

Oude stroomsnelheidsmetingen in de Rijntakken



ANNIKA W. HESSELINK

'Verbaal van de proeven omtrent de snelheden der Boven-Rivieren, genoomen in de hierna gemelde Peilraaijen van de Oppervlakte tot op den Bodem der rivier, ten einde daar uit de gemiddelde snelheden te vinden, en door middel van deezen mitgaders van de vlakken Inhoud der Profilen de respective capaciteiten van gemelde Boven Rivieren te bepalen' (Brunings, 1790).

De grote rivieren waren in de 18e eeuw in slechte staat: de afvoercapaciteit was te klein, de dijken waren slecht onderhouden, de afvoerdeling van Rijn en Maas over de zijtakken was niet stabiel en er waren te weinig riviermondingen. Dit resulteerde in vele overstromingen. Om de veiligheid in het rivierengebied te vergroten werden in de 18e eeuw deze onvolkomenheden onderzocht. In 1730 werd een van de eerste stroomsnelheidsmetingen uitgevoerd, om de afvoer van de Maas en de Waal te bepalen. Dit werd opnieuw gedaan in de Rijntakken in 1790 en 1792. Aan de hand van deze gegevens werd het beleid ten aanzien van de grote rivieren vastgesteld en hoopte men de slechte toestand van de rivieren te verbeteren.

In de loop van de 17e eeuw ging de Waal steeds meer water trekken. Aan het eind van de 17e eeuw voerde de Waal zelfs meer dan 90% van de totale Rijnafvoer af (Van de

Ven, 1976). Als gevolg hiervan verzandden de Nederrijn en IJssel en nam de afvoercapaciteit af. Om de afvoerdeling te verbeteren werd in 1707 het Pannerdensch Kanaal gegraven. In 1771 werd besloten dat de Waal voortaan 2/3 van het Rijnwater moest afvoeren, de Nederrijn 2/9 en de IJssel 1/9. Om de afvoerdeling aan het eind van de 18e eeuw te controleren ontwikkelde waterstaatsingenieur Christiaan Brunings (1736-1805) in 1786 een stroomsnelheidsmeter¹.

BRUNINGS' STROOMSNELHEIDSMETER

Brunings' stroomsnelheidsmeter bestond uit een vierkante plaat (6 bij 6 Rhijnlandse duim, dit is 16 bij 16 cm), die op verschillende dieptes in de rivier werd geplaatst². De plaat was via katrollen verbonden met een balans. Door de kracht van het water werd de plaat naar achteren geduwd en sloeg de balans uit: hoe hoger de stroom-



De Pannerdenschekop.

snelheid, hoe groter de uitslag van de balans. De wrijving van de balans en de krollen kan verwaarloosd worden (Hesselink, 2002). Van de stroomsnelheidsmeter, die in 1790 en 1792 is gebruikt, zijn, behalve de gedetailleerde bouwtekeningen en beschrijvingen ook de meetmethoden en de oorspronkelijke meetgegevens bewaard gebleven. Bij het onderzoek naar het riviersysteem is gebruik gemaakt van deze bronnen om de nauwkeurigheid van de stroomsnelheidsmeter te bepalen en de afvoerdeling van de Rijntakken aan het eind van de 18e eeuw te kwantificeren en hiermee de invloed van de mens op de afvoerdeling van de Rijntakken te reconstrueren. Geconcludeerd is, dat de stroomsnelheden geme-

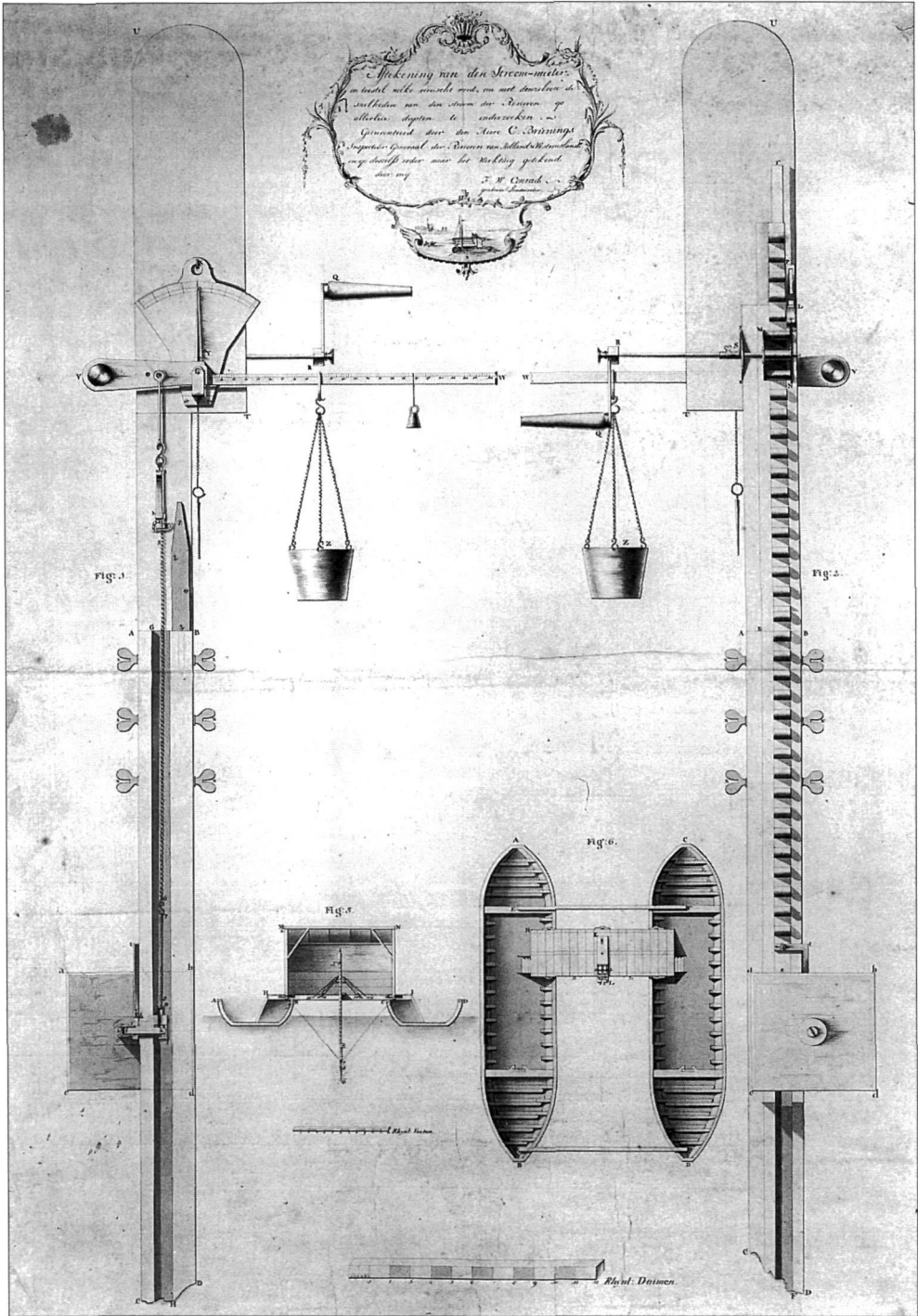
ten met dit instrument realistisch zijn en gebruikt kunnen worden om de verandering van de afvoerdeling als gevolg van menselijke ingrepen in het riviersysteem te kwantificeren (Hesselink, 2002).

Brunings mat de stroomsnelheid in verschillende profielen net stroomop- en stroomafwaarts van de Pannerdenschekop en IJsselkop. Ieder profiel bestond uit meerdere verticalen. Per verticaal werd om de 6 Rhijnlandsche duim (om de 16 cm) een meting uitgevoerd. De gemeten stroomsnelheden werden genoteerd in tabellen, waarna de afvoer per profiel werd berekend³. De stroomsnelheid in de Rijntakken tijdens

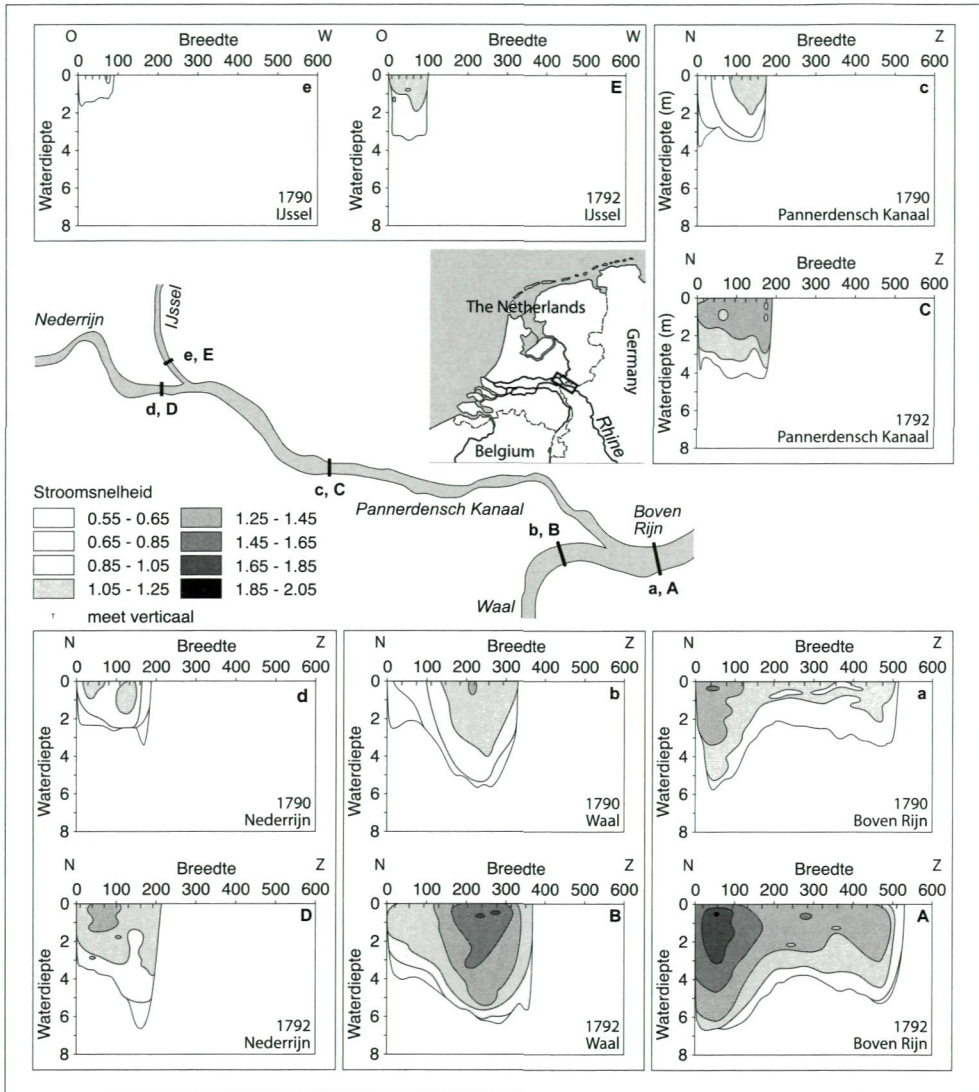
Voorbeeld van het meetresultaat van Brunings.

Proef N:o 77 77 vreden 's 1/2 voet uit den millingschen Over. of 9 vreden 's 3/4 voet van de Afdiende diepten der Rivier 7 voet.

<i>Getal der proeven.</i>	<i>Stavoommet. beneden de oppervlakte.</i>	<i>Verdeelung op den Winsten</i>	<i>Corresp. Snelheid</i>
1	6	9	25,6744
2	12	9	25,6744
3	18	8	24,2064
4	24	8	24,2064
5	30	8	24,2064
6	36	8	24,2064
7	42	8	24,2064
8	48	8	24,2064
9	54	8	24,2064
10	60	7	22,6385
11	66	7	22,6385
12	72	6	20,9580
<i>Gemiddelde Snelheid</i>			<i>23,9738</i>



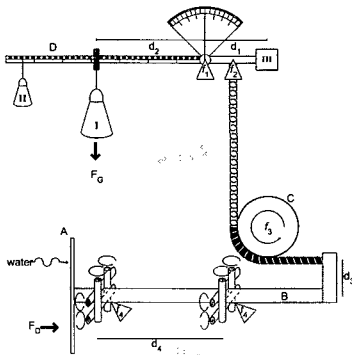
De stroomsnelheidsmeter van Brunings zoals getekend door Conrads (1796).



Locatie van de stroommetingen en de stroomsnelheid in de verschillende Rijntakken.

Afvoerdividing van de Rijntakken in procenten ten opzichte van de totale Rijnafvoer.

Afvoerdividing	Boven Rijn	Waal	Nederrijn	IJssel
1771 (voorgesteld)	100	67	22	11
1790	100	69	23	5
1792	100	71	26	8



- A plaat
 B staaf met
 C katrol
 D schaal van de balans
- f_1 wrijving van de as van de balans
 f_2 wrijving tussen ketting en balans
 f_3 wrijving van de katrol
 f_4 wrijving tussen de lagers
- d_1 lengte van de rechter arm van de balans
 d_2 lengte van de linker arm van de balans
 d_3 afstand tussen het geteerde touw en het middelpunt van staaf B
 d_4 afstand tussen de lagers
- I gewicht dat de kracht van de stroming balanseerd
 II gewicht dat het gewicht van de ketting balanseerd
 III gewicht dat het gewicht van de balans balanseerd
- F_0 gravitational drag force

Schematische tekening van Brunings' stroomsnelheidsmeter.

de meetperiode in 1790 en 1792 is afgebeeld in bovenstaande figuur. De stroomsnelheden in 1792 zijn ongeveer 30 % groter dan in 1790, omdat in 1790 is gemeten tijdens laag water en in 1792 tijdens hoogwater. In 1790 voerde de Bovenrijn 1745 m³/s af en in 1792 bijna twee keer zo veel (3370 m³/s). Uit de resultaten blijkt dat de afvoerverdeling in 1790 en 1792 vrijwel overeenkomt met de geplande afvoerverdeling in 1771.

Samenvattend kunnen we stellen dat de grootste ingreep in het riviersysteem, het graven van het Pannerdensch Kanaal (1707) tot een goed resultaat leidde. Dit resulteerde in een afname van de Waalafvoer van 90% tot 70 % van de totale Rijnafoer, een toename van de Nederrijn afvoer van 5% tot 24%, en een toename van de IJsselafvoer van 5% tot 6%. Hieruit blijkt dat de 18e eeuwse rivierverbeteringen effectief waren. De nieuwe afvoerverdeling was bijna gelijk aan de

gewenste afvoerverdeling die werd vastgesteld in de 18e eeuw: Waal 67%, Nederrijn 22% en IJssel 11% van de totale Rijnafoer.

18TH CENTURY STREAM VELOCITY MEASUREMENTS IN THE RHINE

Flow velocity measurements were carried out in the Rhine distributaries in 1790 and 1792 to determine the new discharge distribution after digging the Pannerdensch Canal. The measured flow velocities are realistic and show a decrease of Waal discharge from 90% in the 17th century to 70% of the total Rhine discharge in 1792, which is approximately equivalent to the desired discharge capacity. Thus, the 18th century river works were effective.

NOTEN

- 1 ARA, 2.16.06, inv. nr. 151. Beschrijving van het werktuig tot het meten der snelheden van stroomende rivieren op allerlei diepten, mitsgaders van de wyze, waar op de proeven met denzelven genomen zyn.
- 2 ARA, VTHR, 137. Aftekening van den stroommeter tot het neemen der proeven wegens de snelheid van den stroom.
- 3 ARA, 2.16.06, inv. nr. 54. Verbaal van de proeven omtrend de snelheden der Boven-Rivieren [...]. ARA, 2.16.06, inv. nr. 54. Proeven wegens de snelheden der Boven Rivieren.

LITERATUUR

- HESELINK, A.W. (2002). History makes a river. Morphological changes and human interference in the river Rhine, The Netherlands. Proefschrift Universiteit Utrecht, tevens verschenen als Nederlandse Geografische Studie 292.
- VAN DE VEN, G.P. (1976). Aan de wieg van Rijkswaterstaat. Wordingsgeschiedenis van het Pannerdensch Kanaal. Proefschrift Universiteit Nijmegen University, tevens verschenen als Gelderse Historische Reeks 8.