zowel wat afmetingen als bedieningstijden van bruggen en sluizen betreft. De nota richt zich op de toervaart, dat wil zeggen zeil- en motorboten, waarop een vaste accommodatie aanwezig is, zodat aan boord overnacht kan worden en meerdaagse tochten mogelijk zijn. Praktisch gesproken gaat het om kajuitboten met een lengte vanaf ca. 6 m, die voorzien zijn van een motor. De samenstellers van de BRTN hebben een classificatie voor de vaarwateren opgesteld, gekoppeld aan een normering voor diepgang en hoogte, omdat er in feite geen standaardtypen zijn in de recreatievaart. In het BRTN zijn de volgende vaarwegklassen aangegeven:



- verbindingswateren: verbinden de grote vaargebieden (A)
- ontsluitingswateren: ontsluiten de afzonderlijke vaargebieden (B, C en D)

B, C en D geven verschillende gradaties aan. Per klasse is een onderscheid gemaakt naar wateren die voor zeil- en motorboten toegankelijk zijn (ZM) en wateren die uitsluitend voor motorboten of zeilboten met gestreken mast toegankelijk zijn (M).

| ZM-route          |   | lengte | breedte | diepgang | boot- en brughoogte |            |
|-------------------|---|--------|---------|----------|---------------------|------------|
| verbindingswater  | A | 15,0   | 4,5     | 2,10     | 30,0                |            |
| ontsluitingswater | B | 15,0   | 4,5     | 1,90     | 30,0                |            |
| M-route           |   | lengte | breedte | diepgang | boothoogte          | brughoogte |
| verbindingswater  | A | 15,0   | 4,5     | 1,50     | 3,40                | 3,75       |
| ontsluitingswater | B | 15,0   | 4,5     | 1,50     | 2,75                | 3,00       |
|                   | C | 14,0   | 4,25    | 1,40     | 2,75                | 3,00       |
|                   | D | 12,0   | 3,75    | 1,10     | 2,40                | 2,60       |

Tabel 7: Maatgevende bootafmetingen (m) voor (Z)M-routes volgens de BRTN 2000

Voor M-routes is eveneens de brughoogte vermeld inclusief een veiligheidsmarge, de zogenaamde schrikhoogte. Het overgrote deel van de boten, 80 à 90%, valt binnen de in tabel 7 vermelde waarden. Omdat de gemiddelde afmetingen van de recreatievloot groeiende zijn, wordt aanbevolen de maatgevende afmetingen uit tabel 7 als absoluut minimum aan te houden. Waar grotere afmetingen zijn toelaten dan de vermelde maatgevende scheepsafmetingen, geldt het principe 'houden wat je hebt'.

De Economische Commissie voor Europa van de Verenigde Naties heeft in 2004 maten voor een Europees net van vaarwegen voor de recreatievaart opgesteld. Deze zijn vermeld in tabel 8. Ze wijken enigszins af van de BRTN. Het is dus goed er alvast rekening mee te houden, vooral wat brughoogten betreft.

| type schip      | cate-<br>gorie | lengte | breedte | diep-<br>gang | brug-<br>hoogte |
|-----------------|----------------|--------|---------|---------------|-----------------|
| open boot       | RA             | 5,5    | 2,0     | 0,50          | 2,00            |
| kajuitboot      | RB             | 9,5    | 3,0     | 1,00          | 3,25            |
| motorjacht      | RC             | 15,0   | 4,0     | 1,50          | 4,00            |
| groot zeiljacht | RD             | 15,0   | 4,0     | 2,10          | 30,00           |

Tabel 8: Maatgevende bootafmetingen (m) volgens de ECE 2004

Een bijzondere categorie recreatievaart is de chartervaart: voormalige, zeilende beroepsvaartuigen die verhuurd worden om al dan niet met een beroepsbemanning te zeilen met betalende passagiers. De veelal gebruikte naam bruine vloot verwijst naar de getaande bruine zeilen. De chartervaart moet beschouwd worden als beroepsvaart met recreanten en niet als recreatievaart. De chartervaart is vooral actief op groot vaarwater, zoals de Waddenzee, het IJsselmeer en het Deltagebied. In tabel 9 is klasse BVA maatgevend voor grootscheeps open vaarwater. De klasse BVB vertegenwoordigt de charterschepen met uitzondering van de grootste schepen en geldt als maatgevend voor beschut water. De breedte is de maat van de romp inclusief zwaarden. Voor de zwaarden is ter weerszijden 0,25 m bij de breedte van de romp geteld, dus 0,5 m in totaal.

| klasse | lengte | breedte incl. zwaarden | diepgang | boot- en brughoogte |
|--------|--------|------------------------|----------|---------------------|
| BVA    | 35,0   | 7,0                    | 1,4      | 30,0                |
| BVB    | 25,0   | 6,0                    | 1,2      | 30,0                |

Tabel 9: Maatgevende afmetingen (m) van charterschepen



*Motorkruiser op de Vecht, een AZM-route*

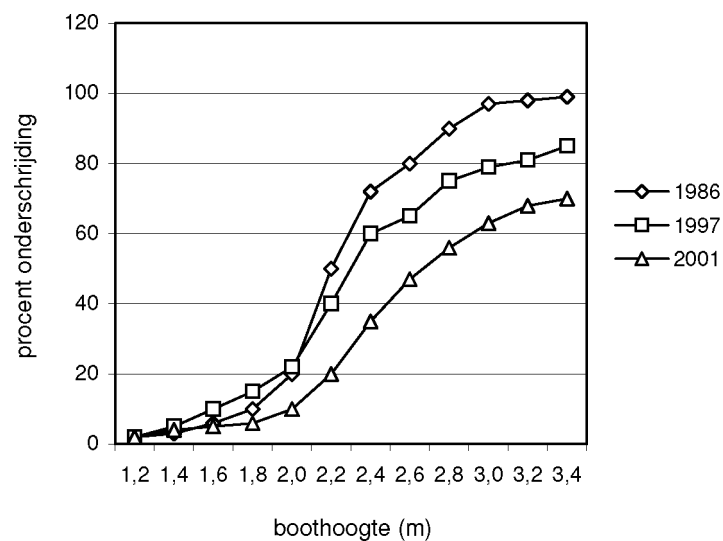
Naast recreatietoervaart en chartervaart is er een categorie kleine watersport, zoals roeien, kanovaren, surfen en dergelijke. Deze houden over het algemeen verblijf op een meer of plas of in de directe omgeving van de jachthaven. Doorgaans vinden op vaarwegen voor de kleine watersport ook andere vormen van waterrecreatie plaats, zoals zwemmen, vissen of schaatsen. Het verdient aanbeveling bij de dimensionering van kleine waterwegen, ook als er geen beroeps- of recreatietoervaart op te verwachten is, rekening te houden met de gebruikseisen van de kleine watersport. Tabel 10 geeft maten voor diepte van de vaarweg, breedte en hoogte van de bruggen. Het Watersportberaad heeft medio 2001 een beleidsvisie gepresenteerd, waarin wordt gepleit voor een nationaal netwerk voor de kleine watersport.

| diepte<br>vaarweg | omschrijving gebruik                                                                                  |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0,5               | voor kanovaren en toerroeien slechts over zeer korte trajecten acceptabel                             |
| 0,8               | technisch bevaarbaar voor zeilplanken                                                                 |
| 1,0               | minimale diepte voor kanovaren en toerroeien en vanwege dichtgroei met waterplanten                   |
| 1,25              | minimum diepte voor klein baggermaterieel                                                             |
| brug-<br>breedte  | omschrijving gebruik                                                                                  |
| 1,5               | minimale maat voor kano's                                                                             |
| 2,5               | normale breedte voor kanovaren en schaatsen, minimale breedte voor roeiboten en klein baggermaterieel |
| 3,0               | minimale maat voor plankzeilers                                                                       |
| 4,0               | krap profiel voor toerroeien                                                                          |
| 6,0               | normaal profiel voor toerroeien en plankzeilen                                                        |
| brug-<br>hoogte   | omschrijving gebruik                                                                                  |
| 1,0               | minimummaat voor kanovaren en roeien                                                                  |
| 1,25              | minimale hoogte voor klein baggermaterieel, roeien en kanovaren                                       |
| 1,5               | minimum hoogte voor schaatsroutes                                                                     |
| 1,75              | normale hoogte voor sloepen, roeien en kanovaren                                                      |
| 2,0               | aanbevolen hoogte voor grote schaatstochten                                                           |

Tabel 10: Vaarwegmaten (m) voor de kleine watersport

Ook de recreatievloot groeit in afmetingen. Vooral de hoogte is van belang, want dat bepaalt het aantal malen, dat bruggen geopend moeten worden. Figuur 6 laat de resultaten zien van metingen, die zijn uitgevoerd bij Terherne, een plaatsje aan het Sneek-

ermeer in het hart van het Friese watersportgebied. Nagenoeg 100% percent van de motorboten had in 1986 een hoogte van minder dan 3,4 m, waarvoor een brughoogte van 3,75 m nodig is. In 2001 was dat nog maar 70% en was dus 30% van de motorboten hoger dan 3,4 m. Voor zeilboten is het verband bij Terherne minder eenduidig. Het kan zijn, dat grote boten meer naar groot vaarwater trekken, maar het kan ook zijn dat er meer kleine (huur)zeilboten passeren. Figuur 6 laat zien, dat de effecten van schaalvergroting zich zelfs op korte termijn kunnen manifesteren.



Figuur 6: Onderschrijdingskrommen voor boothoogte bij Terherne

### 3.9 Binnenschepen samengevat

De beschrijving van de ontwikkeling van het binnenvaartschip liet de volgende hoofdpunten zien:

- het binnenschip is het meest geëigend voor massavervoer
- containervervoer is thans ook massavervoer
- het binnenschip is door komst van de motor en radar een uiterst efficiënt vervoermiddel geworden
- de gemiddelde scheepsgrootte is in de loop der jaren sterk gegroeid; het einde van deze ontwikkeling is niet in zicht
- door schaalvergroting past de CEMT-tabel niet meer op de Nederlandse situatie
- recreatievaart is op veel vaarwegen een belangrijke verkeersdeelnemer
- ook recreatievaartuigen groeien in afmetingen, vooral in de hoogte

## 4 Publicaties en websites

C. Hadfield: *World canals: inland navigation, past and present*, Londen 1986

A. van der Woud: *Het lege land, de ruimtelijke ordening van Nederland 1798-1848*, Amsterdam 1987

F.R. Looimeijer: *Een eeuw nederlandse binnenvaart*, Drachten/Leeuwarden 1988

International Navigation Association (PIANC): *Standardization of Inland Waterway's Dimensions*, Brussel 1990

European Conference of Ministers of Transport (ECMT): *New Classification of Inland Waterways, CEMT/CM(92)6 Final*, Parijs 1992

European Union (EU): *Council decision of 29-10-1993 on the creation of a trans-European inland waterway network*, Brussel 1993

R. Filarski: *Kanalen van de Koning-Koopman, goederenvervoer, binnenscheepvaart en kanalenbouw in Nederland en België in de eerste helft van de negentiende eeuw*, Leiden 1995

Economic Commission for Europe, Inland Transport Committee: *European Agreement on Main Inland Waterways of International Importance (AGN)*, ECE/TRANS/120, Genève 1996

A. Bosch en W. van der Ham: *Twee eeuwen Rijkswaterstaat 1798-1998*, Zaltbommel 1998

PIANC: *Standards for the use of inland waterways by recreational craft*, Brussel 2000

Rijkswaterstaat Adviesdienst Verkeer en Vervoer: *Classificatie en kenmerken van de Europese vloot en de actieve vloot in Nederland*, Rotterdam 2002

Centraal Bureau voor de Rijn- en Binnenvaart: *Rivers of the world, binnenvaart op wereldschaal*, Rotterdam 2004

Rijkswaterstaat Adviesdienst Verkeer en Vervoer: *Richtlijnen Vaarwegen*, Rotterdam 2005

J.U. Brolsma: *Havens, kranen, dokken en veren, de Gemeentelijke Handelsinrichtingen en het Havenbedrijf der Gemeente Rotterdam 1882-2007*, Utrecht 2006

Rijkswaterstaat Denst Verkeer en Scheepvaart: *Richtlijnen Scheepvaarttekens*, Delft 2008

Stichting Recreatietoervaart Nederland: *Beleidsvisie Recreatie Toervaart Nederland 2008-2013*, Driebergen 2008

Rijkswaterstaat Denst Verkeer en Scheepvaart: *Scheepvaartinformatie Hoofdvaarwegen, editie 2009*, Delft 2009





*Zomerse drukte in  
de Oranjesluizen  
bij Amsterdam*

## Websites

Rijkswaterstaat:

[www.rijkswaterstaat.nl](http://www.rijkswaterstaat.nl)

Berichten aan de Scheepvaart:

[www.infocentrum-binnenwateren.nl](http://www.infocentrum-binnenwateren.nl)

Bureau Voorlichting Binnenvaart:

[www.inlandshipping.com](http://www.inlandshipping.com)

Vereniging De Binnenvaart:

[www.debinnenvaart.nl](http://www.debinnenvaart.nl)

International Navigation Association (PIANC):

[www.pianc.nl](http://www.pianc.nl)

Centrale Commissie voor de Rijnvaart (CCR):

[www.ccr-zkr.org](http://www.ccr-zkr.org)

Inland Navigation Europe (INE):

[www.inlandnavigation.org](http://www.inlandnavigation.org)

beroepsbinnenvaart:

[www.vaart.nl](http://www.vaart.nl)

recreatievaart en watersport:

[www.watersport.nl](http://www.watersport.nl)

zoekpagina binnenschepen:

[www.vlootschouw.nl](http://www.vlootschouw.nl)