

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 84 (1992)
Heft: 7-8

Artikel: Römische Talsperren und Wehre auf der Iberischen Halbinsel
Autor: Schnitter, Niklaus
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-940567>

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: 17.05.2025

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

Römische Talsperren und Wehre auf der Iberischen Halbinsel

Niklaus Schnitter

Zusammenfassung

Dank neuerer portugiesischer und spanischer Untersuchungen sind nun fast 80 römische Talsperren auf der Iberischen Halbinsel bekannt, was einen guten Überblick über ihre Verteilung, Nutzung und Konstruktion erlaubt. Im Prinzip bestanden die Sperren immer aus Mauern konstanter Breite, die zum Teil luftseitig durch Pfeiler oder Erdschüttungen gestützt waren. Man kann also von Gewicht- und Pfeilerstaumauern sprechen sowie von Erd-dämmen mit Stau- bzw. Dichtungswänden. Für jeden der drei Typen werden weniger bekannte Beispiele kurz vorgestellt.

Résumé: Barrages romains sur la péninsule ibérique

Grâce à des recherches espagnoles et portugaises récentes on connaît maintenant presque 80 barrages romains sur la péninsule ibérique, ce qui permet une bonne vue d'ensemble sur leur distribution, utilisation et construction. En principe ces barrages consistaient toujours d'un mur d'épaisseur constante, qui parfois était soutenu à l'aval par des contreforts ou d'un remblai. On peut donc parler de barrages poids, à contreforts ou en terre. Pour chacun de ces trois types on décrit des exemples moins connus.

Summary: Roman dams on the Iberian Peninsula

Thanks to recent Portuguese and Spanish investigations almost 80 Roman dams are now known on the Iberian Peninsula, what allows a good general view over their distribution, utilization and construction. In principle the dams consisted always of walls of constant width, which were sometimes supported by down stream buttresses or embankments. One can thus speak of gravity, buttress or earth dams. For each of these three types some less known examples are presented.

1. Einleitung

Im Vergleich zu andern Wasserbautechniken nahmen die Römer den Talsperrenbau spät auf. Ihr erster derartiger Bau dürfte die Aniense-Sperre bei Kaiser Neros (54 bis 68 n. Chr.) Sommerpalast von Subiaco 50 km östlich von Rom gewesen sein (Bild 1) [1]. Sie blieb mit 40 m grösster



Bild 1. Wahrscheinliche Überreste der rechtsufrigen Hochwasserentlastung an der römischen Aniense-Sperre bei Subiaco, 50 km östlich von Rom (Foto des Autors).

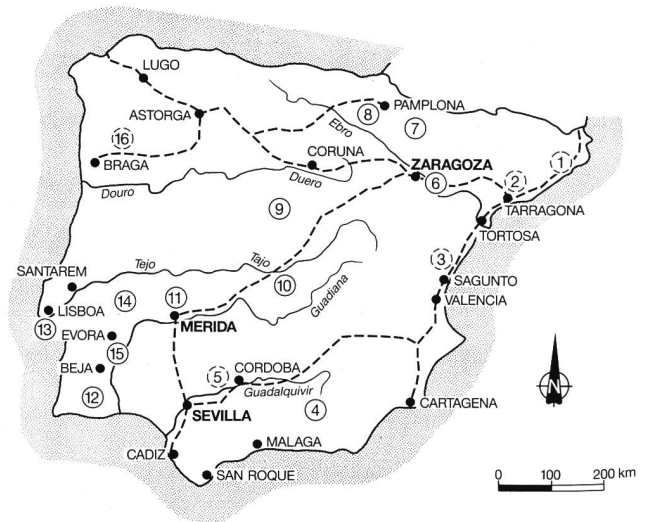


Bild 2. Wichtigste römische Städte (heutige Namen) und Strassen (gestrichelt) auf der Iberischen Halbinsel sowie Gruppen von Talsperren- und Wehrbauten (in Reihenfolge der römischen Landnahme numeriert; ungewisse gestrichelt).

Tabelle 1. Aufgliederung der römischen Talsperren auf der Iberischen Halbinsel nach Sperrengruppen und Typen.

Gruppe	Nächstgelegene Stadt	Anzahl Sperren	Sperren pro Typ				Grösste Höhe (m)
			Gewicht	Pfeiler	Damm	ungewiss	
1	Barcelona	1				1	?
2	Tarragona	1				1	?
3	Sagunto	2				2	?
4	Granada	2	2*				4,5
5	Cordoba	4				4	?
6	Zaragoza	9	3			6	13,0
7	Zaragoza	3	1*			2	?
8	Pamplona	2		1		1	7,0
9	Segovia	1	1				?
10	Toledo	15	9*	2	4		17,0
11	Merida	12		4	4	4	24,0
12	Faro	5	2	2	1		3,0
13	Lisboa	2		2			8,2
14	Portalegre	7 (8)	4	2 (3)	1		5,2 (10)
15	Evora	5 (6)	2 (3*)	3			4,3 (5,7)
16	Braga	5				5	?
Total		76 (78)	24 (25)	16 (17)	10	26	24,0

*wovon je eine Sperre im Grundriss gebogen (in Klammer inklusive zweier nicht sicher römischer Sperren)

Höhe auch die höchste römische Talsperre und mit den ober- bzw. unterliegenden Schwesterbauten einmalig in Italien (basierend auf dem heutigen, «lausigen» Forschungsstand daselbst).

In ihren zum Teil ariden Provinzen hingegen bauten die Römer in den Jahrhunderten nach Christi Geburt Talsperren «zuhauf». Das in dieser Beziehung am besten erforschte Gebiet ist sicher die Iberische Halbinsel, wo man bis heute die Überreste von fast 80 römischen Sperren und Wehren identifiziert hat (Tabelle 2) [2, 3, 4]. Sie lassen sich in sechzehn Gruppen zusammenfassen, die im Nordosten und Südwesten der Halbinsel sowie entlang den damaligen Hauptstrassen konzentriert sind (Bild 2). Die Bauten dienten in der Hälfte der Fälle der Bewässerung, zu zwei Fünfteln der Wasserversorgung und im übrigen Bergwerken, z. B. als Kraftquelle für Wasserhaltung und Transporte in denselben. Allerdings erfüllten zwei Fünftel der Sperren und Wehre eine Doppelfunktion, indem sie z. B. sowohl der Bewässerung als auch der Wasserversorgung dienten, wie bei ländlichen Gutshöfen.

2. Bautypen

Konstruktiv beruhen alle römischen Sperren auf einer lot-rechten Mauer konstanter Breite aus Bruch- und Quadernsteinen und mit, bei grösseren Abmessungen, einem Kern aus Beton oder, eher selten, aus Erde. Oft wurde die Standsicherheit dieser Mauern durch luftseitige Pfeiler oder Erdschüttungen erhöht bzw. erst erreicht. Nach ihrer statischen Wirkung kann man somit von Gewichtsmauern (ohne luftseitige Stützmassnahmen), Pfeilermauern und Dämmen (mit Stauwand) sprechen. Die 16 Sperrengruppen sind nach diesen Typen in Tabelle 1 aufgegliedert.

Tabelle 2. Römische Talsperren und Wehre auf der Iberischen Halbinsel.

Gruppe	Nächstgelegene Stadt	Name	Höhe (m)	Länge (m)	Typ	Zweck
1	Barcelona	Can Bofi	?	?	W?	V
2	Tarragona	Gaia	?	?	S?	V
3	Sagunto	Mijares	?	?	?	B/V
		Sonella	?	?	?	B/V
4	Granada	Barcinas	4,5	40	Gb	B
		Deifontes	4,5	15	G	B
5	Cordoba	Casillas	?	?	S?	B
		Lora	?	50	W?	H?
		Mazuecos	?	?	W?	B
		Mochos	?	?	W?	B
6	Zaragoza	Alcanadre I	?	?	?	B/V
		Alcanadre II	?	?	?	?
		Bujaraloz	?	?	S?	B
		Calzada	?	?	?	B
		Candasnos	?	?	?	B
		Muel	13,0	?	G	B/V
		Pedregal	?	?	?	B
		Pueyee	5,3?	47?	G	B
		San Marcos	10,7?	33?	G	B/K
7	Zaragoza	Diablo	?	?	?	V
		Furadado	?	?	Gb	V
		Riguel	?	?	?	V
8	Pamplona	Iturranduz	7,0	102	P	V
		Odrón/Linares	?	?	?	B/V
9	Segovia	Riofrio	?	12	W	V
10	Toledo	Alcantarilla	17,0	557	D	V
		Bayuela	?	30	G	B/V
		Consuegra	5,8	700	D	V
		Melque I	5,0	60	G	K/V
		Melque II	2,2	57	G	K/V
		Melque III	1,7	11	G	K/V
		Melque IV	9,0	60	G	K/V
		Melque V	6,0	40	G	K
		Moracanta	2,0	~40	G	B/V
		Paeron I	2,4	81	D	B/V
		Paeron II	?	33	Wb	B/V
		Ponton Grande	4,5	58	P	?
		Ponton Chico	3,8	25	P	?
		San Martin	?	?	W	V
		Valhermoso	3,0	98	D	B/V
11	Merida	Albercon	?	?	W?	B/V
		Araya	3,7	139	P	B/V
		Cornalbo	24,0	220	D	V
		Esparragalejo	5,6	320	BR	B
		Hinojal	1,5	250	P	B/V
		Peral	?	?	?	B
		Proserpina	18,0	427	D	V
		Santa Maria	3,6	98	P	B
		Tello	?	?	?	B
		Tomas	3,0	95	D	B/V
		Valencia	?	?	S?	V
		Valverde	?	180	D	B

12	Faro	Alamo	3,0	50	P	B/V
		Castelinho	0,8	56	D	B/V
		Fonte Coberta	2,6	75	G	B/V
		Santa Rita	2,2	50	P	B
		Tesnado	1,2	220	G	B/V
13	Lisboa	Comenda	3,7	13	P	B/V
		Olisipo	8,2	52	P	V
14	Portalegre	Almarjão	5,2	55	G	B/V
		Carrão	1,7	117	G	B/V
		? Gavião	10,0	78	P	B/V
		Morales	3,2	161	G	B
		Mourinha	1,0	100	G	B
		Muro	4,6	174	P	B/V
		Olivã	3,0	45	P	B
		Tapada	1,6	76	D	B
15	Evora	Baleizão	1,1	120	G	B
		Cuba	1,8	81	P	B
		? Monte Novo	5,7	52	Gb	K
		Mouros	3,0	130	P	B
		Pisões	4,3	58	G	B/V
		Prega	3,9	62	P	B/V
16	Braga	Jales I	?	?	?	K
		Jales II	?	?	?	K
		Jales III	?	?	?	K
		Trêsminasi I	?	?	?	K
		Trêsminasi II	?	?	?	K

Sperrentypen
BR Bogenreihe
D geschütteter Damm
G Gewichtsmauer
Gb gebogene Gewichtsmauer
P Pfeilermauer
S Sperre
W Wehr
Wb gebogenes Wehr

Sperrenzweck
B Bewässerung
H Hochwasserschutz
K Kraftnutzung
V Wasserversorgung

In den ersten neun Sperrengruppen, welche auch den grössten Anteil an nicht mehr eindeutig rekonstruierbaren Ruinen aufweisen, dominieren die Gewichtsmauern, während es im Südwesten die Dämme und vor allem die Pfeilermauern sind. Gesamthaft ergeben sich folgende Typenanteile:

48% Gewichtsmauern von bis zu 13 m Höhe,
32% Pfeilermauern von bis zu über 8 m Höhe und
20% Dämme von bis zu 24 m Höhe.

Bild 3 zeigt die Stauinhalte in Funktion der Sperrenhöhe und der Bauarten, welche nachfolgend kurz beschrieben seien.

2.1 Gewichtsmauern

Diese nur durch ihr Gewicht dem Wasserdruck widerstehenden Sperren wiesen, wie gesagt, meist einen rechteckigen Querschnitt auf. Es sollte ja auch noch bis ins 19. Jahrhundert dauern, bis man erkannte, dass ein dem

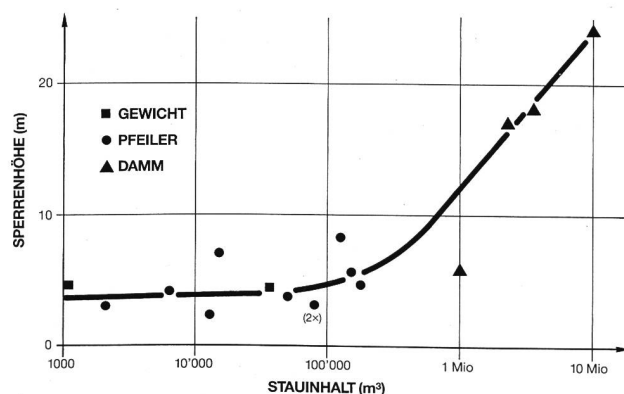


Bild 3. Stauinhalte römischer Sperren auf der Iberischen Halbinsel in Funktion ihrer Höhe und Bauart.

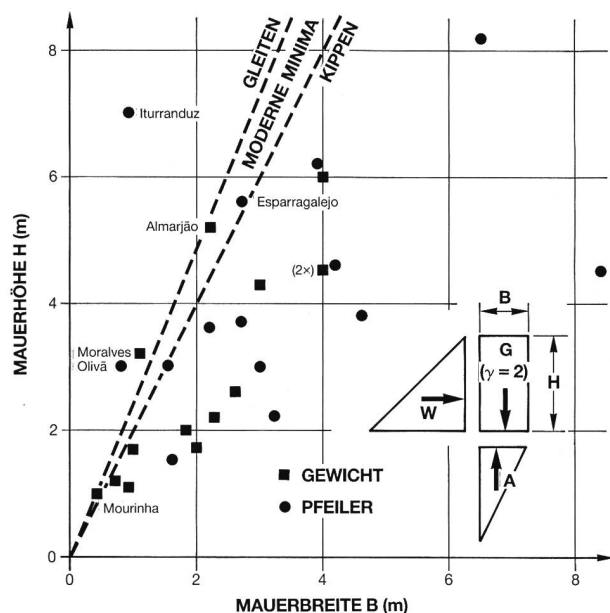


Bild 4. Breite römischer Gewichts- und Pfeilermauern auf der Iberischen Halbinsel in Funktion ihrer Höhe; kritische Bauwerke sind namentlich identifiziert.

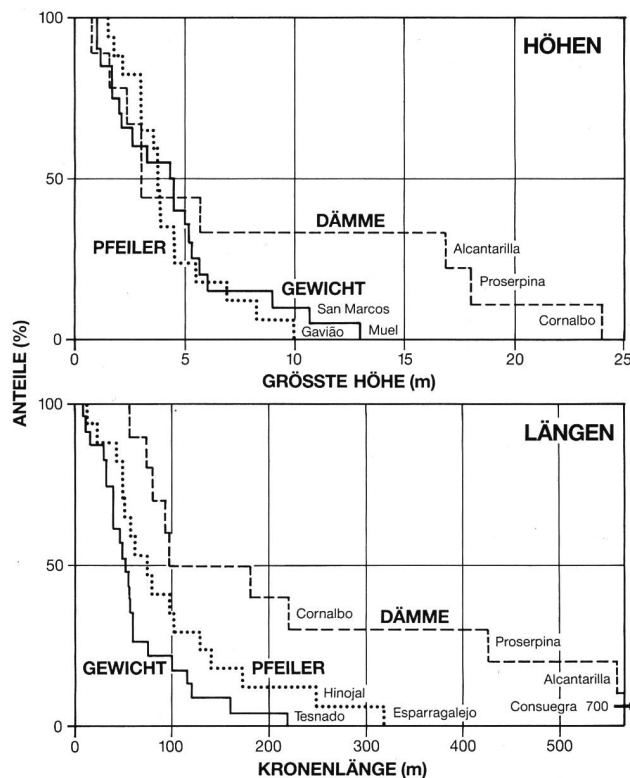


Bild 5. Häufigkeitsverteilungen der Höhen und Längen der verschiedenen Typen von römischen Sperren auf der Iberischen Halbinsel.

nach unten linear zunehmenden Wasserdruck entsprechendes Dreieckprofil optimal ist. Einzig die 5 bzw. 9 m hohen Mauern Melque I und IV (Gruppe 10) wiesen (bei sehr grossen Kronenbreiten) beidseitige Anzüge von 25 bis 53% auf [3]. Doch auch die Breite der rechteckigen Mauern genügte meist, um nach heutigen Kriterien ihre Standsicherheit zu gewährleisten (Bild 4). Rund ein Fünftel war nicht gegen Umkippen gefeit, aber nur eine von vierzehn Sperren (7%) war nicht vor dem wahrscheinlicheren und deshalb gefährlicheren Abgleiten sicher. Wie

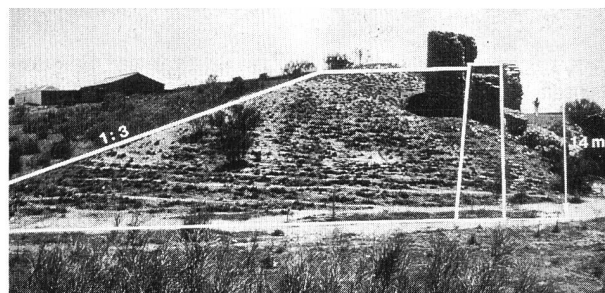


Bild 6. Überreste der gebrochenen Sperre Alcantarilla, 20 km südlich von Toledo, mit Eintragung des ehemaligen Dammquerschnittes (Foto des Autors).

Bild 5 zeigt, war über die Hälfte der Gewichtsmauern weniger als 5 m hoch und unter 100 m lang (Mittel 65 m). Gelegentlich wiesen sie im Grundriss Knicke auf, und in einem Sechstel der Fälle waren sie wasserseits gekrümmt, so dass von einer meist bescheidenen Bogenwirkung Nutzen gezogen werden konnte.

2.2 Pfeilermauern

Wie erwähnt wurde die Standsicherheit der rechteckigen Staumauern oft durch luftseitige Pfeiler in sehr unregelmässigen Achsabständen (Mittel 6,5 m) erhöht. Nach heutigen Kriterien war diese Massnahme nur bei einem Fünftel der Pfeilermauern gerechtfertigt, was die Unsicherheit der lediglich auf Empirie bauenden römischen Ingenieure illustriert (Bild 4). Wie die Gewichtsmauern wurde auch der Pfeilermauertyp vorwiegend für niedrigere und kürzere (Mittel 100 m) Sperren angewandt (Bild 5).

2.3 Dämme

Wenn es um hohe oder lange Bauwerke ging, scheinen die römischen Talsperrenbauer auf der Iberischen Halbinsel eindeutig der durch eine luftseitige Erdschüttung gestützten Stauwand den Vorzug gegeben zu haben (Bild 5). Dabei betrug deren Breite, vor allem bei den höheren Dämmen, nurmehr ein Drittel der Höhe, was bei normalem Staubetrieb vollauf genügte. Gefährlich wurde es erst, wenn bei – infolge Durchsickerungen durch die Stauwand oder starker Niederschläge – durchnässtem Stützkörper der Stau rasch abgesenkt wurde. Also geschehen beim Damm Alcantarilla (Gruppe 10), dessen Stauwand zu einem unbekannten Zeitpunkt seewärts eingedrückt wurde (Bild 6). Um ähnliches zu verhindern, wurde die Stauwand des Dammes Proserpina, 5 km nordöstlich von Merida (Gruppe 11), entlang ihrem höchsten Teil mit wasserseitigen Stützpfählen versehen. Beim benachbarten Damm Cornalbo wurde die Stauwand gar umgeklappt und auf Quer- und Längsmauern abgestützt, so dass der Damm äusserlich ein modern anmutendes Erscheinungsbild erhielt.

3. Ausgewählte Beispiele

Über die beiden letztgenannten Dämme sowie einige andere Sperren ist schon ausführlich auch in deutscher Sprache berichtet worden [5, 6]. Deshalb wird nachstehend nicht mehr auf diese «Paradestücke» römischer Talsperrenbautechnik eingegangen, sondern es werden kurz einige kleinere, unbekanntere, aber in gewissen Beziehungen nicht minder interessante Objekte vorgestellt.

3.1 Gewichtsmauer Barcinas

Zusammen mit einem gleich hohen Ableitwehr flussabwärts dient die Sperre Barcinas noch heute der Bewässerung im Tal des Cubillas in Südostspanien (Gruppe 4) [3].

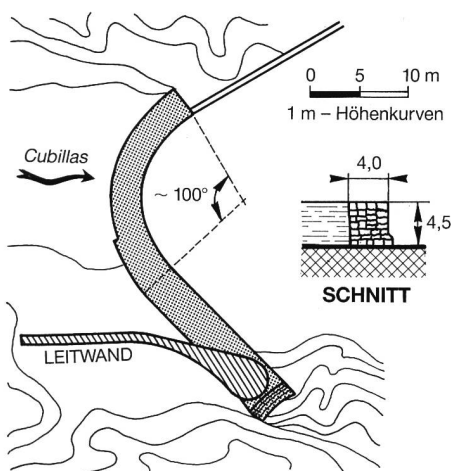


Bild 7. Grundriss und Querschnitt der Gewichtsmauer Barcinas, 121 km südöstlich von Cordoba (nach [3]).

Bild 8, Mitte. Plan und Querschnitt der nicht sicher römischen Gewichtsmauer Monte Novo, 17 km östlich von Evora (nach [4]).

Sie ist bis 4,5 m hoch mit einem 4,0 m breiten, rechteckigen Querschnitt aus vorzüglichem Quadermauerwerk (Bild 7). Die als Hochwasserentlastung benutzte Krone ist 40 m lang und in ihrer linken Hälfte bemerkenswert stark wasserseits gekrümmt.

3.2 Gewichtsmauer Monte Novo

Eindeutig beabsichtigt war die Bogenwirkung bei der Gewichtsmauer Monte Novo in Südostportugal (Gruppe 15) (Bild 8) [4]. Es ist allerdings nicht sicher, ob sie römischen Ursprungs ist, und neulich wurde sie durch einen modernen Talsperrenbau überstaut, so dass weitergehende Untersuchungen leider nicht mehr möglich sind. Doch wer anders als die Römer soll bis in die Neuzeit hinein ein derart raffiniertes Bauwerk erstellt haben? Dass sie die von ihnen meisterhaft beherrschte Bogenkonstruktion auch im Talsperrenbau anwandten, ist erwiesen [7].

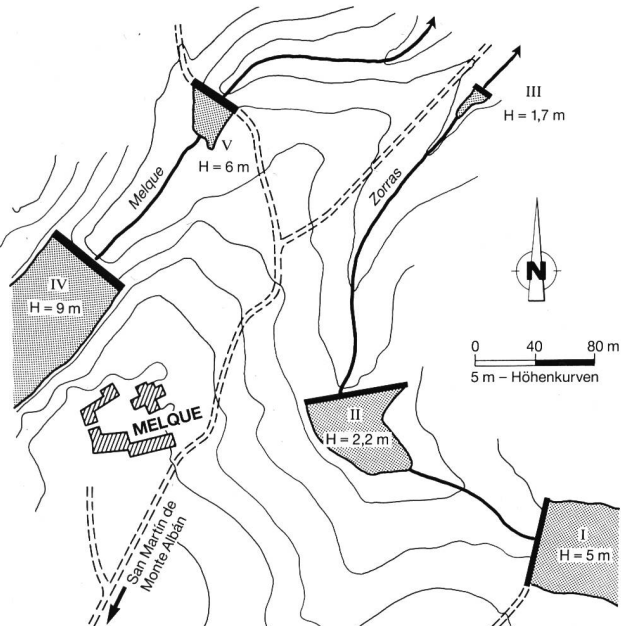


Bild 9. Kartenskizze der fünf Gewichtsstaumauern bei Melque, 32 km südwestlich von Toledo (nach [3]).

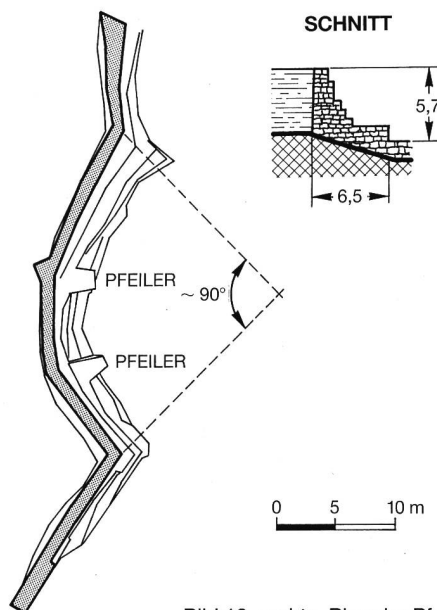
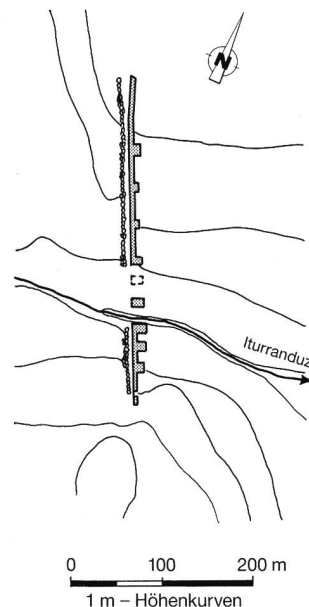


Bild 10, rechts. Plan der Pfeilermauer Iturranduz, 28 km südwestlich von Pamplona, mit den Überresten einer älteren, wasserseitigen Sperre nach ihrer Ausgrabung 1980 (nach [8]).



Das Raffinierte an der Monte-Nowo-Sperre ist, dass der kräftig gekrümmte Mittelteil beidseits ohne Widerlager in geradlinige Flügelmauern übergeht, d.h., dass der Bogen an seinen beiden Enden sozusagen «ins Leere stösst». Dies wurde erst um 1300 an der Kebar-Sperre in Iran wieder praktiziert und seitdem in den Kronenpartien zahlreicher neuerer Sperren [7]. Es funktioniert, weil die Spannungstrajektorien in Bogenmauern gegen die Auflager hin abtauchen. Ihrer kühnen Konstruktion ganz getraut zu haben scheinen die Erbauer aber nicht, brachten sie doch an der Luftseite des Bogens noch zwei Stützpfeiler über fast dessen ganze Höhe an. Bemerkenswert ist auch die Abtreppung der Luftseite, so dass sich ein mittlerer Anzug derselben von 50% ergab. Ferner durchquerten ein Grundablass und die Wasserentnahme von je 1,2 bzw. 1,4 m Breite und 1,0 m Höhe den Mauerfuss. Die dreieckige, wasserseitige Auskragung an der Krone mag der Beobachtung ihrer Einläufe bzw. von deren Absperrorganen gedient haben. Mit dem gespeicherten Wasser sollen Mühlen betrieben worden sein.

3.3 Gruppe von Gewichtsmauern bei Melque

Auch die fünf Gewichtsmauern bei Melque in Zentralspanien (Gruppe 10) sollen teilweise der Wasserkraftnutzung gedient haben, diesmal allerdings in Zusammenhang mit Bergwerken (Bild 9) [3]. Leider wissen wir nicht, ob sie gleichzeitig als Speichersystem in Betrieb waren oder nacheinander nach Massgabe ihrer sukzessiven Verlandung. Heute sind die Staubecken I, II und V völlig verlandet und könnten somit älter sein als III und IV. Allerdings weist nur die Sperre V keine Bruchstelle auf, durch die mindestens ein Teil der Ablagerungen wieder abgespült worden sein könnte. Wie schon erwähnt, weisen die Mauern I und IV trapezförmige Querschnitte mit Anzügen an beiden Aussenseiten auf, während die übrigen das «klassische» Rechteckprofil haben. An den Sperren II und IV lässt sich beobachten, wie die Betonkerne in zwei bzw. drei Lagen eingebracht wurden.

3.4 Pfeilermauer Iturranduz

Iturranduz in Nordostspanien (Gruppe 8) war eine der wenigen durch Pfeiler gestützten Sperren, an denen diese

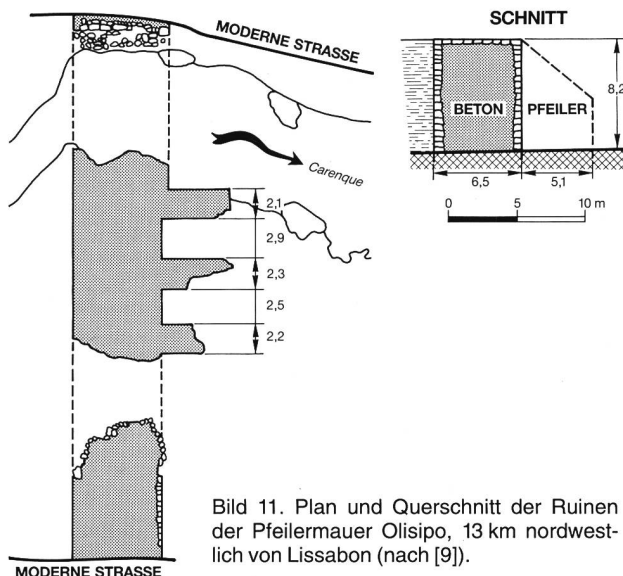


Bild 11. Plan und Querschnitt der Ruinen der Pfeilermauer Olisipo, 13 km nordwestlich von Lissabon (nach [9]).

Massnahme eindeutig gerechtfertigt war (Bild 4). Ausgrabungen 1980 haben nämlich gezeigt, dass sie bis zu 7 m grösste Höhe erreichte, bei einer Stauwandbreite von nur 0,9 m [8]. Dabei betrug der Achsabstand der etwa 2,2 m starken Pfeiler im Mittel 6,6 m und im höchsten Mauerteil, wo ein Pfeiler verschwunden ist, richtigerweise nur noch 5,1 m oder 73% der Mauerhöhe (Bild 10). Trotzdem war die Gleitsicherheit nicht gewährleistet, weshalb die Sperre, wie gesagt, zu einem unbestimmten Zeitpunkt brach. Das gleiche Schicksal hatte schon eine ältere Mauer unbestimmten Typs erlitten, deren Überreste bei den Ausgrabungen von 1980 wasserseitig entdeckt wurden. Der nur 15000 m³ fassende Stausee von Iturranduz diente der Wasserversorgung der verschwundenen Stadt Andelos.

3.5 Pfeilermauer Olisipo

Im Gegensatz zur vorgenannten Sperre war bei derjenigen von Olisipo (Gruppe 13) für die Wasserversorgung des antiken Lissabon schon die 8,2 m hohe und 6,5 m dicke Stauwand an sich mehr als genügend standfest, so dass die luftseitigen Pfeiler nurmehr als «Dekoration» dienten (Bild 11) [9]. Sie waren etwa 2,2 m stark und wiesen einen mittleren Achsabstand von 4,9 m auf. Wie die Stauwand bestanden die Pfeiler aus Beton mit einer Verkleidung aus grob behauenen Quadersteinen. Der Stauinhalt betrug etwa 125000 m³, was für eine Sperre dieser Höhe eher wenig war (Bild 3).

3.6 Damm Consuegra

Die Sperre Consuegra in Zentralspanien (Gruppe 10) ist mit 700 m Kronenlänge bei weitem das längste derartige Bauwerk der Römer auf der Iberischen Halbinsel (Bild 5). Trotz der eher bescheidenen grössten Höhe von 5,8 m vermochte sie deshalb für die Versorgung der Stadt Consuegra gut 1 Mio m³ Wasser zu stauen (Bild 3). Ursprünglich hielt man sie für eine Pfeilermauer, obschon nur auf 12% ihrer Länge Stützpfeiler mit einem grossen mittleren Achsabstand von 6,2 m vorhanden waren und der Rest der 1,4 m breiten Stauwand über weite Strecken nicht standfest war. Ferner verfügte die Sperre am linken Kronenende über eine separate Hochwasserentlastung, was bei römischen Gewichts- und Pfeilermauern selten der Fall war [10]. Es muss sich also um einen Damm gehandelt haben, und tatsächlich fand man dann Spuren des luftseitigen Erdstützkörpers, welcher durch Auswaschungen und Ackerbau weitgehend zerstört worden ist. Sinn

und Zweck der genannten Stützpfeiler bleiben ein Rätsel. Solche gibt es in Wirklichkeit noch viele, auch wenn man sich, wie im vorliegenden Beitrag, bemüht, antike Technik möglichst rational zu durchleuchten. Doch wie die römischen Ingenieure wirklich empfanden, überlegten und vorgingen, können wir höchstens erahnen.

Literatur

- [1] N. A. F. Smith: The Roman Dams of Subiaco. «Technology and Culture» 1970, p. 58–68.
- [2] L. Caballero Zoreda, F. J. Sánchez-Palencia Ramos: Presas romanas y datos sobre poblamiento romano y medieval en la provincia de Toledo. «Noticiario arqueológico hispánico» no. 14, 1982.
- [3] J. A. Fernández Ordóñez et al.: Catálogo de noventa presas y azudes españoles anteriores a 1900. Com. Estud. Hist. Obras Publicas y Urbanismo (CEHOPU), Madrid 1984.
- [4] A. de Carvalho Quintela, J. L. Cardoso, J. M. Mascarenhas: Aproveitamentos hidraulicos romanos a sur do Tejo. Dir.-ger. dos recursos e aproveitamentos hidraulicos, Lisboa 1986 (english summary: «Int. Water Power & Dam Construction» May 1987, p. 38–40 and 70).
- [5] K. Grewe: Merida. Die Wasserversorgung antiker Städte. P. von Zabern, Mainz a. R. 1988, S. 204–206.
- [6] M. Díaz-Marta Pinilla, D. Fernández-Ordóñez Hernández: Historische Talsperren und Wehre in Spanien. Historische Talsperren, Band 2., K. Wittwer, Stuttgart 1991, S. 131–159 und 171–176.
- [7] N. J. Schnitter: Die Entwicklungsgeschichte der Bogenstau-mauer. Historische Talsperren, Band 1., K. Wittwer, Stuttgart 1987, S. 75–95.
- [8] M. A. Mezquiriz: Comentario al estudio conjunto sobre la presa romana de Consuegra. «Revista de obras públicas» 1984, p. 194–199.
- [9] D. Fernando de Almeida: Sobre a barragem romana de Olisipo e seu aqueduto. «O arqueologo português» 1969, p. 179–189.
- [10] J. A. García-Diego: Nuevo estudio sobre la presa romana de Consuegra. «Revista de obras públicas» 1980, p. 500–505.

Adresse des Autors: Niklaus Schnitter, dipl. Bauing. ETHZ, Fleinerweg 4, CH-8044 Zürich.

Vortrag, gehalten am 8. internationalen Symposium zur Geschichte des Wasserbaus in Merida/E, 12. bis 20. Oktober 1991.

Akustische Durchflussmessung in Wasserkraftanlagen

Thomas Staubli und Kurt Graf

Die akustische Durchflussmessung ist eine eingriffsfreie Messung. Sie basiert auf dem Prinzip, dass in einem strömungsführenden Querschnitt die Schallfortpflanzungsgeschwindigkeit durch die Strömungsgeschwindigkeit beeinflusst wird. Es wird hier eine kurze Einführung zum Stand der Technik akustischer Durchflussmessung gegeben, spezielle Eigenschaften der akustischen Methode werden hervorgehoben und die Ergebnisse von Vergleichsmessungen werden vorgestellt.

Akustische Methoden zur Durchflussmessung in Wasserkraftanlagen weisen gegenüber anderen Methoden Vorteile auf. Einige der noch offenen Fragen sollen durch ein gemeinsames Projekt der technischen Hochschulen geklärt werden, das zum Ziel hat, den Einsatz der akustischen Durchflussmessung in der Schweiz zu fördern.

Einleitung

Durchflussmessungen in Wasserkraftanlagen haben eine lange Tradition. Besonderer Bedarf nach Messungen grosser Genauigkeit entstand in den fünfziger und sechzi-