Bewässerung, Wasserkraftnutzung und Schifffahrt in Spanien [Fortsetzung]

Autor(en): **Heim, O.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie**

Band (Jahr): **37 (1945)**

Heft 4-5

PDF erstellt am: **23.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-920783

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

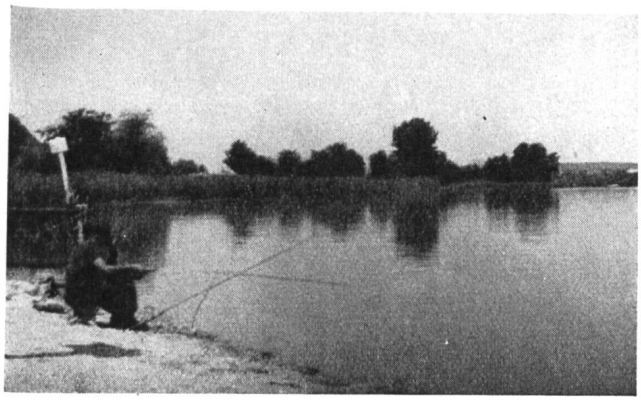

Abb. 1 zum Artikel auf Seite 44: «Der gegenwärtige Zustand des Greifensees».

Der Greifensee bei Fällanden im Hochsommer 1944. Die Erhaltung der natürlichen Seeufer ist für die Sanierung des Sees von grosser Wichtigkeit.

Phot. Kuhn.

Bewässerung, Wasserkraftnutzung und Schiffahrt in Spanien

Von O. *Heim*, Bauing., Elektrobank, Zürich. (Forts.)

Im Prinzip gelangten bis jetzt drei verschiedene *Beförderungssysteme* für das Bewässerungswasser zur Anwendung, und zwar das älteste, das Kanalsystem, mit Beförderung ausschliesslich durch das Schwergewicht. Um Täler oder zu tief gelegene Gebiete zu überbrücken, werden oft gewaltige Kunstbauten in Form von Aquädukten, Siphons und Dückern ausgeführt. Je nach dem Zeitalter kann man Ausführungen massiver Art bis zu den kühnsten, aufgelösten Eisenbetonkonstruktionen antreffen. Wo das natürliche Gefälle nicht ausreichte, behalf man sich mit den primitivsten Methoden zur Hebung des Wassers. Zuerst kam das unterschlächtige, gleichzeitig als Schöpfrad ausgebildete Wasserrad in Frage, mit einem Durchmesser bis zu zehn Meter. Bald folgten die Schöpfwerke mit künstlichem, d. h tierischem Antrieb, die sog. Norias, und dann die Windräder, die man oft in der Levante antrifft, wo Grundwasser zu Bewässerungszwecken benutzt wird. Mit dem Fortschritte der Technik folgte dann die rationellste Fördermethode vermittels Pumpen, so dass auch Gebiete mit grösseren Gefällsdifferenzen der Bewässerung erschlossen werden konnten. Die Hauptzuleitungskanäle werden aus Rücksicht auf die Verteilung womöglich zum höchsten Punkt der in Frage kommenden Bewässerungszone geführt. Von dort erfolgt die Verteilung des Wassers vermittels eines weitverästelten Kanalnetzes mit vorwiegend Schwergewichtsförderung und ausnahmsweise durch Einschalten von Pumpen bei allzu grossen Distanzen oder ungünstigen Terrainverhältnissen. Die maximale Wassergeschwindigkeit in den Verteilkanälen beträgt 1 m/s, so dass oft mit Fliesszeiten bis zu einem ganzen Tag gerechnet werden muss.

Die Art und Weise, wie sich der *Verkauf* des Wassers gestaltet, zeigt folgendes Beispiel aus der Levante: Das Wasser wird ab Ende der Hauptkanäle verkauft und dort in Ueberfällen gemessen. Dann wird es von den Käufern auf ihre eigenen Kosten weitergeleitet und verteilt. Jeden Tag wird das Wasser auf einer Versteigerung für einen oder mehrere Tage zum voraus verkauft und zwar zu einem Preise, der nicht nur je nach den atmosphärischen Verhältnissen variiert, sondern auch je nach dem, ob das Wasser während des Tages oder nachts angefordert wird, wobei der maximale Preis in der Konzession durch die Regierung festgesetzt ist.

Für den *Bau* und die *Finanzierung* der Bewässerungsanlagen ist folgendes bezeichnend: Mit der Beschaffung und dem Transporte des Wassers, also mit den Speicheranlagen und den Hauptbewässerungskanälen, befasst sich in den meisten Fällen der Staat. Er hat zu diesem Zwecke die «Confederaciones sindicales hidrograficas» ins Leben gerufen und zwar für jedes grössere Flussgebiet eine eigene Confederación. Diesen liegen die hydrographischen Studien, die Vorarbeiten, die Projektierung, der Bau, die Finanzierung und meistens auch der Betrieb der Anlagen ob. Mit der Verteilung des Wassers und der Bewirtschaftung des Terrains befassen sich entweder besondere, zu diesem Zwecke von der Bauernschaft gegründete «Sindicatos agricolas», die vom Staate subventioniert werden und andere Begünstigungen, namentlich in fiskalischer Hinsicht, geniessen, oder Gesellschaften, die aus rein privater Initiative hervorgingen.

Nach diesen allgemeinen Ausführungen über das Bewässerungsproblem folgen zwei Beispiele, die hinsichtlich Organisation und Ausführung ganz verschiedene Systeme darstellen:

Das erste Beispiel zeigt Abb. 6. Es handelt sich um einen Teil des «Plan nacional», der sich auf die Bebauung des Gebietes des Guadalquivir bezieht, das 1,4mal grösser ist als die Schweiz. 4400 km²

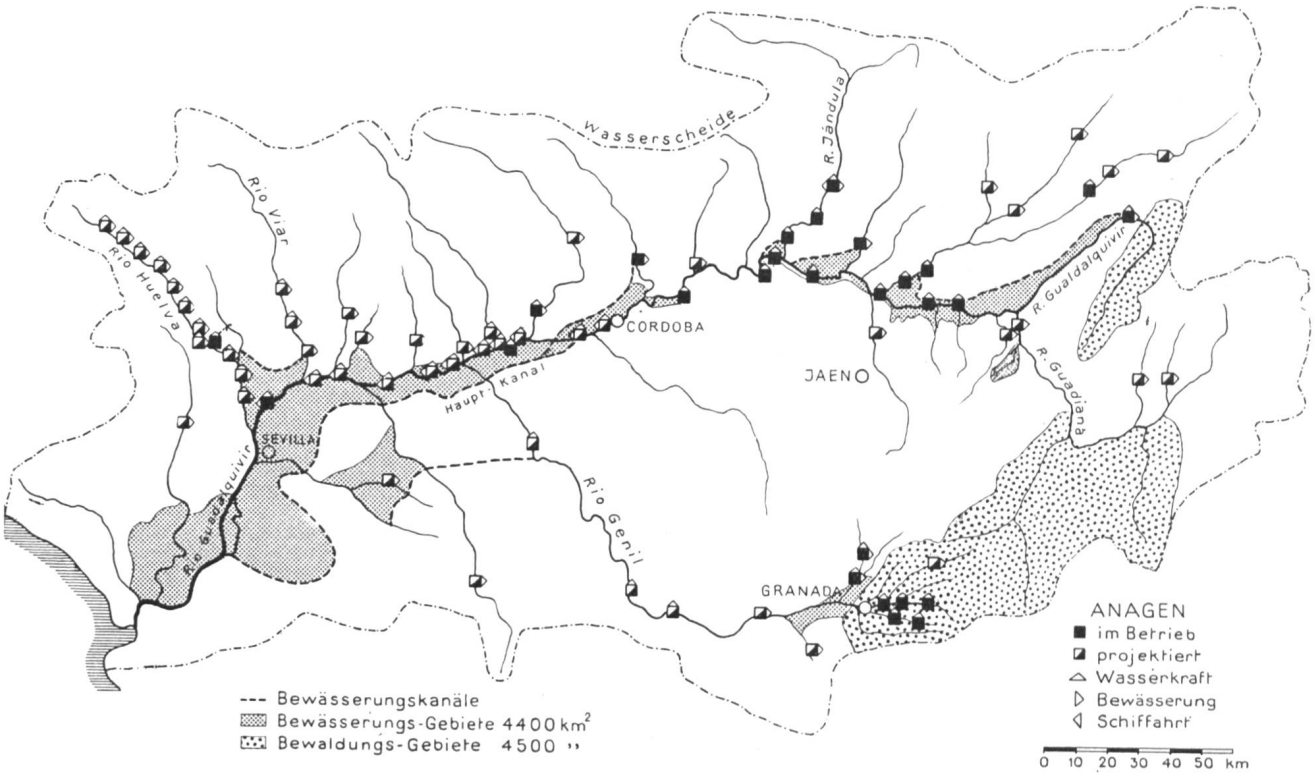

Abb. 6 Ausbau des Rio Guadalquivir (Einzugsgebiet = 56 500 km²)

hievon, d. h. ein Gebiet mit einer $2^1/_2$mal grösseren Oberfläche als der Kanton Zürich, soll bewässert werden. Zur Regulierung des stark schwankenden Abflusses sind nicht nur Ausgleichbecken vorgesehen, sondern auch eine grosszügige Aufforstung über eine 4500 km² grosse Fläche im Oberlauf des Guadalquivir und des Rio Genil. Von den 77 vorgesehenen, in Abb. 6 eingetragenen Bauten grösseren und mittleren Umfanges sind 27 im Betriebe und 50 im Bau oder projektiert. Der Bewässerungsplan sieht vor, Speicherbecken mit insgesamt mehr als 3 Mia m³ Nutzinhalt zu schaffen, entsprechend 20 mal dem Volumen des Wäggital-Beckens. Nach der vollständigen Realisierung des Planes kann ein Drittel des Jahresabflusses des Guadalquivir akkumuliert werden. Bereits sind die grössten Becken ausgebaut, nämlich das schon erwähnte Staubecken von Tranco de Beas für 500 Mio m³, dasjenige auf dem Rio Jándula für 350 Mio m³ und andere von über 100 Mio m³ Nutzinhalt mit insgesamt rund der Hälfte des vorgesehenen Speicherraumes. Hauptbewässerungskanäle mit einer Gesamtlänge von über 400 km sollen das Wasser den Bewässerungszonen zuführen. Rund zwei Drittel der genannten Bauten werden für die Wasserkraftnutzung ausgebaut mit einer etwas optimistisch geschätzten möglichen Energieproduktion von zirka $2^1/_2$ Mia kWh. Im Jahre 1940 stand davon erst rund ein Zehntel zur Verfügung. Die Ausbaukosten für das Guadalquivirbecken wurden im Jahre 1930 auf 1,2 Mia Ptas veranschlagt.

Während dieses erste Beispiel ein Bewässerungssystem mit Schwergewichtswasserförderung und rein staatlicher Intervention veranschaulicht, soll das zweite Beispiel mit Abb. 7 ein System mit inverser Wasserzirkulation eines rein privaten Unternehmens wiedergeben. Die Gesellschaft Riegos de Levante hat vom Staate eine 99jährige Konzession für die Entnahme von Bewässerungswasser aus dem Rio Segura erworben. Die Entnahmestelle befindet sich unmittelbar vor der Mündung ins Meer und liegt somit am tiefsten Punkte des zu bewässernden Geländes. Durch einen Hauptkanal von 21 km Länge wird das Wasser dem 50 bis 100 Meter höher liegenden Verteilnetz zugeführt. Bis zum obersten Verteilkanal muss das Wasser im ganzen mit sechs Pumpen über 110 Meter hinaufgefördert werden. Zwischen den Pumpstationen fliesst das Wasser in der Regel zuerst in erhöhten, künstlich erstellten Gerinnen und am Ende in Freilaufstollen bis zu den unterirdischen Pumpstationen. Um den Ansprüchen der Bauern in vollem Masse gerecht zu werden, wurden längs des Hauptkanals kleinere Ausgleichbecken eingeschaltet. Durch ein 200 km langes Kanalnetz wird das Wasser an die Bewässerungszone von 60 000 ha Ausdehnung abgegeben. Fünf sekundäre Pumpstationen sorgen für die Versorgung der entfernteren und höchstgelegenen Gebiete. Zur Erzeugung des Pumpstromes wurde am oberen Segura ein Kraftwerk erstellt mit 15 000 PS installierter Leistung. Ferner baute der Staat, zur Regulierung des Abflusses des Segura, im oberen

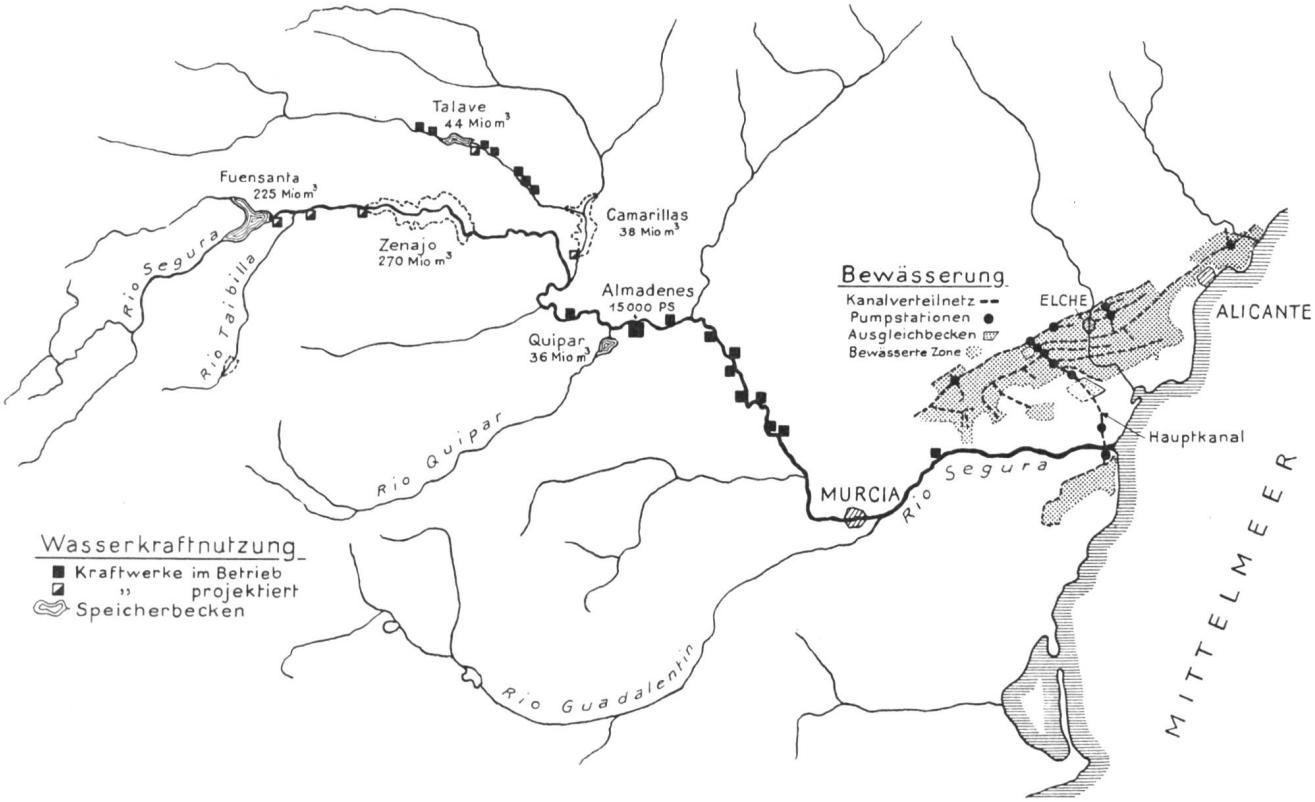

Abb. 7 Ausbau des Rio Segura

Einzugsgebiet zwei Speicherbecken von insgesamt 270 Mio m³ Nutzinhalt und ausserdem auf einem Zufluss ein Hochwasserschutzbecken von 36 Mio m³ Inhalt. Trotz allen Bemühungen, ein möglichst ausgeglichenes Flussregime zu erzielen, stösst die «Confederación del Rio Segura» immer wieder auf Schwierigkeiten, und zwar aus folgenden Gründen: Ohne sich um das Recht zu kümmern, haben sehr viele Anstösser des Segura an seinem Mittel- und Unterlauf Anlagen für die Wasserentnahme erstellt. Dies führte mit der Zeit dazu, dass der Rio Segura des öftern, bei einer Wasserführung im Oberlauf von 20 m³/s, vor der Einmündung ins Meer keinen Tropfen Wasser mehr enthielt. Die Folge davon war, dass die Riegos de Levante mit der legalen Konzession zeitweise nicht mehr in der Lage war, den Wasserbedarf ihrer Kunden zu decken. Nach vergeblichen Vorstellungen bei den massgebenden Instanzen griffen die Bauern oft zur Selbsthilfe. Dies zwang die Behörden, einzuschreiten und zu schlichten. Der Zwischenfall konnte jeweilen beigelegt werden gestützt auf die offizielle Erklärung, dass die bereits installierten Pumpen das Recht haben, weiter zu arbeiten, dass hingegen neue Installationen ohne staatliche Konzession nicht mehr zulässig seien. Dieser Vorgang wiederholt sich leider alle paar Jahre. Nur bei Ausführung des eingangs erwähnten aufsehenerregenden Kanalprojekts von Lorenzo Pardo könnte dieser Mißstand behoben werden. Ergänzend sei noch erwähnt, dass der Wert des Terrains durch die Bewässerung bis auf das Zehnfache gesteigert werden kann. Die Ertragserhöhung bildet die Grundlage der vom Staate durchgeführten Wirtschaftlichkeitsberechnungen zur Rechtfertigung der Investitionen in den Bewässerungsanlagen.

Nach diesen Ausführungen über die Bewässerung soll das zweite Problem, die *«Wasserkraftnutzung»*, behandelt werden. In der spanischen offiziellen Statistik der öffentlichen Elektrizitätswerke sind rd. 450 in Betrieb befindliche Wasserkraftanlagen aufgeführt, wobei hervorzuheben ist, dass diese Statistik Werke mit einer installierten Leistung von 20 PS an umfasst. Zählt man nur die Werke mit mehr als 500 kW, wie dies in der schweizerischen Statistik der Fall ist, so bestehen in Spanien über 190 Wasserkraftanlagen gegenüber 220 in der Schweiz. Die total installierte Leistung der spanischen Werke mit mehr als 500 kW beläuft sich auf 1,2 Mio kW, also auf rund 70 % der schweizerischen Werke. Die grösste Anlage ist das Speicherwerk *Esla*, das auf einem Zufluss des Duero gelegen ist, über eine installierte Leistung von 140 000 kW verfügt und jährlich im Mittel 450 Mio kWh produzieren kann. Die andern Grosskraftwerke, als Flusslaufwerke ausgebaut, liegen auf dem Jucar westlich Valencia, und einige als Hochdruckwerke ausgebaute Anlagen im Gebiete des Ebro am Südhang der Pyrenäen. Jedes dieser Kraftwerke produziert durchschnittlich über 150 Mio kWh im Jahr. Ein Grossteil der Wasser-

kraftanlagen ist mit dem schwerwiegenden Nachteil behaftet, dass die verfügbare Leistung während der Trockenperioden ganz wesentlich zurückgeht, sei es wegen Wassermangel oder Gefällsreduktion infolge Absenkung der Stauseen. Bei Speicherwerken mit der Zentrale am Fusse der Staumauer geht die Leistung oft bis auf einen Drittel, in ausserordentlichen Fällen sogar bis auf Null zurück. Das ist einer der Hauptgründe, welche die grösseren Elektrizitätsgesellschaften zwangen, auch thermische Kraftwerke mit einer installierten Leistung von rund einem Viertel derjenigen der Wasserkraftanlagen in Reserve zu haben. Diese thermischen Kraftwerke, Dampf- und Dieselanlagen, wurden im wasserreichen Jahre 1940 beispielsweise nur mit 7 % zur Deckung des gesamten Energiebedarfes herangezogen.

Die Anlagen sind aus den bereits im Abschnitt über die Bewässerung aufgeführten Gründen möglichst als Speicherwerke ausgebaut worden. 38 Speicherbecken haben zusammen einen Nutzinhalt von über fünf Milliarden m³. Mit dieser Wassermenge könnte man den grössten schweizerischen Stausee im Wäggital 35mal füllen. Das grösste Becken (Esla) hat ein Volumen von rd. 1,2 Mia m³. Dann folgen zwei Becken (Tranco de Beas und Yesa) mit rund je einer halben Milliarde m³ Inhalt. Selbstverständlich wird mit solchen Vergleichszahlen keine Bewertung der Anlagen bezweckt, denn die schweizerischen Staubecken, die z. T. auf 2000 m Höhe liegen, stellen ohne Zweifel in energiewirtschaftlicher Hinsicht einen grösseren Wert dar als das Staubecken Esla, das sich nur rund 600 m über dem Meeresniveau befindet. Das gesamte Speichervolumen von 5 Milliarden m³ ist durch den Bau von 38 Staumauern mit mehr als 35 m Höhe geschaffen worden. In der linken oberen Ecke der Abb. 8 sind diese Mauern der Grösse nach dargestellt und rechts davon zum Vergleich die schweizerischen Mauern von mehr als 35 m Höhe, von denen erst acht existieren. Während in Spanien die zwei grössten Mauern eine Höhe von 104 m aufweisen, überragt die höchste schweizerische Staumauer, auf der Grimsel, diese noch um rund 10 m. Was das Betonvolumen anbelangt, so erreicht dasselbe für sämtliche 38 Mauern rund 5 Mio m³. Diese Betonmenge würde ausreichen zur Erstellung von 20 Stauobjekten von der Grössenordnung der Wäggitalsperre im Schräh. Alle 38 erwähnten Staumauern sind als massive Schwergewichtsmauern mit gerader oder gekrümmter Grundrissform ausgeführt worden. Bisher wurden nur drei grössere Bogenmauern und noch kein aufgelöster Mauertyp gebaut, trotzdem sich die frostfreien Gegenden für diese Mauertypen sehr gut eignen würden. Dies lässt auf einen gewissen Konservatismus schliessen, obwohl bei Betrachtung der Abb. 8 dieser Schluss nicht ganz gerechtfertigt erscheint. Die Spanier haben es als erste — und zwar schon im Jahre 1584 — gewagt, eine Staumauer von 45 m Höhe zu erstellen. Die Basisbreite dieser Mauer entspricht den heute üblichen Dimensionen, während die Form in statischer Hinsicht zu wünschen übrig lässt. Im Jahre 1921 erstellte man in Spanien eines der ersten Kraftwerke, bei dem das Maschinenhaus in der Staumauer eingebaut ist und vom Hochwasser überflutet wird. Dieses Werk darf mit Recht als Vorläufer der Wasserkraftanlage Aigle auf der Dordogne bezeichnet werden, die vom Fachmann als Novum betrachtet wird. Das im Jahre 1931 auf dem Rio Jándula, einem rechtsufrigen Zu-

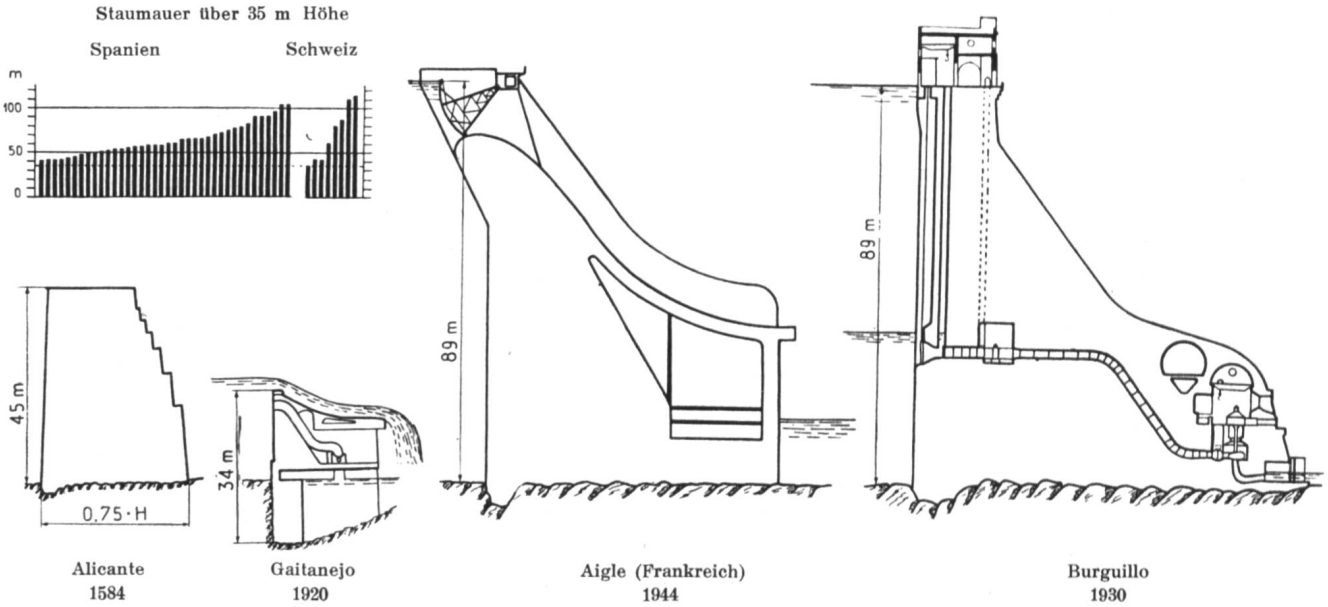

Abb. 8 Entwicklung der Staumauern

fluss des Guadalquivir, erstellte Kraftwerk ist vom gleichen Typ und von gleichem Ausmass wie die Anlage Aigle auf der Dordogne. Es ist aber vorgesehen, dass die Mauer und die Zentrale nur ganz ausnahmsweise überflutet werden.

Die Konfederationen führen ihre Anlagen vorwiegend mit den allereinfachsten Bauinstallationen (Materialtransport nur mit Rollwagen, unterstützt durch Lasttiere) aus und zwar nicht nur mangels gelernter Arbeitskräfte, sondern auch, weil das Klima meist erlaubt, während des ganzen Jahres zu arbeiten, und somit der gesamte Arbeitsprozess nicht, wie in der Schweiz, auf nur 4 bis 5 Monate des Jahres zu konzentrieren ist. Dies sind wohl die Hauptgründe, warum bisher keine aufgelösten Mauertypen zur Anwendung gelangten. Die Privatgesellschaften, die der Wirtschaftlichkeit Rechnung tragen müssen, da sie Becken zur Wasserkraftnutzung schaffen, verwenden zur Verkürzung der Bauzeit meist wie in der Schweiz die modernsten Bauinstallationen, bestehend aus Kabelkranen, Betonfabriken etc. Beispiele dafür sind die Staumauern der Werke Esla im Duerogebiet, der Anlagen Burguillo und Charco del Cura am Alberche bei Madrid und der Anlage Camarasa im Ebrogebiet.

Als Bauten, welche die Wirtschaftlichkeit vieler Wasserkraftprojekte in Frage stellen, sind die *Hochwasser-Entlastungsanlagen* hervorzuheben. Bei dem erwähnten Duerowerk Esla sind 6500 m^3/s über eine Gefällshöhe von rd. 100 m abzuleiten. Das Hochwasser ist bei dieser Anlage mehr als sechsmal grösser als das grösste Hochwasser am Rheinfall und stürzt ausserdem viermal tiefer hinunter. Es muss beim Esla-Werk eine kinetische Energie von über acht Mio PS vernichtet werden, oder 25mal mehr als beim Rheinfall. Trotz der Ausbildung des Ueberfalls nach einem im Wasserbaulaboratorium in Karlsruhe durchgeführten Modellversuch traten bei der ersten Hochwasserableitung Kolkerscheinungen von beträchtlichem Ausmasse auf. Tausende von Kubikmetern guten Granits wurden in kurzer Zeit weggerissen, und teure Umbau- und Erweiterungsarbeiten mussten durchgeführt werden.

Ein zweites charakteristisches Beispiel für die Hochwasserabfuhr ist der Rio Cala. Für diesen Fluss wurde bei der Konzessionserteilung das höchste Hochwasser mit 700 m^3/s angesetzt. Bald zeigte sich aber, daß mit bedeutend höheren maximalen Abflussmengen zu rechnen ist. Umfangreiche Studien unter Verwertung aller neuesten Theorien und Methoden zur Bestimmung der Hochwassermengen wurden durchgeführt mit dem Ergebnis, dass ca. alle 1000 Jahre ein Hochwasser von 1000 bis 1200 m^3/s zu erwarten ist. Zufälligerweise kam kurze Zeit nach Abschluss der Studien zweimal hintereinander das Mehrfache des 1000jährigen Hochwassers zum Abfluss, und zwar war es ungefähr viermal so gross, wie in der Konzessionsakte vorgesehen.

Da die Stauseen in Spanien meist Abflüsse aus relativ grossen Einzugsgebieten erfassen, wobei Oberflächen von mehr als 1000 km^2 keine Seltenheit sind, während die Einzugsgebiete unserer Stauseen 156 km^2 nicht überschreiten, ist in der Regel mit einem Hochwasser von einigen Tausend Kubikmetern pro Sekunde zu rechnen. Die Hochwasser-Entlastungsanlagen sind nicht nur wegen der grossen abzuleitenden Wassermengen sehr teure Bauten, sondern auch infolge der oft sehr ungünstigen Untergrundverhältnisse, da der gesunde Fels erst in relativ grosser Tiefe vorkommt. In solchen Fällen erfordert der Ausbau der Ablaufgerinne, die aus Gründen der Sicherheit möglichst weit von der Staumauer entfernt enden sollen, oft ein Mehrfaches an Material und Kapital, als das eigentliche Abschlussbauwerk der Entlastungsanlage. Gestützt auf diese Tatsache und darauf, dass die Stauobjekte im Verhältnis zur akkumulierfähigen Energie oft ein sehr grosses Ausmass annehmen, wäre es meistens nicht wirtschaftlich, die Anlagen nur für die Wasserkraftnutzung oder nur für die Bewässerung allein auszubauen. In den meisten Fällen liegen gemeinsame Interessen vor, wobei die an der Bewässerung interessierten Kreise und die Elektrizitätsgesellschaften als Initianten auftreten. Der Initiant übernimmt gewöhnlich die Bauausführung und die Finanzierung der Gemeinschaftsanlage, d. h. der Akkumulieranlage. Die Verteilung der Baukosten erfolgt dann auf Grund einer durch Dekret erlassenen Formel, in welcher der vom Mitbeteiligten zu tragende Kostenanteil als Funktion des Nutzgefälles ausgedrückt ist. Je nach den Gefällsverhältnissen kann der Kostenanteil bis 50 oder mehr Prozent der Baukosten betragen. Einen Fünftel hat der Mitbeteiligte meist schon während des Baues zu entrichten und vier Fünftel in Form von fest verzinsbaren Annuitäten während 25 Jahren vom Betriebsbeginn an gerechnet.

Bis jetzt wurden nur die Akkumulieranlagen als Gemeinschaftsanlagen für Bewässerung und Wasserkraftnutzung erwähnt. Die übrigen Bauobjekte der Wasserkraftanlagen weisen gegenüber den Ausführungen in der Schweiz keine Besonderheiten auf. Die Maschinenindustrie wurde oft vor schwierige Probleme gestellt. Sie musste u. a. Turbinen konstruieren für Gefällsschwankungen von 1 : 3. Beim Kraftwerk Jándula wurden Turbinen mit auswechselbaren Laufrädern — und zwar für das hohe und das niedere Gefälle — gebaut.

Ueber die Energieübertragung und den Energieabsatz kann folgendes gesagt werden. Einen Begriff der gewaltigen Transportdistanzen in Spanien

vermittelt die Tatsache, dass die bestehenden Leitungen mit Spannungen von 25 bis 130 kV eine Gesamtlänge von über 5000 km aufweisen; sie sind also siebzehnmal länger als die Strecke Romanshorn–Genf. Zur Rationalisierung des Ausbaues des Höchstspannungsnetzes wurde vor kurzem eine Gesellschaft gegründet, in der sämtliche grösseren Elektrizitätsgesellschaften vertreten sind. Ihre Hauptaufgabe besteht darin, die Produktionszentren mit infolge gewaltiger Klimadifferenzen zeitlich verschiedenem Energiedargebot miteinander zu verbinden und darin, die Spannung zu vereinheitlichen. Abb. 9 zeigt die Verteilung der Energie auf die verschiedenen Grosskonsumentengruppen, wobei auf Verluste und Eigenverbrauch 28 % entfallen, ein wegen der grossen Transportdistanzen relativ hoher Prozentsatz im Vergleich zur Schweiz, wo der Anteil Verluste und Speicherpumpen nur ca. 11 % beträgt.

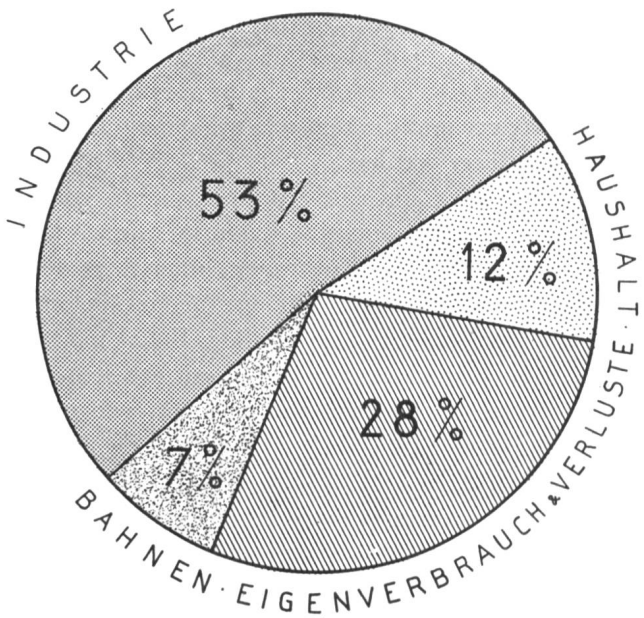

Abb. 9 Verteilung der Energie auf die Grosskonsumentengruppen

Von den projektierten Anlagen für die *Binnenschiffahrt* sind bis jetzt relativ wenige verwirklicht worden, obwohl darüber, wie in der Schweiz, schon viel diskutiert und geschrieben wurde. Es bestehen Projekte zur Schiffbarmachung des Ebro und des Guadalquivir. Für den Ausbau des Guadalquivir liess schon vor 315 Jahren König Philipp IV ein Projekt ausarbeiten, und anfangs dieses Jahrhunderts wurde zu diesem Zwecke eine Gesellschaft gegründet mit der Bezeichnung «Compañía de Canalización y Fuerzas del Guadalquivir». Zur Ermöglichung der Schiffahrt zwischen Sevilla und Córdoba projektierte sie elf Flusslaufwerke mit den dazugehörigen Schiffschleusen. Die unterste Stufe bei Sevilla wurde bereits vor 14 Jahren ausgebaut und zwar vorläufig ohne Schiffschleuse. Inzwischen wurde die genannte Gesellschaft aufgelöst, so dass der Ausbau der Schiffahrt auf dem Guadalquivir voraussichtlich längere Zeit nicht in Frage kommen wird.

Unsere Ausführungen zeigen, dass in Spanien auf dem Gebiete der Bewässerung und Wasserkraftnutzung sehr viel geleistet wurde. Das Ausland wurde vielfach zur Mitarbeit herangezogen; unter anderem erhielt auch die Schweiz Aufträge, nicht nur für die Projektierung und Ausführung von ganzen Anlagen, sondern auch für Lieferung von Maschinen, Eisenkonstruktionen, elektrischen Ausrüstungen etc., die unseren Ingenieurbüros und der Industrie willkommene Beschäftigung gaben.

Der gegenwärtige Zustand des Greifensees

Von *H. Kuhn*, Zürich[1]

Infolge der fortwährenden Verschlechterung des Zustandes des Greifensees stellte der leider so früh verstorbene Kantonschemiker Prof. Dr. Waser ein Programm für die Untersuchung des genannten Sees auf. Die Untersuchung wurde so verteilt, dass Dr. E. Märki den chemisch-bakteriologischen Teil übernahm und Dr. E. A. Thomas den biologischen. Die beiden ausgezeichneten Untersuchungsberichte liegen nunmehr vor; ihre Ergebnisse sind von grossem Interesse.

Der Greifensee gehörte noch vor 30 Jahren zum Typus der oligotrophen Reinwasserseen (oligotroph = nährstoffarm). Silberschmidt und Fehlmann konstatierten bereits 1915/16 einen ersten Schritt zur Seeverschmutzung durch den Aabach. 1917 erreichte der See ein neues Stadium der Eutrophierung (eutroph = nährstoffreich). Im Jahre 1932 fand durch einen plötzlichen Schub weiterer Seeverschmutzung ein grosses Fischsterben statt. Im gleichen Jahr setzte auch eine Massenentwicklung der Fenster-Kieselalge, Tabellaria fenestrata, ein, ähnlich wie das seinerzeit im Zürichsee im Jahre 1896 der Fall war. Der Greifensee hat im weiteren Verlauf einen hohen Grad an Nährstoffanreicherung erfahren, und zwar nicht durch die natürliche Alterung und Verlandung des Sees, sondern infolge der zunehmenden und fortgesetzten Abwassereinleitung und der damit verbundenen Massenentwicklung der schwebenden Kleinlebewelt, des Planktons.

[1] Abb. 1 siehe Seite 39