

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Band: 79 (1987)
Heft: 9

Artikel: Wasserkraftanlagen im Niederrhein und in der Maas
Autor: Brux, Günther
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-940663>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Wasserkraftanlagen im Niederrhein und in der Maas

Günther Brux

Wasserkraft ist eine der ältesten Energieformen der Menschen. Bauern im Mittleren Osten machten vermutlich 1000 Jahre vor Christi Geburt schon Gebrauch von Wassermühlen zur Landbewässerung. Im Römischen Reich wurde Wasserkraft für die Landwirtschaft, den Bergbau, für Sägewerke und in der Marmorindustrie gebraucht. Kaiser *Vespasian* (69–79 n. Chr.) verbot die Wassermühlen, um Arbeitsplätze zu erhalten und Niedriglöhner vor Arbeitslosigkeit zu bewahren. In England kam im Jahr 1086 eine Wassermühle auf 50 Haushalte. Erst im Jahre 1870 erzeugte man Elektrizität mit Wasserkraft.

Bis heute sind in den Niederlanden nur zwei bedeutende Wasserkraftwerke an Flüssen errichtet worden (Bild 1): 1926 bis 1974 dasjenige von *Roermond* mit zwei Turbinen (640 kW) an der Maas und 1962 bis 1974 die Staustufe *Hagestein* (1800 kW) am Niederrhein, deren Kaplan-Turbinen mit senkrechter Achse nach Renovierung 1984 wieder in Betrieb genommen wurden.

Die in den 70er Jahren gestiegenen Brennstoffkosten führten dazu, dass man sich der früheren Pläne für Wasserkraftanlagen wieder entsann. Die letzte Studie stammt aus dem Jahr 1968 und ergab noch einen höheren Strompreis als bei Wärmekraftwerken. Technische Fortschritte beim Turbinenbetrieb bei geringen Wasserständen und -schwankungen machten den Bau von Wasserkraftanlagen in den Niederlanden wirtschaftlich, zumal Stau- und Wehranlagen wegen des Hochwasserschutzes vielenorts vorhanden sind und die Fallhöhe grosser Wassermassen nur noch genutzt zu werden braucht. So nutzt Belgien das Wasser der Maas (Bild 1) nach Inbetriebnahme der Kraftwerke *Ardenne* (9,5 MW) und *Lixhe* (22 MW) im Jahr 1980 heute jährlich mit insgesamt rund 300 GWh (70 MW) und die Niederlande künftig mit 106 GWh (23 MW), und zwar durch die Werke *Linne* (11 MW) und *Alphen* (12 MW); zusammen mit den beiden Werken am Niederrhein (Bild 1) – *Hagestein* (2 MW) und *Maurik* (10 MW) – werden die Niederlande ab 1990 über eine Jahreserzeugung von 143 GWh (35 MW) aus Wasserkraft verfügen (Tabelle 1), was einem Brennwert von jährlich 42 Mio m³ Erdgas oder 45 Mio kg Steinkohle entspricht. Im Vergleich dazu leisteten im Jahre 1985 die nie-

Tabelle 1. Neue Wasserkraftwerke in den Niederlanden.

Ort	Fluss	Betreiber	Inbetriebnahme	Arbeitsvermögen MW	Nettojahresleistung GWh
Hagestein	Niederrhein	RWS/PGEM	1962	2	5
Maurik	Nieder-Amerongenrhein	PGEM	1988	10	32
Linne Roermond	Maas	PLEM	1989	11	52
Alphen Liehr	Maas	PGEM	1990	12	54
Total				35	143

RWS = Reichswasserstrassenverwaltung
 PGEM = Energiegesellschaft der Provinz Geldern
 PLEM = Energiegesellschaft der Provinz Linne

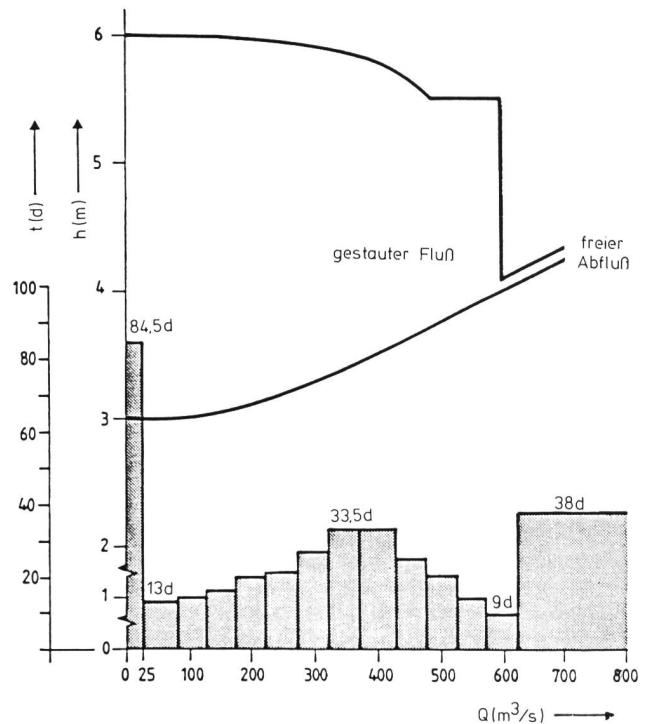


Bild 2. Verhältnis Abflussmenge Q zur Fallhöhe h des Wassers der Staustufe Amerongen bei gestautem und ungestautem Niederrhein.

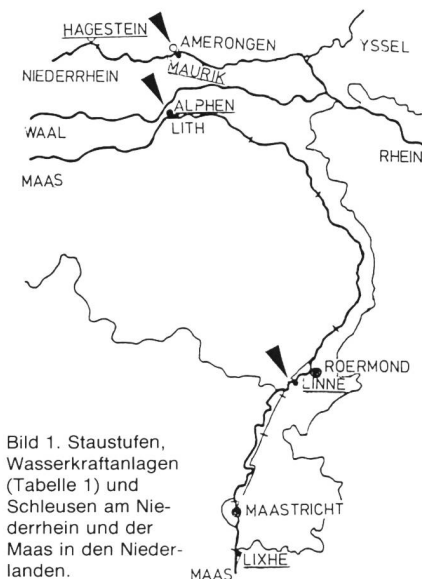


Bild 1. Staustufen, Wasserkraftanlagen (Tabelle 1) und Schleusen am Niederrhein und der Maas in den Niederlanden.

Bild 3. Baugrube für das Wasserkraftwerk Maurik, dahinter die Wehre.

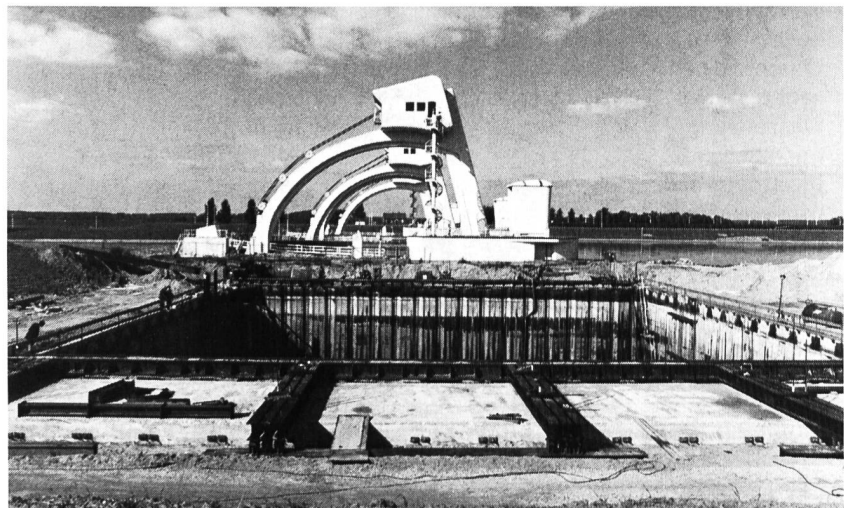


Tabelle 2. Berechnung der Jahresarbeitsleistung der Wasserkraftanlage Maurik in den Niederlanden.

$$E = Q \cdot a \cdot h \cdot 9,81 \cdot \eta \cdot t \cdot 24 \cdot 10^{-6} \text{ [GWh]}$$

Nettojahresarbeitsleistung = 34,546 · 0,94 = 32 GWh

Abfluß- menge	Turbinen				Arbeits- vermögen (brutto)	Tage je Jahr	Arbeits- leistung (brutto)
	An- zahl	Fall- höhe	Wirkungs- grad				
Q	Q'	a	h	η	A	t	E
m ³ /s	m ³ /s	n	m	%	MW	d	GWh
25	25	1	3,04	91,2	0,680	84,5	1,379
75	37,5	2	3,03	93,5	2,084	13	0,650
125	41,65	3	2,98	93,9	3,431	14	1,153
175	43,75	4	2,92	94,0	4,712	16	1,810
225	56,25	4	2,85	94,0	5,913	19	2,696
275	68,75	4	2,73	93,2	6,864	20,5	3,377
325	81,25	4	2,56	91,6	7,476	26,5	4,755
375	93,75	4	2,36	88,9	7,718	33,5	6,205
425	100	4	2,20	85,9	7,416	33	5,873
475	94,5	4	1,74	81,3	5,246	24,5	3,084
525	91	4	1,63	80,4	4,680	19,5	2,190
575	87	4	1,51	79,3	4,088	14	1,374
625	-	-	-	-	-	9	-
>650	-	-	-	-	-	38	-
						365	34,546



Bild 4. Strom aus dem Strom – Wasserkraftanlage Maurik am Niederrhein.

Bild 5. Längsschnitt und Ansicht vom Oberwasser des Wasserkraftwerks Maurik.

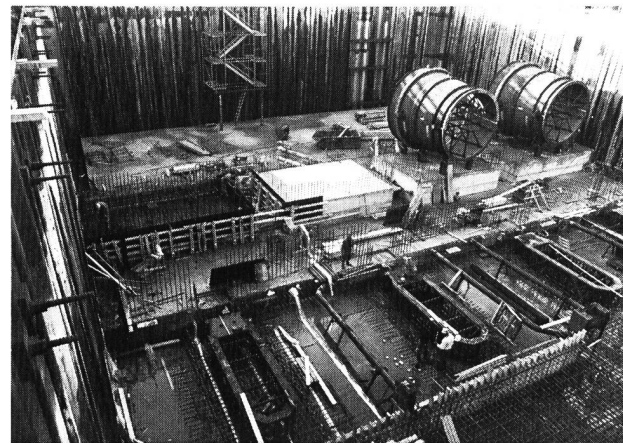
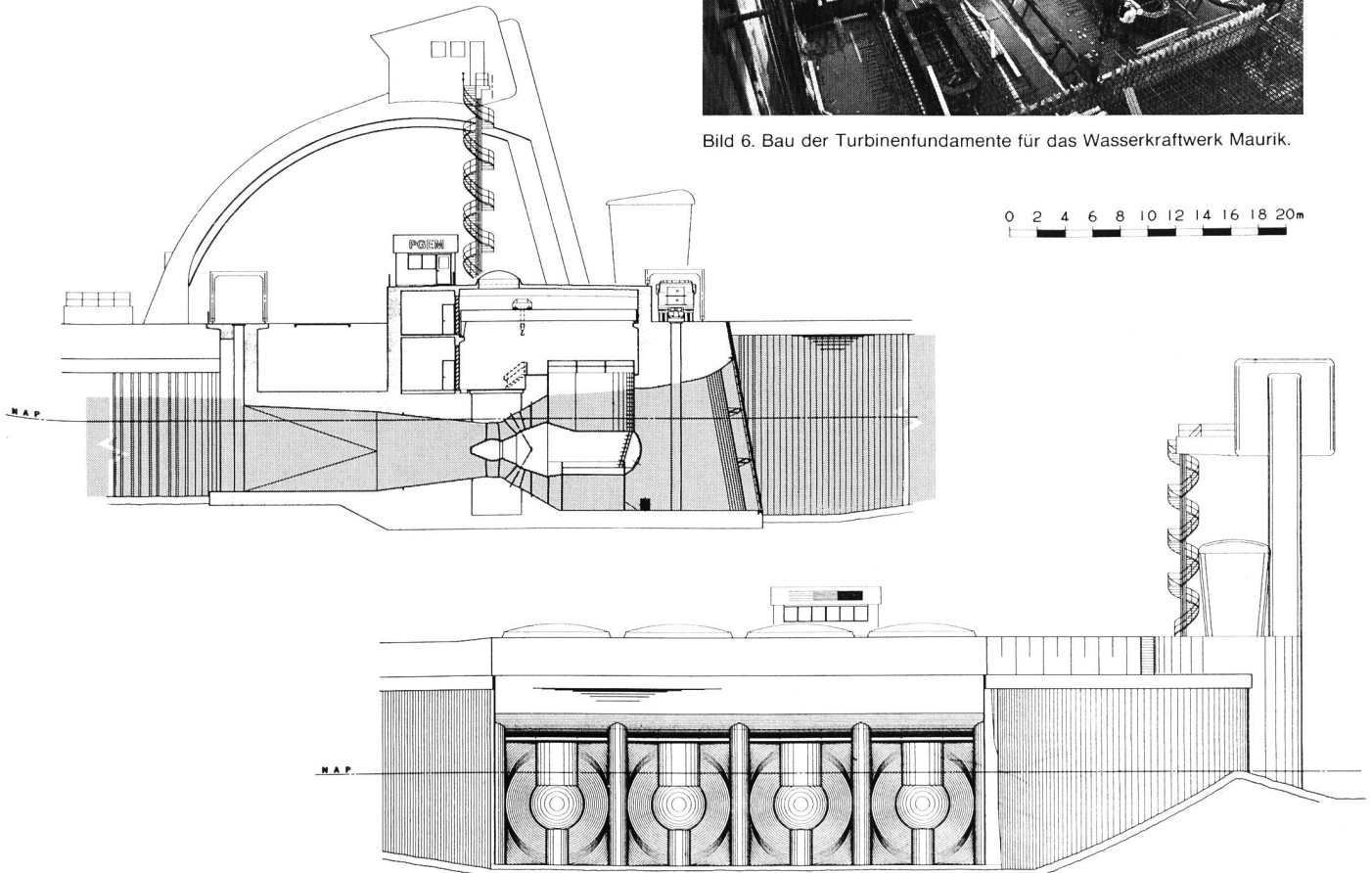


Bild 6. Bau der Turbinenfundamente für das Wasserkraftwerk Maurik.



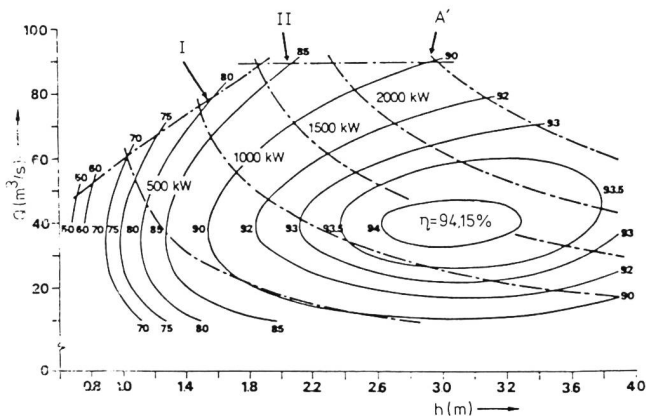


Bild 7. Hydraulischer Wirkungsgrad η (max. 94,15%) und Arbeitsvermögen A (kW) einer der vier Kaplan-Turbinen mit verstellbaren Leit- und Laufschaufeln der Wasserkraftanlage Maurik.
 Nettofallhöhe h (m) = Bruttofallhöhe $- 10^{-4} \cdot Q^2 \cdot 0,17$
 Das max. Nettojahresarbeitsvermögen dieser Turbine beträgt bei max. geöffneten Leitschaufeln (I) und max. eingestellten Laufschaufeln (II) $A' = 2650 \cdot 0,94 = 2500$ kW (2,5 MW).

derländischen Wärmekraftwerke 53600 GWh (15350 MW), die neun österreichischen Donaukraftwerke 12120 GWh (1990 MW) und die zwölf deutschen und luxemburgischen Moselkraftwerke 860 GWh (192 MW).

Planungen in der Provinz Geldern

Die Anfang 1983 begonnenen Untersuchungen der Provinzialen Gelderschen Energiegesellschaft (PGEM) und der Reichswasserstrassenverwaltung (Rijkswaterstaat) über mögliche Wasserkraftanlagen am Niederrhein und der Yssel ergaben im Februar 1984, dass bei Staustufe Amerongen das Wasserkraftwerk Maurik technisch durchführbar und wirtschaftlich ist. Eine Wasserkraftanlage bei der Staustufe Driel ist zwar technisch möglich, doch unwirtschaftlich; wegen der hier geringen Fallhöhe des Niederrheins und der wenigen Stautage wäre hier die mittlere Jahresenergie bei gleichen Baukosten nur halb so gross wie beim Kraftwerk Maurik. Das Vorhandensein von Wehren und Schleusen ist für die Rentabilität der Wasserkraftanlagen mit niedriger Fallhöhe für die Wirtschaftlichkeit derartiger Kraftwerke (Bild 3; Tabelle 2) ausschlaggebend.

Wasserkraftwerk Maurik

Im Wasserbaulaboratorium «de Voorst» sind Modellversuche zum Bestimmen der baulichen Anlagen für optimale Zu- und Abflussverhältnisse, möglichst geringe Beeinflussung der Schifffahrt und der Ufer sowie die Sedimentförderung und -ablagerung durchgeführt worden. Die Vorplanung für den Bau des Kraftwerkes Maurik (Bilder 4 und 5; Tabelle 1) datiert von Ende 1984. Die Turbinenart und die Baumethode (Baugrube und Hauptanlagen) wurde im April 1985 bestimmt. Nach Zustimmung der Gemeinde wurde im Dezember 1985 mit den Bauarbeiten begonnen und mit dem Kraftwerksbau im September 1986. Die Bilder 3 und 6 zeigen den Bauzustand im Oktober 1986. Mit der Inbetriebnahme rechnet man zwei Jahre später, das heisst August/September 1988.

Der Umfang der Baumassnahmen ist aus den Baustoffmengen und -leistungen zu ersehen: 900 t Spundwände (Psp 902/Pzi 610), 400t Stahl für 225 Zugpfähle, 2000 m³ Unterwasserbeton, rund 10000 m³ Stahlbeton, 400 t Betonstahl, 40000 m³ Erdarbeiten für die Baugrube und 0,2 Mio m³ Baggerarbeiten für Zu- und Abflusskanäle.

Für das Werk Maurik sind vier Kaplan-Turbinen mit liegender Achse (4,00 m Durchmesser, 78 U/min) (Bild 5, unten) und einem Arbeitsvermögen von $4 \times 2,5 = 10$ MW vorgesehen (Bild 7), was eine mittlere Jahresarbeit von 29 GWh ergibt. Durch Optimierung und Umbauten der Stauanlage werden 32 GWh erreicht werden.

Wasserkraftwerk Alphen

Nördlich der vor 50 Jahren erbauten Staustufe bei Liehr an der Mass hat die PGEM ein Wasserkraftwerk, das Kraftwerk Alphen (Bild 1; Tabelle 1), geplant. Es soll ebenso wie das Werk Maurik vier Kaplan-Turbinen erhalten. Wegen der grösseren Fallhöhe des Wassers als bei Amerongen (Werk Maurik) beträgt seine Leistung $4 \times 3 = 12$ MW und die mittlere Produktionserwartung 54 GWh. Mit dem Bau ist 1987 begonnen worden. Mit der Inbetriebnahme rechnet man Anfang 1990.

Wasserkraftwerk Linne

Mit dem Bau dieses Wasserkraftwerkes (Bild 1; Tabelle 1) ist bereits begonnen worden. Die Inbetriebnahme ist 1989 vorgesehen.

Weiter wird der Bau einer Staustufe bei Borgharen untersucht.

Turbinen

Die Verbesserung der Leistung der Wasserturbinen in den letzten Jahren hat mit dazu beigetragen, dass die erwähnten Flusskraftwerke bauwürdig wurden. Die Kaplan-Turbine mit horizontaler Achse, bei der sich das Generatorenhaus im Wasser befindet, ist doppelt regelbar durch verstellbare Leit- und Laufschaufeln. So kann auch bei grossem Wechsel der Fallhöhe des Wassers (Bild 3) noch ein hoher hydraulischer Wirkungsgrad erreicht werden (Tabelle 2). Er beträgt bei den Kaplan-Turbinen des Wasserkraftwerkes Maurik max. 94% (Bild 7).

Umwelt

Die geschilderten neuen Wasserkraftanlagen sind umweltfreundlich, haben keinen Brennstoffbedarf wie Wärmekraftwerke und verursachen deshalb keine Abfallstoffe oder Emission, bedürfen keines Kühlwassers wie Kernkraftwerke, beeinflussen kaum die Tier- und Pflanzenwelt und tragen zur Sauerstoffanreicherung bei. Sie passen sich gut in die Landschaft ein, da ihre baulichen Anlagen grösstenteils unter Wasser angeordnet sind. Drei Jahre sind auch eine kurze Bauzeit.

Literatur

- [1] Revier-stroom in fors betonne Kader gerat, Waterkrachtcentrales in Nederland. «Cobouw» 130 (20.11.1986) Nr. 218, S. 9.
- [2] Boersma, R.H.G.: Waterkrachtprojecten in Nederrijn en Maas. Betondag, Utrecht 1986.
- [3] Brux, G.: Fortschritte im Betonbau. «Beton» 37(1987) Nr. 3, S. 102–103.

Adresse des Verfassers: Dipl.-Ing. Günther Brux, Schreyerstrasse 13, D-6000 Frankfurt 70.