Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 53 (1961)
Heft: 1-3

Artikel: Die Wasserwirtschaft Spaniens
Autor: Diaz-Ambrona, Domingo
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-920743

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 23.08.2025

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

Die Wasserwirtschaft Spaniens

(nach spanischem Originaltext)

Ing. *Domingo Díaz-Ambrona*, Madrid,
Sekretär des Spanischen Nationalkomitees für Bewässerung und Entwässerung

DK 551.48

Das Wasser, Spaniens wichtigstes Gut

Für ein Land mit den klimatischen Bedingungen Spaniens bildet das Wasser die wichtigste Quelle des Wohlergehens. Es soll deshalb hier versucht werden, im engbeschränkten Rahmen des vorliegenden Aufsatzes in kurzen Zügen wenigstens eine generelle Charakterisierung der spanischen Wasserwirtschaft zusammenfassend zur Darstellung zu bringen. Eine Bewirtschaftung dieses wichtigsten Gutes reicht zurück in die bewegte historische Vergangenheit und befindet sich gegenwärtig in einer dynamisch lebhaften, entschlossenen Entwicklung. Die Ideen für eine einheitliche Konzeption gelangten zur Reife, und die aufbauende Tätigkeit wird nur beschränkt durch die Schwierigkeit, genügende finanzielle Mittel zu erhalten, um die große Aufgabe der vollständigen und einheitlichen Ausnützung der hydrologischen Gegebenheiten zur Ausführung zu bringen.

Die Wasserwirtschaft, ein dynamischer Prozeß.

Da wir die Beschreibung nicht so vollständig wie gewünscht darstellen können, wollen wir uns darauf beschränken, eine einfache statische Vision der spanischen Wasserwirtschaft des Jahres 1960 zu entwerfen. Wir werden eine Serie von graphischen Darstellungen zeigen (Bilder 5 bis 8, 13, 14), in denen sich die Wirklichkeit in Zahlen widerspiegelt: das was bereits erreicht und ausgenützt ist, die natürlichen Gegebenheiten, die ausgeführten Werke, die kultivierbaren Gebiete und die installierte Leistung der Wasserkraftwerke mit deren Energieerzeugung.

Aus diesen fundamentalen Zahlen werden wir eine Reihe sorgfältig ausgesuchter Indizien erhalten, deren aufmerksame Betrachtung genügen sollte, um die unerläßlichen dynamischen Bestrebungen der aktuellen spanischen Wasserwirtschaft zu erklären. Unsere Aufgabe wird sich dadurch auf einen kurzen Kommentar dieser Zahlen beschränken können.

Historischer Rückblick

Seit jeher war die Nutzung des Wassers, besonders für Bewässerungszwecke, die grundlegende Basis der spanischen Volkswirtschaft. Es kann dies zurück verfolgt werden bis in die Zeit vor den Römern, von welcher Periode eindrückliche Zeugen erhalten blieben (Bild 1). Dann folgte eine Intensivierung, ein weiterer beachtenswerter Ausbau im frühen Mittelalter, während der arabischen Epoche, und es sei hier nur an den Wassergerichtshof von Valencia erinnert, dessen Jahrtausendfeier wir soeben erlebten. Die Entwicklung ging weiter bis in die Anfänge der modernen Zeit. Obschon im 19. Jahrhundert wirtschaftliche Rückschläge nicht ausblieben, sind doch interessante Resultate zu verzeichnen. Auch im 20. Jahrhundert hörte die planende Regsamkeit nicht auf. Besonders während der vergangenen 20 Jahre wurden große Werke erstellt. Als unmittelbare Nachkommen erinnern wir uns, was geschaffen wurde und weiter geschaffen wird im Rahmen des ehrgeizigen Planes aus dem Jahre 1902, des im Jahre 1933 vom «Centro de Estudios Hidrográficos» redigierten Programmes und des «Allgemeinen Plans für öffentliche Arbeiten» aus dem Jahre 1939, der also während des Bürgerkrieges entstand. Ferner sei der Plan Badajoz aus dem Jahre 1952 erwähnt sowie der später genehmigte Plan Jaén und eine Serie von weiteren Planungen von allgemeinem und wirtschaftlichem Interesse, und ferner die nachträglichen Ergänzungen und Änderungen des vorgenannten allgemeinen Planes.

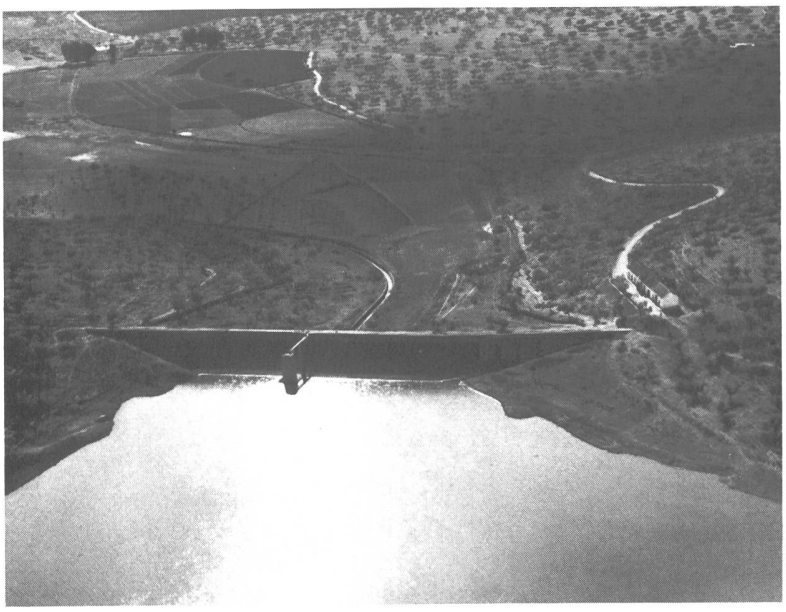

Bild 1
Stausee Cornalbo am Río Albárregas
im Guadiana-Becken
Staumauerhöhe 24 m,
Speicherinhalt 10 Mio m³,
erstellt zur Römerzeit im 2. Jahrhundert

Es sei darauf hingewiesen, daß die wasserwirtschaftliche Planung in Spanien auf eine ruhmreiche Vergangenheit blickt, eine mühsame und doch interessante Gegenwart aufweist und eine Zukunft voller Versprechungen vor sich hat.

Geographischer Umriß

Als unumgängliche Einführung für jede hydrographische Studie Spaniens muß man sich die hauptsächlichen geographischen Gegebenheiten vor Augen halten. Vom Standpunkt des Hydrologen gesehen bildet Spanien eine Einheit mit Portugal. Beide Länder liegen auf der iberischen Halbinsel, die 583 500 km² umfaßt, wovon 493 510 km² auf Spanien entfallen. Außer eines sehr kleinen Gebietes in den Pyrenäen — die Höhen von Garona — das gegen Frankreich entwässert, fließen alle auf spanisches Gebiet fallenden Niederschläge durch iberisches Gebiet. Für hydrologische Studien müssen wir allerdings von den spanischen Inseln und den afrikanischen Besitzungen absehen.

Nachfolgend werden die geographische Länge und Breite der extremen Punkte der spanischen Halbinsel wiedergegeben:

	Breite			Länge		
Estaca de Vares	43°	47′	25″	4°	2′	53″W
Spitze von Toriñano	43°	5′	50″	5°	37′	3″W
Landzunge von Tarifa	35°	59′	50″	1°	55′	17″W
Spitze von Creus	42°	19′	2″	7°	0′	28″E

Die Hauptstadt Madrid befindet sich 3° 41′ 16″ westlich von Greenwich.

Im Süden von Europa gelegen, bildet die iberische Halbinsel den westlichsten Teil des Kontinentes, der hier in den Atlantischen Ozean untertaucht. Diese Südwestlage trägt wesentlich zum Charakter seiner Geophysik bei, besonders was das Klima und die Intensität und Verteilung der Niederschläge anbelangt.

Landwirtschaft Tabelle 1

Region oder Flußbecken	A Oberfläche KHa [1]	B Bebaute Fläche KHa	C Total Bewässerte Fläche KHa	D Neuzeitl. Bewässerung KHa
1. Nordzone Spaniens	5 343	1 389	95	4
2. Ebro-Becken	8 600	3 440	480	388
3. Östliche Pyrenäen	1 656	313	67	22
4. Júcar-Becken und Ostküste	4 309	1 982	255	132
5. Segura-Becken	1 616	792	165	104
6. Südküste Spaniens	2 086	646	97	11
7. Guadalquivir-Becken	6 106	3 175	292	175
8. Guadiana-Becken	6 027	2 712	125	40
9. Tajo-Becken	5 675	2 667	89	65
10. Duero-Becken	7 933	4 045	186	74
Total	49 351	21 161	1 851	1 015

[1] 1 KHa = 1000 Hektaren = 10 km²

Oberflächenbeschaffenheit

Die besondere Orographie prägt Spanien und seine Wasserwirtschaft, indem nicht nur die urbaren Landstriche sowie die Kerngebiete der Besiedlung in rigoroser Weise bestimmt, sondern auch indirekt die Hydrographie bezüglich der Niederschlagsmengen als auch der Höhenlage der verschiedenen Einzugsgebiete beeinflußt werden (siehe Bild 2).

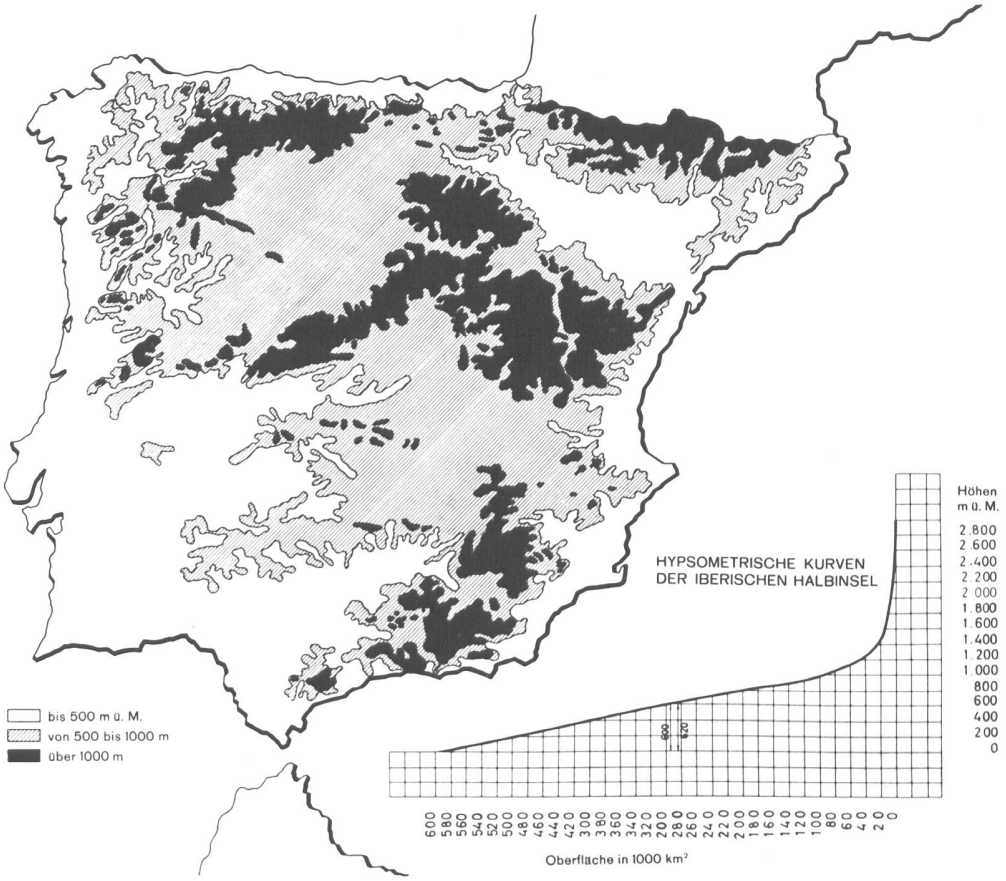

Bild 2
Höhenkarte der iberischen Halbinsel

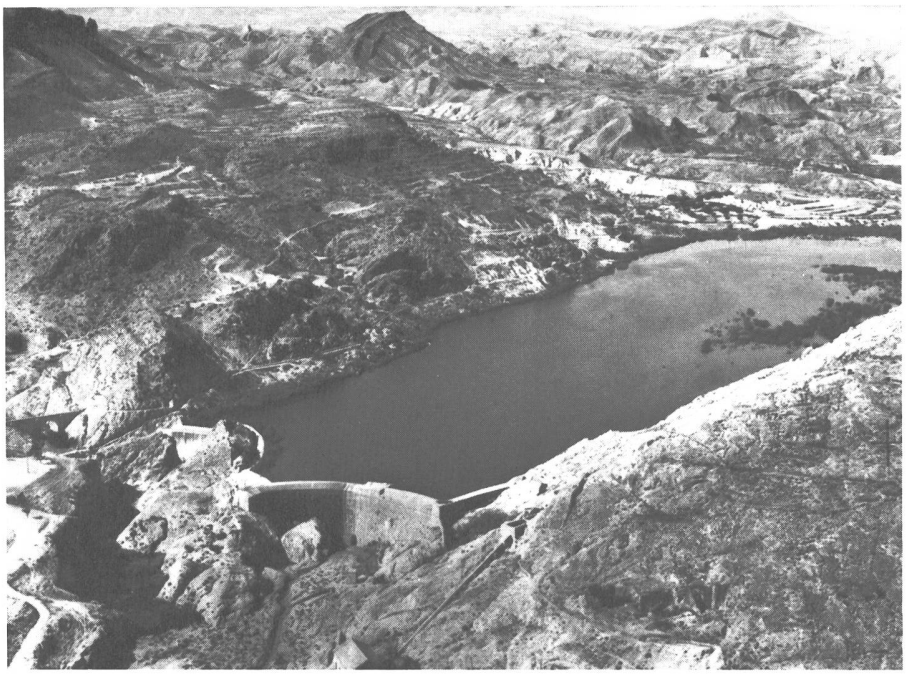

Bild 3
Stausee Elche, am Río Vinalopó im Júcar-Becken (im Plan Zone IV, Nr. 37)
Staumauerhöhe 23,2 m, Speicherinhalt 0,4 Mio m³, erstellt im 17. Jahrhundert

Hydrographie

In der nachstehenden Aufstellung werden einige der wichtigsten Flüsse aufgeführt:

Fluß	Einzugsgebiet km²	Totale Länge km	Davon über 600 m ü. M. km	Quelle auf Kote m ü. M.
Ebro	85 820	927,9	91	2 102
Duero	79 330	913,6	512	2 106
Tajo	56 750	1 120	240	1 592
Júcar	22 415	534	306	1 537

Schon aus diesen wenigen Beispielen geht hervor, daß die große Höhenlage für die spanischen Flüsse als typisch bezeichnet werden muß.

Da wir hier natürlich nicht die Möglichkeit haben, die spanische Geographie eingehend zu behandeln, begnügen wir uns mit der Feststellung, daß die große Masse des Untergrundes durch die spanische Meseta, das Tafelgebirge, gebildet wird, der aus einem Kern mit mehr oder weniger steilen Rändern besteht. Dieser Kern erreicht eine mittlere Höhe von 660 m ü. M. und ist fast gänzlich von Höhenzügen umgeben, die den Zugang zum Meer erschweren.

Im Nordosten und im Südwesten dieses großen Blockes senkt sich die Oberfläche und bildet die verhältnismäßig tiefen und weiten Täler des Ebro und des Guadalquivir. Die Gräben des Tajo und des Guadiana dagegen sind in ihrem unteren Teil nicht sehr tief eingeschnitten.

Geologische Geschichte

Äußerst interessant für die Erklärung der Charakteristika des spanischen Bodens wäre ein — wenn auch nur oberflächliches — Studium der geologischen Frühgeschichte der Halbinsel. Wir können nur darauf hinweisen, daß der große Kern der Tafel am Ende der paläozoischen Zeit klar abgegrenzt erscheint, als die

Hydrographie — Niederschläge Tabelle 2

Region oder Flußbecken	A Oberfläche KHa	Niederschläge mittlere Höhe E_1 dm	Niederschläge Volumen E_2 KHa-dm (Hm³)	F Abfluß-Koeffizient	G Nutzbare Niederschläge G_1 dm	G Nutzbare Niederschläge G_2 KHa-dm (Hm³)	H Speicherbecken in Betrieb KHa-dm (Hm³)
1. Nordzone Spaniens	5 343	13,30	71 062	0,602	8,00	42 744	1 453
2. Ebro-Becken	8 600	5,94	51 084	0,381	2,26	19 436	2 635
3. Östliche Pyrenäen	1 656	7,47	12 370	0,314	2,35	3 892	34
4. Júcar-Becken u. Ostküste	4 309	4,58	19 735	0,233	1,07	4 611	1 571
5. Segura-Becken	1 616	3,89	6 286	0,132	0,51	824	893
6. Südküste Spaniens	2 086	2,61	5 444	0,376	0,98	2 044	86
7. Guadalquivir-Becken	6 106	5,81	35 476	0,178	1,05	6 289	2 562
8. Guadiana-Becken	6 027	4,95	29 834	0 095	0,47	2 833	2 560
9. Tajo-Becken	5 675	5,71	32 404	0,164	0,94	5 334	3 276
10. Duero-Becken	7 933	4,65	36 888	0,244	1,13	8 964	2 941
Spanisches Festland	49 351	6,0907	300 583	0,3226	1,9649	96 971	18 011

G_1 = Nutzbare Niederschlagshöhe ($E_1 \times F$)
G_2 = Nutzbare Niederschlagsmenge ($E_2 \times F$)
H = Nutzinhalt der Speicherbecken

Serie der Erhebungen, die die herzynischen Faltungen bewirkten, beendet waren. Die letzten Aufwölbungen ließen im Norden die Pyrenäen entstehen und die Penibética im Süden des Landes.

Nach der langen Periode der Aufstauchung der Tafel hat das Wasser nivellierend gewirkt und die Tafel in eine «penillanura» (Flachland?) umgewandelt, in dem die Depressionen durch Alluvialmaterial aufgefüllt und die Höhen soweit sie nicht aus hartem, widerstandsfähigem Fels bestanden, als Folge der Erosion abgetragen wurden.

Das Relief der Halbinsel

Bild 2 dürfte ein klares Bild des Reliefs der Halbinsel ergeben. Die Höhenlinien zeigen, daß das Land eine mittlere Höhe von 600 m über Meer erreicht; genauer gesagt teilt die Isohypse 620 die Halbinsel in zwei gleich große, darüber und darunter liegende Teile.

Niederschläge

Verlassen wir nun die Orographie, für deren Erkenntnis wir hervorragende Unterlagen besitzen, und wenden wir uns andern Gebieten zu, für die eher schwankende Daten und weniger Beobachtungsresultate zur Verfügung stehen. Wenn auch ein genügend dichtes Netz von Regenmeßstationen und zahlreiche Wassermeßstellen bestehen, und zudem die zuverlässigen Messungen der vielen Wasserkraftwerke zugezogen werden, besteht doch kein Zweifel, daß in vielen, besonders aber in extremen Fällen die wirklichen Mengen von Niederschlägen und Abflüssen oft der Beobachtung und Festhaltung entgehen, so daß die Werte nachträglich indirekt durch arbeitsintensive Verfahren errechnet werden müssen. Im Hochgebirge besteht noch keine genügende Anzahl von Niederschlagstotalisatoren, auch kann man den Verlauf und die Intensitäten von Regenfällen in den regenreichsten Gebieten nicht genügend erfassen. Wenn Regen auf Schnee fällt — was erfahrungsgemäß die größten Überschwemmungen verursachen kann — können die Folgen nicht korrekt und genau vorausgesagt werden. Trotzdem verfügen wir über umfangreiche, regelmäßig veröffentlichte Zahlen über Niederschlags- und Abflußmengen.

Die laufend erhaltenen Daten stammen aus verschiedenen Studien, die anläßlich des 4. Internationalen Kongresses für Bewässerung und Entwässerung aufgestellt wurden. Die hauptsächlichen Quellen waren die «Bilanz der nutzbaren Wasserkräfte Spaniens» von *Gonzáles Quijano*, der «Nationale Plan der Wasserkraftwerke» von *Lorenzo Pardo*, die Veröffentlichungen des spanischen Nationalkomitees für Bewässerung und Entwässerung und diejenigen der Elektrizitätsabteilung des Ministeriums für öffentliche Arbeiten, sowie Angaben der öffentlichen statistischen Ämter.

Wie Sie sehen werden, benützen wir als übliche Einheit für die Angabe von Wasservolumina und den Inhalt von Stauseen den Hektar-Dezimeter, äquivalent 10 000 $m^2 \times {}^1/_{10}$ m = 1000 m^3, und davon abgeleitet den Kilohektar-Dezimeter (KHa-dm), der dem Kubik-Hektometer oder einer Million m^3 entspricht. Diese Einheit wurde benötigt zur Erfassung großer Wassermengen. Für die Messung der Niederschläge und für die Einschätzung der Bedürfnisse für die Bewässerung und der verfügbaren Wassermengen in Abhängigkeit der Oberfläche wird der Dezimeter verwendet.

Diese Einheiten, die vom «Acker-Fuß», dessen Zehntelsteile in Nordamerika als Maßeinheit verwendet wird, abgeleitet wurden, ermöglichen eine mühelose Vorstellung, ferner erleichtern sie die sofortige Einschätzung von Regen- und Wassermengen und die Umrechnung von Oberflächen und Niederschlags- resp. Abflußhöhen in Volumina, ohne den Kontakt zu verlieren zu den betrachteten Größen.

Am 3. Internationalen Kongreß für Bewässerung und Entwässerung, der im Mai 1957 in San Francisco abgehalten wurde, schlugen wir die Einführung dieser Maßeinheit vor, welcher Vorschlag gut aufgenommen wurde.

Abflußmengen (Graphische Darstellung in Bild 5)

Diese Darstellung zeigt die Wassermengen, die jährlich von den verschiedenen, getrennt aufgeführten Einzugsgebieten abfließen, wobei allerdings einige kleinere Einzugsgebiete jeweils in einer bestimmten Zone zusammengefaßt wurden.

Aus der Darstellung gehen die großen Unterschiede zwischen den einzelnen Gebieten klar hervor, besonders zwischen dem Nordwesten, der reich ist an Niederschlägen und einen hohen Abflußkoeffizienten aufweist, dessen Flüsse beträchtliche Minimalwassermengen und relativ ausgeglichene Wasserführungen aufweisen, und dem übrigen Spanien, das hauptsächlich im Südosten spärlich und unregelmäßig dotierte, im Laufe des Jahres oft lange Zeit völlig trockene Flußläufe hat.

Die Abhänge im Norden von Spanien [1] [1], die den wichtigen Fluß Miño und seine Zuflüsse speisen, haben eine Ausdehnung von 5343 Kilo-Hektaren (kHa), was nur 10,8 % der spanischen Oberfläche auf der Halbinsel ausmacht, wogegen der Abfluß mit 42 744 Mio m^3 (Hm^3 oder kHa-dm) berechnet wird, was 44,1 % des Gesamtabflusses aus dem spanischen Teil der Halbinsel entspricht. Wenn man dies vergleicht mit dem Einzugsgebiet des Segura, von 1616 kHa, aus dem jährlich 824 Mio m^3 Wasser abfließen, weiß man es hoch zu schätzen, wenn aus einer 3,3mal größeren Oberfläche die Abflüsse 50,12mal größer sind, was bedeutet, daß dieses Gebiet 15,19mal mehr Wasser spendet.

Wenn wir das ganze SO-Gebiet betrachten, mit den größten Flüssen Júcar und Segura, die mit [4], [5] und [6] bezeichnet sind, sehen wir, daß ihre Oberfläche 8 011 kHa beträgt, oder 1,49mal mehr als die Einzugsgebiete im NW, die Abflußmenge aber nur 0,17 jener des NW beträgt.

Nicht einmal wenn man zu den vorerwähnten die drei wichtigsten Einzugsgebiete des Guadalquivir, des Guadiana und des Tajo beifügt, die sich im Süden und zum Teil im Zentrum des Landes befinden und Einzugsgebiete aufweisen, die größer sind als der verbleibende Rest des Landes, wird der Zufluß so groß wie jener des

[1] [1] ... [10] bezeichnen jeweils die betrachteten Zonen gemäß Tabellen (in der Übersichtskarte Bild 4 mit römischen Zahlen I bis X bezeichnet).

Bild 4 Lageplan Spaniens mit Speicherbecken und Bewässerungszonen

Verzeichnis der Speicherseen

Numerierung innerhalb der zehn Zonen (Region oder Flußbecken)

I. Nordzone Spaniens

1 Doiras
2 Salime
3 Castrelo
4 Barrié de la Maza
5 Belesar
6 Peares
7 San Pedro
8 San Esteban Leboreiro
9 Sequeiros
10 San Martín
11 Quereño
12 Prada
13 Guistolas
14 Chandreja
15 Bao
16 Montefurado
17 Cenza
18 Conso
19 Las Portas
20 San Agustín
21 Bárcena
22 Las Conchas

II. Ebro-Becken

1 Ebro
2 Bayas
3 Urrunaga
4 Zadorra
5 Alloz
6 Garinonain
7 Yesa
8 Valborneda
9 Ortigosa
10 Ludurilla
11 Peña
12 Navas
13 Ardiga
14 Sotonera
15 Arguís
16 Beloné
17 Mediano
18 El Grado
19 Barasona
20 Santa Ana
21 Canelles
22 Sopeira
23 San Antonio
24 Selles
25 San Lorenzo
26 Camarasa
27 Oliana
28 Tranquera
29 Mecalocha
30 Toros
31 Movera
32 Cueva Foradada
33 Hijar
34 Gallipúen
35 Santolea
36 Pena

III. Östliche Pyrenäen

1 Boadella
2 Say
3 San Lorenzo
4 La Baells
5 San Pons
6 Jorba
7 Foix
8 Gaya
9 Francolí
10 Riudecañas

IV. Júcar-Becken und Ostküste

1 Alarcón
2 Toba
3 Tramacastilla
4 Pajaroncillo
5 San Vicente
6 Arquillo de San Blas
7 Alcamines
8 Balagueras
9 Valbona
10 Palomarejos
11
12 Babor
13 Montanejos
14 Cedramán
15 Alcora
16 Sichar
17 María Cristina
18 Regajo
19 Onda
20 Murs
21 Ulldecona
22 Contreras
23 Generalísimo
24 Loriguilla
25 Busco
26 El Retorno
27 Forata
28 Tous
29 Almansa
30 Boniarres
31 Isbert
32 Guadalest
33 Relleu
34 Amadorio
35 Tibi
36 Elda
37 Elche

V. Segura-Becken

1 Fuensanta
2 Talavé
3 Cenajo
4 Camarmillas
5 Alfonso XII
6 Argos
7 Cierva
8 Valdeinfierno
9 Puentes

VI. Südküste Spaniens

1 Gaitanejo

VII. Guadalquivir-Becken

1 Guadalcacín
2 Hurones
3 Bornos
4 Torre del Aguila
5 Agrio
6 Cuervo
7 Minilla
8 Cala
9 Cañaveral
10 La Junta
11 Aracena
12 Pintado
13 Guadalbacar
14 Retortillo
15 Benbezar
16 Presa Chica
17 Breña
18 Puente Vuero
19 Guadalmellato
20 Yeguas
21 Jándula
22 Rumblar
23 El Molino
24 Guarrizas
25 Guadalín
26 Descuernavacas
27 Montoro
28 Guadalmena
29 Tranco de Beas
30 La Bolera
31 Portillo
32 San Clemente
33 Negratín
34 Colomera
35 Velillos
36 Cubillas
37 Bermejales
38 Quentar
39 Iznajar
40 Cordelilla

VIII. Guadiana-Becken

1 Peña de Aguila
2 Montijo
3 Alanje
4 Orellana
5 Zújar
6 García de Sola
7 Cijara
8 Torre Abraham
9 Gasset
10 Peñarroya
11 Junta
12 Beas

IX. Tajo-Becken

1 Borbollón
2 Valdeobispo
3 Gabriel y Galán
4 Castuera
5 Rosarito
6 Monte Agudo
7 Arenas
8 Cazalegas
9 Burguillo
10 San Juan
11 Picadas
12 Santillana
13 Villar
14 Puentes Viejas
15 Riosequillo
16 Matallana
17 Vado
18 Bonaval
19 Alcorlo
20 Muriel
21 Pálmaces
22 Entrepeñas
23 Bolarque
24 Buendía
25 Zorita
26 Almoguera
27 Estremera
28 Beleña
29 Torcón

X. Duero-Becken

1 Porma
2 Camporredondo
3 Compuerto
4 Requejada
5 Huerga
6 Barrios de Luna
7 Villameca
8 Aguilar de Campóo
9 Arlanzón
10 Retuerto
11 Cuerda del Pozo
12 Moncabril
13 Ricobayo
14 Castro
15 Villalcampo
16 El Porvenir
17 Almendra
18 Iberduero
19 Iberduero
20 Aldeadávila
21 Saucelle
22 Agüeda
23 Santa Teresa
24 Linares
25 Vildé

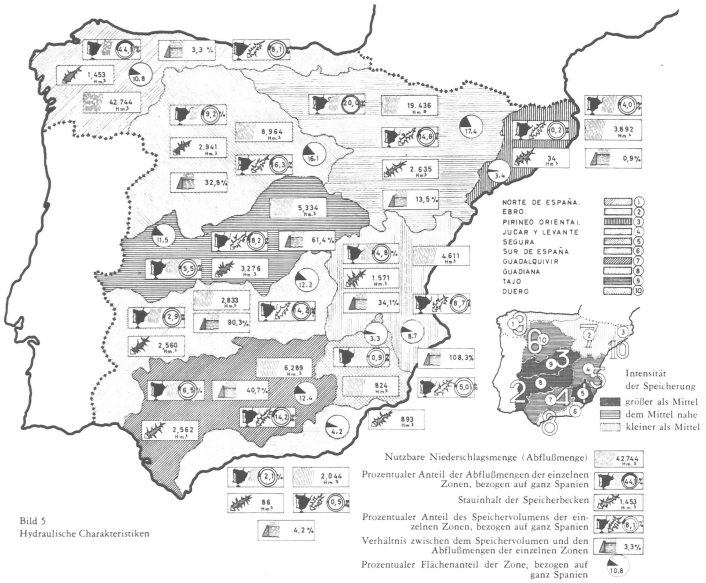

Bild 5
Hydraulische Charakteristiken

Hydraulische Charakteristiken

Tabelle 3
(siehe auch Bild 5)

Region oder Flußbecken	G_z	$\frac{G_z}{T}$	$\frac{H}{T}$	$\frac{H}{G_z}$	H
	Hm³	%	%	%	KHa-dm (Hm³)
1. Nordzone Spaniens	42 744	44,1	8,1	3,3	1 453
2. Ebro-Becken	19 436	20,0	14,6	13,5	2 635
3. östliche Pyrenäen	3 892	4,0	0,2	0,9	34
4. Júcar-Becken und Ostküste	4 611	4,8	8,7	34,1	1 571
5. Segura-Becken	824	0,9	5,0	108,3	893
6. Südküste Spaniens	2 044	2,1	0,5	4,2	86
7. Guadalquivir-Becken	6 289	6,5	14,2	40,7	2 562
8. Guadiana-Becken	2 833	2,9	14,2	90,3	2 560
9. Tajo-Becken	5 334	5,5	18,2	61,4	3 276
10. Duero-Becken	8 964	9,2	16,3	32,8	2 941
Spanisches Festland	96 971	100,0	100,0	18,57	18 011

G_z = Nutzbare Niederschlagsmenge (Abflußmenge)

H = Speicherbecken

$\frac{G_z}{T}$ = Prozentualer Anteil der Abflußmengen der einzelnen Zonen bezogen auf ganz Spanien

$\frac{H}{T}$ = Prozentualer Anteil des Speichervolumens der einzelnen Zonen bezogen auf ganz Spanien

$\frac{H}{G_z}$ = Verhältnis zwischen dem Speichervolumen und den Abflußmengen der einzelnen Zonen

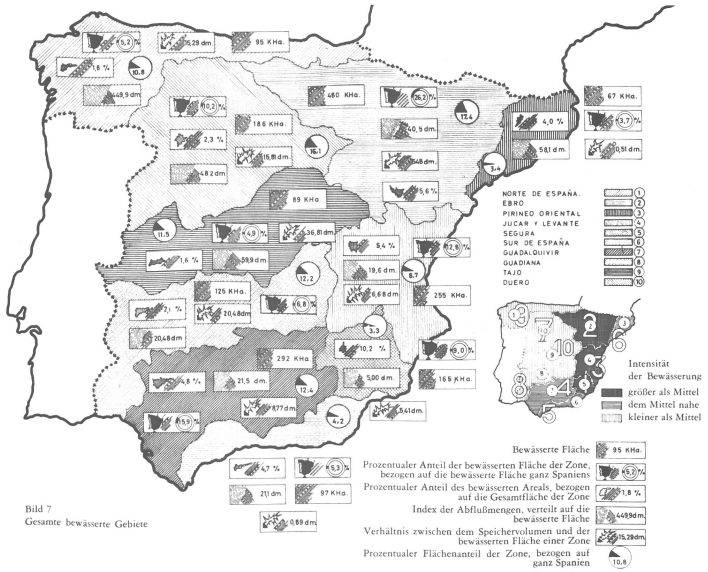

Bild 7
Gesamte bewässerte Gebiete

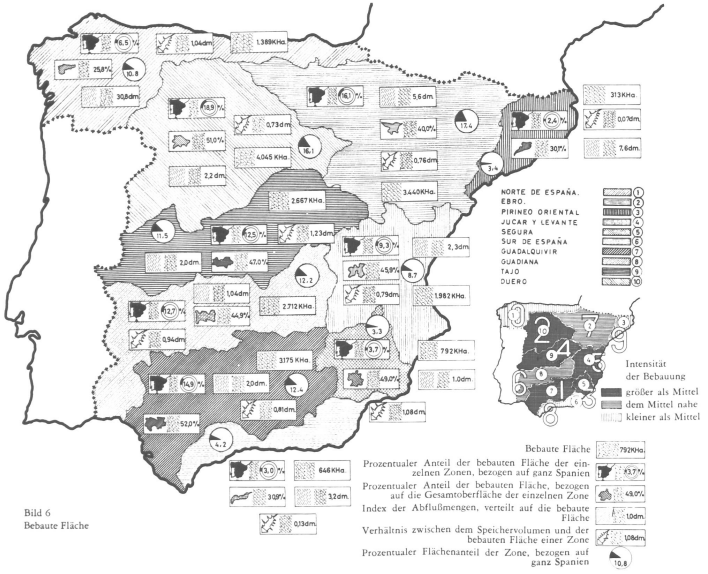

Bild 6
Bebaute Fläche

Bebaute Flächen

Tabelle 4
(siehe auch Bild 6)

Region oder Flußbecken	B	$\frac{B}{T}$	$\frac{B}{A}$	$\frac{G_z}{B}$	$\frac{H}{B}$
	KHa	%	%	dm	dm
1. Nordzone Spaniens	1 389	6,5	25,8	30,8	1,04
2. Ebro-Becken	3 440	16,1	40,0	5,6	0,76
3. östliche Pyrenäen	313	2,4	30,1	7,6	0,07
4. Júcar-Becken und Ostküste	1 982	9,3	45,9	2,3	0,79
5. Segura-Becken	792	3,7	49,0	1,0	1,08
6. Südküste Spaniens	646	3,0	30,9	3,2	0,13
7. Guadalquivir-Becken	3 175	14,9	52,0	2,0	0,81
8. Guadiana-Becken	2 712	12,7	44,9	1,0	0,94
9. Tajo-Becken	2 667	12,5	47,0	2,0	1,23
10. Duero-Becken	4 045	18,9	51,0	2,2	0,73
Spanisches Festland	21 161	100,0	43,28	4,5	0,84

B = Bebaute Fläche

$\frac{B}{T}$ = Prozentualer Anteil der bebauten Fläche der einzelnen Zonen bezogen auf ganz Spanien

$\frac{B}{A}$ = Prozentualer Anteil der bebauten Fläche bezogen auf die Gesamtoberfläche der einzelnen Zonen

$\frac{G_z}{B}$ = Index der Abflußmengen, verteilt auf die bebaute Fläche: $\frac{\text{KHa} \cdot \text{dm}}{\text{KHa}} = \text{dm}$

$\frac{H}{B}$ = Verhältnis zwischen dem Speichervolumen der Zone und der bebauten Fläche derselben $\frac{\text{KHa} \cdot \text{dm}}{\text{KHa}} = \text{dm}$

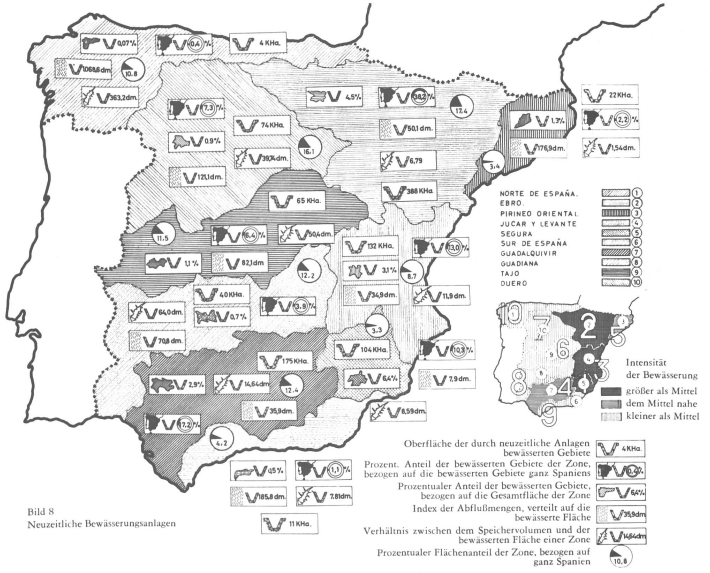

Bild 8
Neuzeitliche Bewässerungsanlagen

Tabelle 5
(siehe auch Bild 7)

Gesamte bewässerte Gebiete

Region oder Flußbecken	C KHa	$\frac{C}{T}$ %	$\frac{C}{A}$ %	$\frac{G_2}{C}$ dm	$\frac{H}{C}$ dm
1. Nordzone Spaniens	95	5,2	1,8	449,9	15,29
2. Ebro-Becken	480	26,2	5,6	40,5	5,48
3. Östliche Pyrenäen	67	3,7	4,0	58,1	0,51
4. Júcar-Becken und Ostküste	255	12,8	5,4	19,6	6,68
5. Segura-Becken	165	9,0	10,2	5,0	5,41
6. Südküste Spaniens	97	5,3	4,7	21,1	0,89
7. Guadalquivir-Becken	292	15,9	4,8	21,5	8,77
8. Guadiana-Becken	125	6,8	2,1	20,5	20,48
9. Tajo-Becken	89	4,9	1,6	59,9	36,81
10. Duero-Becken	186	10,2	2,3	48,2	15,81
Spanisches Festland	1 851	100,0	3,710	52,96	9,836

C = Bewässerte Fläche

$\frac{C}{T}$ = Prozentualer Anteil der bewässerten Fläche der einzelnen Zonen bezogen auf die bewässerte Fläche von ganz Spanien

$\frac{C}{A}$ = Prozentualer Anteil des bewässerten Areals bezogen auf die Gesamtfläche der einzelnen Zonen

$\frac{G_2}{C}$ = Index der Abflußmengen verteilt auf die bewässerte Fläche: $\frac{\text{KHa - dm}}{\text{KHa}}$ = dm

$\frac{H}{C}$ = Verhältnis zwischen dem Speichervolumen der Zone und der bewässerten Fläche derselben: $\frac{\text{KHa - dm}}{\text{dm}}$ = dm

Tabelle 6
(siehe auch Bild 8)

Neuzeitliche Bewässerungsanlagen

Region oder Flußbecken	D KHa	$\frac{D}{T}$ %	$\frac{D}{A}$ %	$\frac{G_2}{D}$ dm	$\frac{H}{D}$ dm
1. Nordzone Spaniens	4	0,4	0,07	1 068,6	363,20
2. Ebro-Becken	388	38,2	4,5	50,1	6,79
3. Östliche Pyrenäen	22	2,2	1,3	176,9	1,54
4. Júcar-Becken und Ostküste	132	13,0	3,1	34,9	11,90
5. Segura-Becken	104	10,3	6,4	7,9	8,59
6. Südküste Spaniens	11	1,1	0,5	185,8	7,81
7. Guadalquivir-Becken	175	17,2	2,9	35,9	14,64
8. Guadiana-Becken	40	3,9	0,7	70,8	64,00
9. Tajo-Becken	65	6,4	1,1	82,1	50,40
10. Duero-Becken	74	7,3	0,9	121,1	39,74
Spanisches Festland	1 015	100,0	2,056	95,54	17,745

D = Oberfläche der durch neuzeitliche Anlagen bewässerten Gebiete

$\frac{D}{T}$ = Prozentualer Anteil der bewässerten Gebiete der einzelnen Zonen bezogen auf die bewässerten Gebiete ganz Spaniens

$\frac{D}{A}$ = Prozentualer Anteil der bewässerten Gebiete bezogen auf die Gesamtfläche der einzelnen Region

$\frac{G_2}{D}$ = Index der Abflußmengen verteilt auf die Oberfläche der bewässerten Gebiete: $\frac{\text{KHa - dm}}{\text{KHa}}$ = dm

$\frac{H}{D}$ = Verhältnis zwischen dem Speichervolumen der Zone und der Oberfläche der bewässerten Gebiete derselben: $\frac{\text{KHa - dm}}{\text{KHa}}$ = dm

Miño und des NW. Die absoluten Zahlen für Oberflächen, Abflußmengen, Niederschlagshöhen und Abflußkoeffizient betragen:

	Oberfläche	Abflußmengen	Nieder-schlagshöhen	Abfluß-koeffizient
S	25 819 kHa	21 835 Hm³	261 mm	0,095
NW	5 343 kHa	42 744 Hm³	1 330 mm	z. Teil 0,602

Der Süden mit einer fast fünfmal größeren Oberfläche erreicht nicht die Hälfte des Abflusses der NW-Gebiete. Dies ist die Folge teils der hohen mittleren Niederschlagshöhe von 1 330 mm im NW, gegenüber nur 261 mm im Süden, teils des beträchtlichen Abflußkoeffizienten im NW, der in Gebieten wie beim Guadiano 0,602 beträgt, im Süden aber nur 0,095. Diese beiden Faktoren zusammen verursachen die großen hydrologischen Unterschiede innerhalb des Landes, die Spanien charakterisieren und die für jegliche Planung voll berücksichtigt werden müssen.

Außer den genannten hydrologischen Unterschieden zwischen dem NW und dem SO des Landes zeigt die hier besprochene graphische Darstellung (Bild 5), wie die Einzugsgebiete des Ebro [2], des Duero [10] und die Abhänge der östlichen Pyrenäen [3] gut mit Wasser dotiert sind im Vergleich zur Oberfläche ihrer Einzugsgebiete.

Bild 9
Stausee Chorro am Río Turón im Süden, Zone VI, Staumauerhöhe 53 m, Speicherinhalt 86 Mio m³, erstellt 1921

Landwirtschaftlich genutzte Gebiete
(Graphische Darstellung in Bild 6)

Obschon sich diese Darstellung nicht direkt und unmittelbar auf die Wasserwirtschaft bezieht, wird sie doch benötigt, um ihre Beziehung zur Bewässerung und deren Bedeutung für Spanien kennen zu lernen.

Es ergeben sich folgende interessante Feststellungen: In den vier Zonen: Ebro [2], Júcar [4], Guadiana [8] und Tajo [9], nähert sich der Anteil der landwirtschaftlich genutzten an der totalen Oberfläche stark dem für ganz Spanien gültigen Mittel von 43,28 %; in den drei Zonen Segura [5], Guadalquivir [7] und Duero [10] ist der Anteil der kultivierten Fläche höher, während in den drei verbleibenden Zonen: Nordspanien [1], östliche Pyrenäen [3] und an der spanischen Südküste [6] der Anteil der genutzten Fläche kleiner ist, so daß man hier von unterkultivierten Zonen sprechen kann. Der Grund dieser Unterschiede liegt hauptsächlich in der verschiedenen Oberflächenbeschaffenheit, denn gerade diese letzteren Zonen sind stark gebirgig, während die beiden erstgenannten am besten mit Wasser dotiert sind. Diese ungünstigen Umstände werden noch dadurch verstärkt, daß die reichen Provinzen am weitesten von den defizitären Gebieten entfernt sind.

Die Zahlen von Bild 6 können als praktisch unveränderlich betrachtet werden; eine wesentliche Vergrößerung der kultivierbaren Oberfläche kann nicht erwartet werden, da es unwirtschaftlich ist, Trockengebiete zu bewirtschaften. Aber ebensowenig muß mit einer Reduktion der unter demographischem Druck neu erschlossenen landwirtschaftlichen Gebiete gerechnet werden, obschon diese in Wirklichkeit wenig abwerfen. Somit haben die landwirtschaftlichen Angaben stabileren Wert als jene bezüglich der Bewässerung oder der Energieerzeugung aus Wasserkraft, da diese jährlichen Schwankungen unterworfen sind, während die bebauten Gebiete in den nächsten fünf oder zehn Jahren nicht ändern dürften.

Aus der Zeichnung und aus den Zahlen geht hervor, daß nur ein kleiner Teil des Landes landwirtschaftlich kultiviert wird. Dieser Anteil wird in den nördlichen Gebieten mit 25,82 % zu einem Minimum, dem der Süden mit 30,9 % nachfolgt, während die höchste Nutzungsziffer im Einzugsgebiet des Guadalquivir erreicht wird mit 52,0 %, in jenem des Duero mit 51,0 % und im Tal des Segura mit 49,0 %. Wenn man berücksichtigt, daß die Nutzung der landwirtschaftlich bebaubaren Gebiete sehr mühsam ist und ohne Zweifel die Grenze der Wirtschaftlichkeit überschritten hat, muß das nationale Mittel von 43,28 % der kultivierbaren zur totalen Oberfläche als verhältnismäßig sehr tief bezeichnet werden.

Allerdings sind die 56,72 % der Gesamtoberfläche, die damit als nicht kultivierbar erscheinen, in Wirklichkeit nicht völlig unproduktiv, sondern meist mit Buschwäldern und Weiden bedeckt, womit in natürlicher Weise die günstigste Ausnützung erreicht wird. Das aus verschiedenen Gründen landwirtschaftlich völlig unproduktive Gebiet wie Städte, Straßen, Bahnen, Industrieanlagen, Felsen, ewiger Schnee usw. macht nur 12 % der Gesamtoberfläche aus.

Interessant sind auch die Wassermengen, die noch aus kultivierten Gebieten abfließen. Diese Mengen variieren stark von 30,8 dm im Norden, wo größte Niederschläge mit größtem Abflußkoeffizienten kombiniert sind und gleichzeitig ein Minimum an landwirtschaftlicher Nutzung besteht, bis zum Einzugsgebiet des Guadiana und des Segura, wo dieser Wert nur 1,0 dm erreicht. Dies bedeutet, daß man in diesen letzteren Gebieten infolge Wassermangels nur einen kleinen Teil — ⅙ bis ⅛ — der bebauten Gebiete bewässern sollte, obschon alle übrigen Umstände günstig sind — was übrigens für einen großen Teil Spaniens gilt. Tatsächlich sind alle Einzugsgebiete Spaniens mit Ausnahme des Nordens [1], des Ebro [2] und der östlichen Pyrenäen [3] defizitär, was das Verhältnis kultivierbarer

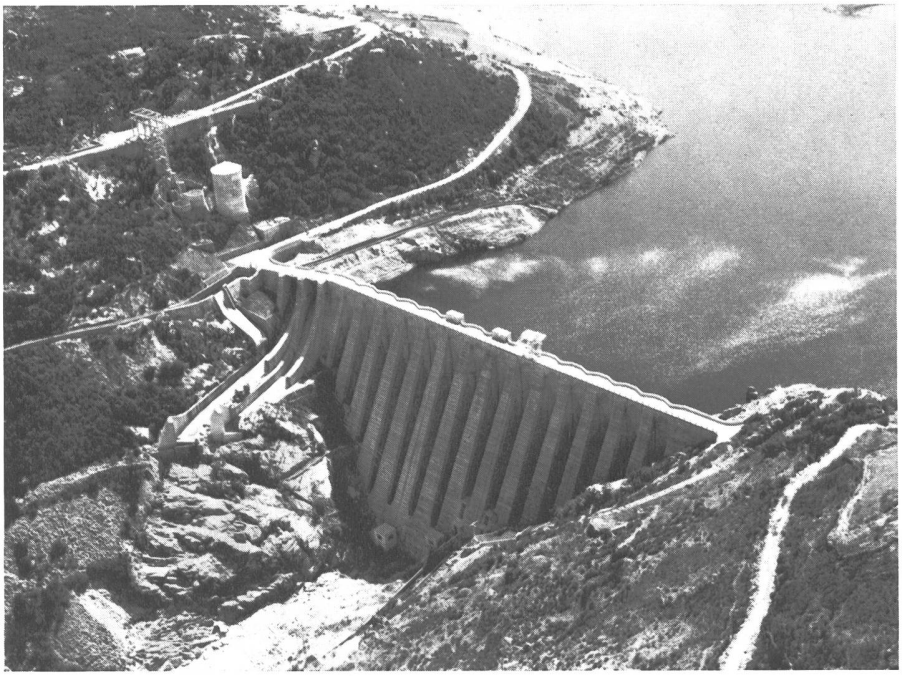

Bild 10
Stausee Chandreja am Río Navea in der Nordzone (im Plan Zone I, Nr. 14)
Staumauerhöhe 85 m, Speicherinhalt 60,7 Mio m³, erstellt 1953

Fläche zu verfügbarer Wassermenge betrifft, einschließlich jenem des Júcar [4], der Südküste [6] und des Duero [10], die etwas günstiger liegen.

Das Verhältnis zwischen den kultivierten Flächen und dem Inhalt der künstlichen Stauseen hat einen recht relativen Wert, da sowohl jährlich mehrmals absenkbare wie auch Überjahresspeicherseen bestehen, ferner solche, die ausschließlich der Erzeugung von Wasserkraft dienen. Da ferner laufend neue Stauseen gebaut und in Betrieb genommen werden, haben die betreffenden Zahlen nur momentanen Wert. Immerhin muß der erwähnte Quotient als äußerst aufschlußreich bezeichnet werden.

Auffallend sind die Verhältnisse beim Tajo, da hier das aufgespeicherte Wasser, auf die kultivierte Fläche verteilt, eine mittlere Wassertiefe von 123 mm ergeben würde. Dazu ist noch zu berücksichtigen, daß im Tal des Tajo die landwirtschaftliche Nutzung höher ist als im spanischen Gesamtmittel. Der hohe Abflußwert wird ermöglicht durch das große Speicherbecken-System von Entrepeñas—Buendía, das allein schon einen großen Teil der kultivierbaren Fläche zu bewässern erlaubt. Die Zahl bedeutet, daß das verfügbare Wasser zur Schaffung weiterer Anlagen zur Bewässerung großer zusätzlicher Gebiete einlädt.

Eine andere Bedeutung hat die nach dem Tajo folgende, den Segura [5] betreffende Zahl. Der hier erreichte Quotient von 108 mm zwischen dem Stauinhalt und der bebauten Fläche ist hauptsächlich darauf zurückzuführen, daß die stark schwankenden Wassermengen der Flüsse weite Stauräume erforderten, die selten ganz gefüllt werden. In Anbetracht der außerordentlichen Fruchtbarkeit der Gegend sollte kein Tropfen Wasser verloren gehen. Anderseits kann man wegen der ebenfalls großen Unregelmäßigkeit der Niederschläge nicht damit rechnen, daß die Rieselfelder auf natürliche Weise beregnet werden. Das wesentliche Problem dieses Tales besteht darin, die Staubecken zu füllen, die, obschon sie groß und während langer Zeit fast leer sind, doch ungenügend erscheinen, um die reduzierten Zuflüsse auszugleichen. Als logische Folge sollten die Staubecken dieses Tales mit Wasser aus andern Einzugsgebieten gefüllt werden. Das Segura-Tal stellt das einzige Gebiet Spaniens dar, in dem der Inhalt der Staubecken den Gesamtzufluß übertrifft.

Einen falschen Eindruck könnten die entsprechenden Zahlen der Nordzone [1] vermitteln, wo das Verhältnis zwischen Stauinhalt und kultivierter Fläche mit 104 mm nahe jenem der oben behandelten Täler liegt; verschiedene Faktoren verfälschen die eigentlichen Verhältnisse, indem sich hier verschiedene Umstände weitgehend ausgleichen. Diese Zahl, die in naher Zukunft als Folge der bevorstehenden Beendigung mehrerer neuer Staumauern rasch steigen wird, ergibt sich einerseits aus dem Umstand, daß die Staubecken fast ausschließlich für die Erzeugung von elektrischer Energie dienen, das Wasser somit nur zum kleinen Teil für Bewässerungszwecke zur Verfügung steht, anderseits aber auch daraus, daß nur wenig Land kultiviert wird, weil das Gebiet mehr Weiden und Buschwälder enthält als andere Zonen Spaniens, teils auch wegen der welligen Oberfläche und wegen des regnerischen Klimas.

Die niedersten, die östlichen Pyrenäen [3] und die Südküste [6] betreffenden Zahlen rühren vom bescheidenen verfügbaren Stauraum her, der wiederum auf dem Mangel an geeigneten Becken beruht. Es ist hier schwierig, Wasser aufzustauen. Diese niederen Werte von 7 resp. 13 mm werden in naher Zukunft steigen, da im Bau befindliche Werke bald beendet sein werden, ohne aber je die hohen Werte anderer Gebiete erreichen zu können. Für diese, von der Natur nach andern Gesichtspunkten reich bedachten Täler bedeutet dies doch einen beträchtlichen Nachteil.

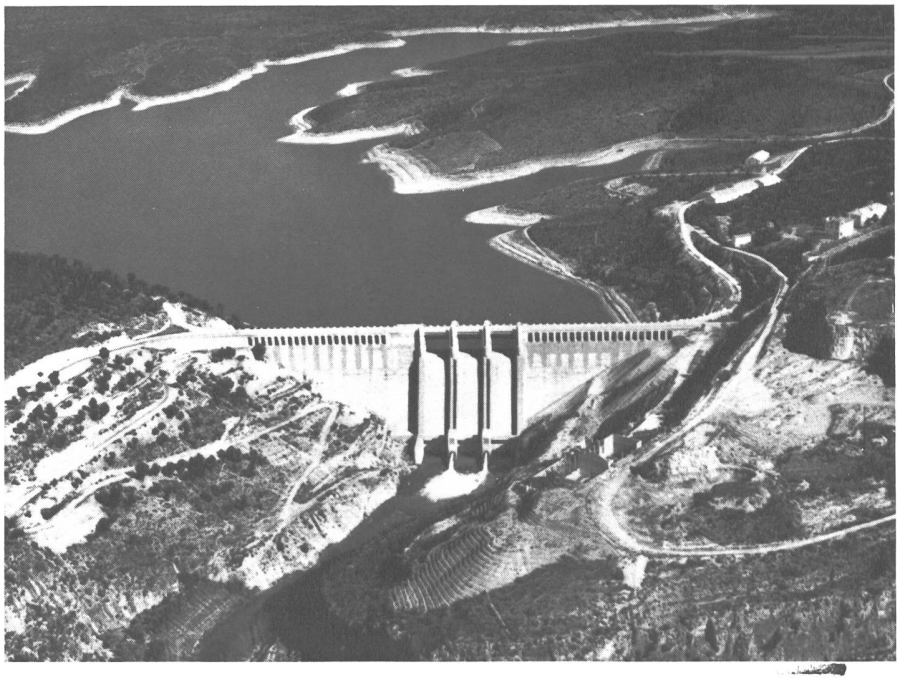

Bild 11
Stausee Alarcón am Río Júcar
(im Plan Zone IV, Nr. 1)
Staumauerhöhe 67 m,
Speicherinhalt 1112 Mio m³,
erstellt 1955

Bewässerte Gebiete (Graphische Darstellung in Bild 7)

Diese Darstellung zeigt den Stand der Bewässerung in Spanien. Da große Anstrengungen unternommen werden, um die bewässerten Flächen nach großzügigen Plänen zu erweitern, haben die das Jahr 1960 betreffenden Zahlen nur vorübergehende Bedeutung. Es bestehen klare Bestrebungen, das ungünstige Verhältnis zwischen dem bisher erfolgten Ausbau der Bewässerungsanlagen und der Wasserdarbietung zu verbessern.

Die Prüfung der Zahlen zeigt, daß das Becken des Ebro [2] mit seinen 480 000 bewässerten Hektaren die übrigen weit überflügelt. Die intensive Bewässerung im Ebrogebiet ist eine Folge der weiten Ausdehnung dieses größten spanischen Flußbeckens und des reichlichen Wasserzuflusses. Vor allem aber muß die große Arbeit für Bewässerungsanlagen beachtet werden, die im Gegensatz zu den traditionellen Bewässerungsarten an der Ostküste und im Süden nach relativ modernen und systematischen Methoden erfolgte. Als Folge der umfangreichen, in Ausführung begriffenen Anlagen von Monegros, Bardenas und Bajo Ebro wird die bewässerte Fläche in kurzer Zeit größer werden. — Die Zahl von 40,5 dm als Quotient zwischen Zufluß und bewässerter Fläche zeigt ein harmonisches Verhältnis zwischen Wasseranfall und bewässerbaren Feldern im Tale des Ebro. Das in bestehenden Becken gestaute Wasser würde die bewässerten Gebiete 5,48 dm hoch mit Wasser überdecken. Auch diese Zahl wird in kurzer Zeit nach Beendigung im Bau befindlicher Neuanlagen größer werden. Wenn auch eine Ausdehnung der bewässerbaren Gebiete vorgesehen ist, besteht kein Hindernis, den erwähnten Quotienten von 5,48 dm (Stauraum durch bewässerte Gebiete) auch nach der Inbetriebsetzung neuer Staubecken erhalten oder gar erhöhen zu können. Allein schon der Schutz vor Überschwemmungen würde eine Erhöhung der Staubeckeninhalte erfordern.

Nach der Ausdehnung der bewässerten Flächen folgen ihrer Bedeutung entsprechend die Bewässerungsanlagen des Guadalquivir [7], die 292 000 Ha erreichen und jene im Tal des Júcar und der Abhänge der Ostküste [4] mit 255 000 Ha, bei denen das Verhältnis der alten zu den modernen Bewässerungsanlagen größer ist als im Tal des Ebro. Wenn man annimmt, daß das in künstlichen Becken gestaute Wasser nur für Bewässerungszwecke zur Verfügung stehen würde, erreicht der Quotient Stauraum durch bewässerte Fläche die Werte 8,77 resp. 6,68 dm und wird durch die Vollendung der im Bau befindlichen großen Stauwerke von Iznajar, Contreras und Tous noch steigen. Obschon die Wasserführung in den Flüssen mehr schwankt als dem Landesmittel entsprechend, und obschon nicht anzunehmen ist, daß die Staubecken jedes Jahr wieder aufgefüllt werden, verfügen diese Gebiete mit den bestehenden Regulieranlagen über einen guten Rückhalt und anderseits über ausgedehnte Bewässerungsanlagen, die noch mehr erweitert werden. Die zur Verfügung stehenden Wassermengen ergeben 21,5 resp. 19,6 dm, bezogen auf die bewässerten Flächen, welches Maß die Bedürfnisse weit überschreitet. Trotzdem wird es mit Rücksicht auf die Sicherstellung der unvergleichlichen Orangenplantagen der Ostküste und des stark defizitären Wasserhaushaltes im Tal des Segura nicht zu umgehen sein, in nicht allzu ferner Zukunft Überleitungen aus andern, reichlicher mit Wasser versehenen Gebieten zu erstellen. Damit würden die Überjahresspeicher besser gefüllt werden können, deren Zweck darin bestanden hatte, die sehr unregelmäßigen Abflüsse auszugleichen, die aber besser ausgenützt würden, wenn die schwankenden eigenen Zuflüsse mit zuverlässigeren Abflüssen aus anderen, niederschlagsreicheren Gebieten ergänzt würden.

Die Gebiete mit den geringsten bewässerten Zonen sind die östlichen Pyrenäen [3], deren 67 000 Ha im Verhältnis zur Gesamtoberfläche etwas mehr ausmachen als dem Landesmittel entspricht, ferner das Tal des Tajo [9], in dem der offensichtliche Widersinn be-

steht, daß größte Staubecken inmitten eines minimal mit Bewässerungsanlagen versehenen Gebietes liegen. 1,6 % der Oberfläche sind bewässert, 3,3 % kultiviert, was die große Verhältniszahl von 36,8 dm zwischen Stauvolumen und bewässerter Oberfläche ergibt.

In dem Maße, wie die projektierten Bewässerungsanlagen in Betrieb genommen werden können, wird das Wasser aus den Staubecken, das bisher fast ausschließlich zur Erzeugung von elektrischer Energie verwendet wurde, vermehrt für Bewässerungszwecke zugezogen, womit die Staubecken erst ihren vollen Zweck erfüllen werden. Es ist zu hoffen, daß innert weniger Jahre die erwähnten Zahlen normale Werte erreichen werden.

Bewässerungsanlagen

(Graphische Darstellung in Bild 8)

Die Verwaltung der öffentlichen Gewässer wurde vom Staat während des vergangenen und am Anfang dieses Jahrhunderts dem meistens «Ministerio de Fomento» genannten Departement übertragen, das sich mit der Entwicklung des öffentlichen Gutes befaßte. 1931 wurde das Ministerium der öffentlichen Arbeiten gegründet, das einen Teil der Aufgaben des vorgenannten Ministeriums übernahm. Im Schoße des neuen Ministeriums ist der Generaldirektion der hydraulischen Anlagen die Verwaltung der öffentlichen Gewässer sowie die Ausführung großer Werke für die Regulierung und die notwendige Ableitung der nutzbaren Gewässer, besonders für Bewässerungen, Wasserversorgungen von Ortschaften und Erzeugung von elektrischer Energie aus Wasserkraft übertragen. Das aus dem Jahre 1911 stammende Bewässerungsgesetz regelt die Beihilfe für den Bau von hydraulischen Anlagen für Bewässerungen, Verbauungen und Eindämmungen. Dabei werden die betreffenden Werke entweder direkt durch den Staat ausgeführt, der die Kosten teilweise durch jährliche Tariferhebungen deckt, oder durch Körperschaften und Bewässerungsunternehmen, die Zuschüsse vom Staat erhalten. Der erstgenannte Fall ist häufiger anzutreffen.

Als Resultat dieses Gesetzes wurden bisher 1 015 000 Ha bewässert oder verbessert, ferner werden Werke ausgeführt zur Erfassung weiterer 700 000 Ha, während solche für andere 800 000 Ha projektiert sind.

Seit der Gründung des Kolonisations-Institutes im Jahre 1939, besonders aber seit 1949, als das Gesetz für Kolonisation in Kraft trat, hat das Institut bei der Ausweitung der bewässerten Zonen durch Einebnung von Grundstücken, den Bau sekundärer Verteilanlagen, Expropriationen, Unterteilung von Grundstücken, den Bau von Gemeinschaftshäusern und Ansiedlungen usw. mitgewirkt. Gegenwärtig wird ein Gemeinschaftswerk der Generaldirektion für hydraulische Werke und des Nationalen Institutes für Kolonisation in einem Gebiet von 500 000 Ha ausgeführt, von dem ein Drittel bereits der Bewässerung erschlossen wurde.

Wenn wir die sogenannten «systematischen» oder modernen Bewässerungsanlagen mit «nicht systematischen», in der Regel alten Anlagen vergleichen, die zur Hauptsache durch Private erstellt worden waren und die Wasser von verschiedener Herkunft, von natürlichen

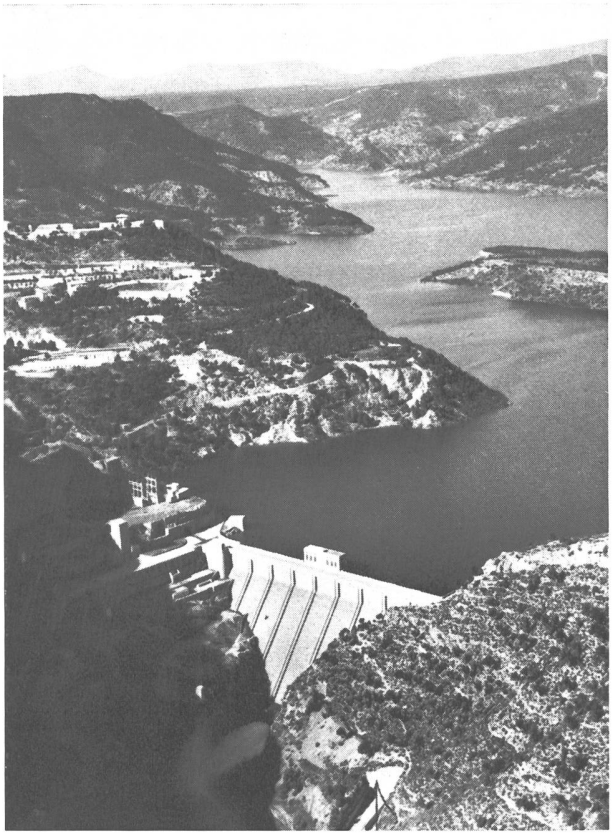

Bild 12 Stausee Generalísimo am Río Turia im Júcar-Becken (im Plan Zone IV, Nr. 23). Staumauerhöhe 110 m, Speicherinhalt 260 Mio m³, erstellt 1955

Wasserläufen oder Brunnenschächten, benützen und durch Gerinne leiten, die normalerweise nicht verkleidet sind, können wir feststellen, daß das Verhältnis zwischen den bewässerten Oberflächen recht variabel ist. Im Tal des Ebro erreichen die systematischen Bewässerungsanlagen die größte Bedeutung, was auch bezüglich der Ausdehnung der bewässerten Felder gilt. Es folgen der Guadalquivir, gleich darauf der Júcar und der Segura, die ältesten und traditionellen hydrographischen Konföderationen.

Die Systematisierung macht Fortschritte, und da auch die nicht systematisierten Anlagen immer mehr von den Regulierwerken abhängen, fügen sie sich langsam zu einem umfassenden System, während gleichzeitig das systematische Netz von Bewässerungsanlagen rasch zunimmt.

Die Prüfung der Zahlen von Bild 8 führen zu den gleichen Schlüssen wie bei Bild 7.

Das Verhältnis zwischen den verfügbaren Wassermengen der Einzugsgebiete und dem totalen Inhalt der Stauseen im jeweiligen Einzugsgebiet zeigt klar, daß genügend Wasser vorhanden ist, um die Bewässerungsanlagen aller Täler mit Wasser zu beliefern, mit Ausnahme der östlichen Pyrenäen, wo keine Stauwerke bestehen.

Die Täler des Tajo, Guadiana und Duero entwickeln in steigendem Maße ihre Bewässerungsanlagen und damit ihre bewässerten Gebiete.

Leistung und Produktion der Wasserkraftanlagen
(Graphische Darstellungen siehe Bilder 13 und 14)

Die beigefügten Tabellen und Graphiken stellen die bereits installierten sowie die in kurzer Zeit durch im Bau befindliche oder projektierte Anlagen verfügbar werdenden Leistungen aller Zonen dar. Diese Zahlen dürfen als zuverlässig bezeichnet werden. Man könnte sie mit den theoretisch maximal erreichbaren Leistungen vergleichen, doch haben wir darauf verzichtet, weil

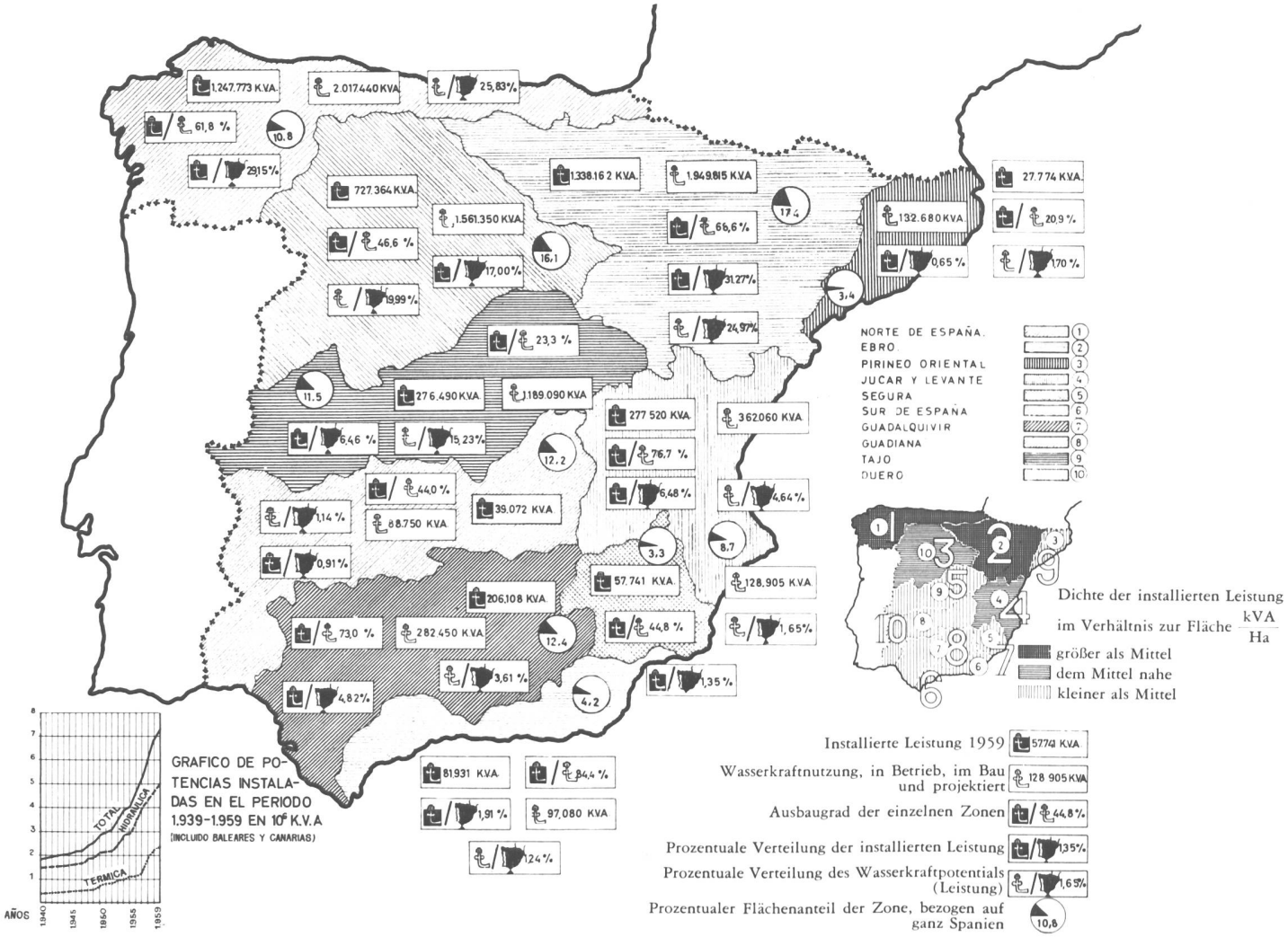

Bild 13 Hydroelektrische Energie: Leistungen

Tabelle 7
(siehe auch Bild 13)

Hydroelektrische Energie: Leistungen

Region oder Flußbecken	J Installierte Leistung (1959) kVA	K Wasserkraft-Nutzung (in Betrieb, im Bau und projektiert) kVA	J/T % Prozentuale Verteilung der 1959 installierten Leistung	J/K % Ausbaugrad der einzelnen Zonen	K/T % Prozentuale Verteilung des Wasserkraft-Potentials	J/A 1959 installierte Leistung pro Hektar kVA/Ha
1. Nordzone Spaniens	1 247 773	2 017 440	29,15	61,8	25,83	0,233
2. Ebro-Becken	1 338 162	1 949 815	31,27	68,6	24,97	0,155
3. Östliche Pyrenäen	27 774	132 680	0,65	20,9	1,70	0,017
4. Júcar-Becken und Ostküste	277 520	362 060	6,48	76,7	4,64	0,064
5. Segura-Becken	57 741	128 905	1,35	44,8	1,65	0,036
6. Südküste Spaniens	81 931	97 080	1,91	84,4	1,24	0,039
7. Guadalquivir-Becken	206 108	282 450	4,82	73,0	3,61	0,034
8. Guadiana-Becken	39 072	88 750	0,91	44,0	1,14	0,006
9. Tajo-Becken	276 490	1 189 090	6,46	23,3	15,23	0,049
10. Duero-Becken	727 364	1 561 350	17,00	46,6	19,99	0,092
Spanisches Festland	4 279 935	7 809 620	100,00	54,8	100,00	0,087

die verschiedenen diesbezüglich durchgeführten Schätzungen stark voneinander abweichen infolge unsicherer Unterlagen für die Berechnungen.

Gonzáles Quijano, dessen Zahlen für Niederschläge und Abflußmengen wir weitgehend benützt haben, da er sie am systematischsten zusammenstellte und seine zurückhaltende Beurteilung auf alle Fälle eine gewisse Marge garantiert, schätzt die totale theoretisch mögliche Ausbauleistung der spanischen Wasserkraft auf 8 185 041 kW.

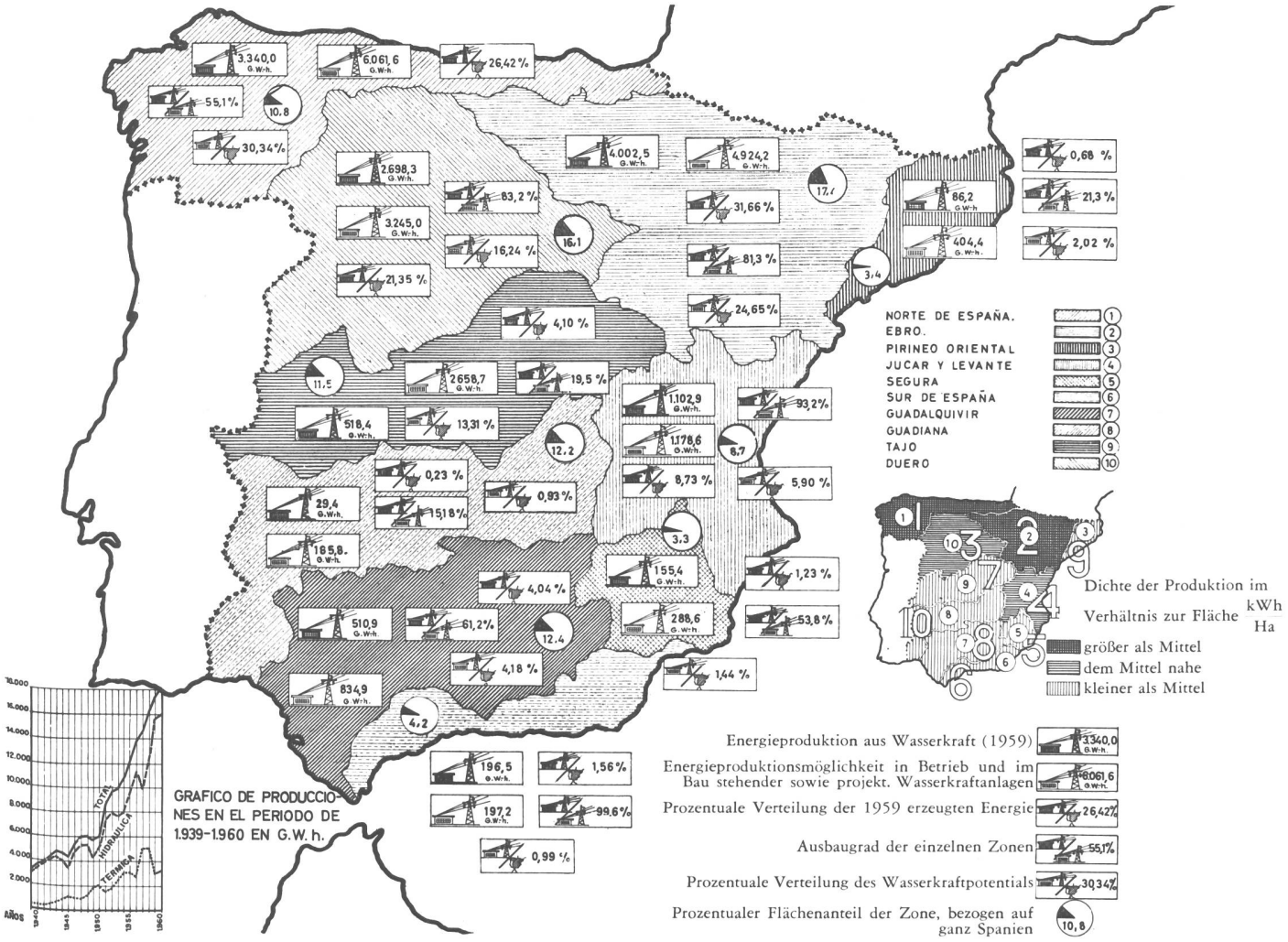

Bild 14 Hydroelektrische Energie: Produktion

Tabelle 8
(siehe auch Bild 14)

Hydroelektrische Energie: Produktion

Region oder Flußbecken	L Energieproduktion aus Wasserkraft (1959) GWh	M Wasserkraftnutzung (in Betrieb, im Bau und projektiert) GWh	L/T % Prozentuale Verteilung der 1959 erzeugten Energie	L/M % Ausbaugrad der einzelnen Zonen	M/T % Prozentuale Verteilung des Wasserkraft-Potentials	L/A 1959 produzierte Energie pro Hektare kWh/Ha
1. Nordzone Spaniens	3 340,0	6 061,6	26,42	55,1	30,34	625
2. Ebro-Becken	4 002,5	4 924,2	31,66	81,3	24,65	465
3. Östliche Pyrenäen	86,2	404,4	0,68	21,3	2,02	52
4. Júcar-Becken und Ostküste	1 102,9	1 178,6	8,73	93,2	5,90	256
5. Segura-Becken	155,4	288,6	1,23	53,8	1,44	96
6. Südküste Spaniens	196,5	197,2	1,56	99,6	0,99	94
7. Guadalquivir-Becken	510,9	834,9	4,04	61,2	4,18	84
8. Guadiana-Becken	29,4	185,8	0,23	15,2	0,93	5
9. Tajo-Becken	518,4	2 658,7	4,10	19,5	13,31	91
10. Duero-Becken	2 698,3	3 245,0	21,35	83,2	16,24	340
Spanisches Festland	12 640,5	19 979,0	100 00	63,268	100,00	256

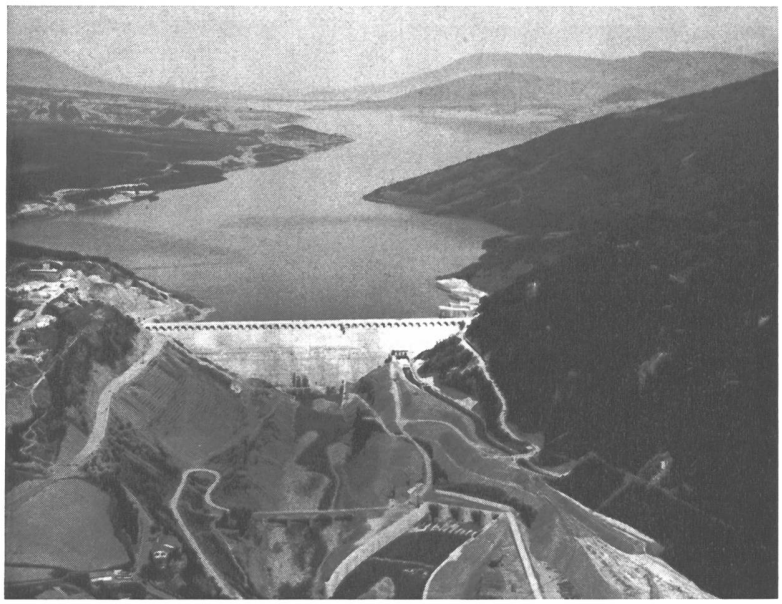

Bild 15
Stausee Yesa am Río Aragón im Ebro-Becken
(im Plan Zone II, Nr. 7)
Staumauerhöhe 74 m,
Speicherinhalt 470 Mio m³,
erstellt 1956

Ohne Zweifel ist diese Zahl zu tief angesetzt. In einigen Einzugsgebieten, wie z. B. in jenem des Tajo, übersteigt die Leistung der bereits in Betrieb stehenden, in Bau befindlichen und projektierten Anlagen die erwähnte Einschätzung bedeutend, und dies obschon die projektierten Zentralen die bestehenden Möglichkeiten bei weitem nicht erschöpfen und noch unberührte Täler nicht erfaßt werden. Die die Elektrizität betreffenden Zahlen stammen von den *«Servicios Eléctricos del Ministerio de Obras Públicas»*.

Besonders auffallend bezüglich der bestehenden und der zukünftigen Wasserkraftwerke sind die Täler des Ebro und Nordspaniens. Die Leistungen dieser Täler sind mit 31,27 resp. 29,15 % der totalen Landesleistung die größten Spaniens; es folgt der Duero mit 17,00 %.

Die beiden erstgenannten Gebiete verdanken ihre bevorzugte Stellung dem großen Wasserreichtum. Der Duero kann dank seiner Höhenlage auf der Meseta in seinem mittleren Lauf ebenfalls viel Energie erzeugen. Wenn wir die installierten Leistungen vergleichen mit dem Inhalt der Staubecken, sehen wir, daß sich weder der Ebro noch viel weniger Nordspanien besonders hervortun. Es rührt dies daher, daß in beiden Gebieten, besonders in der Nordzone, die Unregelmäßigkeit der Abflüsse die geringste von ganz Spanien ist. Die Einzugsgebiete mit den größten Stauseen sind jene des Tajo und des Duero. Die Ausbaupläne in beiden Tälern sind von außerordentlicher Bedeutung und enthalten die im Bau befindliche Anlage von Aldeadávila[2], welche die größte Leistung von Europa aufweisen wird, sowie den projektierten Stausee von Alcántara mit 3,33 Mrd m³ Inhalt, der das Stauseen-System von Entrepeñas-Buendía noch bei weitem übertreffen wird[3].

[2] siehe auch Seiten 31/36 WEW 1961
[3] siehe auch Seiten 25/29 WEW 1961

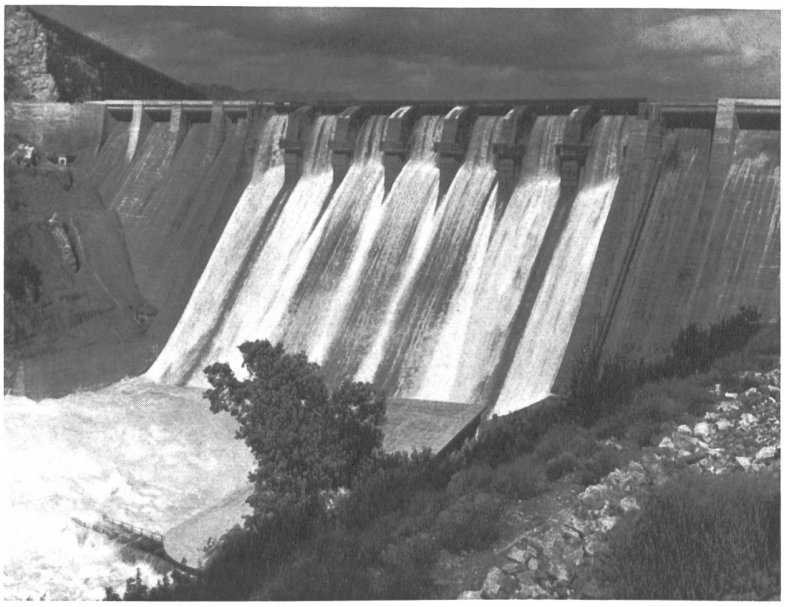

Bild 16
Stausee Cijara am Río Guadiana
(im Plan Zone VIII, Nr. 7)
Staumauerhöhe 80,5 m,
Speicherinhalt 1670 Mio m³,
erstellt 1956

Bild 17 Stausee Buendía am Río Guadiela im Tajo-Becken (im Plan Zone IX, Nr. 24)
Staumauerhöhe 80,25 m, Speicherinhalt 1571 Mio m³, erstellt 1958

Die größte theoretisch mögliche Bruttoerzeugung in ganz Spanien beträgt nach der Berechnung von G. Quijano nur 71 701 GWh pro Jahr, wobei andere Autoren bis ungefähr zum doppelten Wert gelangen. Die Energieerzeugung durch Wasserkraft erreichte im Jahre 1960 insgesamt 15 728 GWh.

Die Tabellen und Figuren sind berechnet auf Grund der Wasserkrafterzeugung des Jahres 1959, die 12 640 GWh betrug, doch behalten die Indizes ihren relativen Wert, da die jährliche Energieerzeugung weitgehend von den Jahresniederschlägen abhängt. Die zunehmende Bautätigkeit ermöglichte ein unaufhörliches Anwachsen der totalen Energieerzeugung seit 1945, mit Ausnahme des Jahres 1949, wobei die durch Wasserkraft erzeugte Energie nur in den Jahren 1949 bis 1953 und 1957 zurückging als Folge außerordentlicher Trockenheit. Sowohl im Jahre 1953 wie 1957 war es mit Hilfe neuer thermischer Zentralen möglich, den Ausfall an Wasserkraft infolge Trockenheit genügend auszugleichen. Während der übrigen Jahre hat die ausgleichende Wirkung der Staubecken genügt, um die gesamte Energieerzeugung weiter ansteigen zu lassen.

Die absoluten Zahlen der Energieerzeugung bestätigen die überragende Bedeutung des Ebro, Nordspaniens und des Duero, welche zusammen 77,42 % der spanischen Energieproduktion ausmachen, während ihr flächenmäßiger Anteil nur 41 % beträgt.

Die intensivste Wasserkrafterzeugung erfolgt in Nordspanien, wo 3340 GWh produziert werden bei einer Oberfläche von 5343 KHa, d. h. mit 625 kWh pro Ha, während das Landesmittel 256 kWh/Ha beträgt; die kleinste Energieerzeugung liefert das Tal des Guadiana mit nur 4,8 kWh/Ha.

Da die Verteilung der Bevölkerung und der Industrie nicht mit den Gebieten intensiver Energieerzeugung übereinstimmt, sind bedeutende Energieübertragungen nötig.

Wir hoffen, daß die aufgeführten Zahlen und die Kommentare die fundamentalen Probleme der spanischen Wasserwirtschaft aufgezeigt haben, die in den unregelmäßigen Niederschlagsmengen liegen, wobei

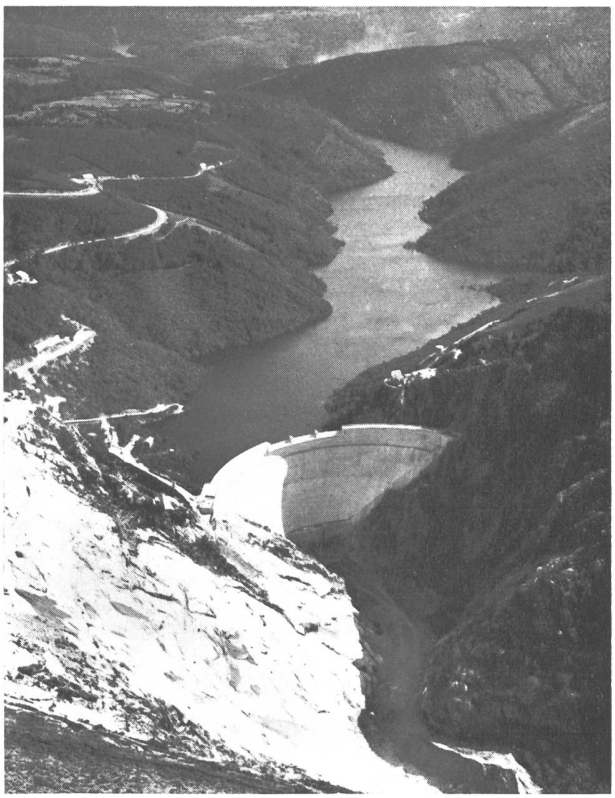

Bild 18 Stausee Eume am Río Eume in der Nordzone. Staumauerhöhe 103 m, Speicherinhalt 125 Mio m³, erstellt 1960

Bild 19 Stausee Orellana am Río Guadiana (im Plan Zone VIII, Nr. 4)
Staumauerhöhe 61 m, Speicherinhalt 800 Mio m³, Fertigstellung 1961

diese Unregelmäßigkeit verschärft wird durch örtlich stark verschiedene Ausgiebigkeit. — Der Norden und Westen sind bevorzugte Gebiete. — Die Schwankung in der Verteilung der Niederschläge geht derart weit, daß diese kaum zeitlich vorausgesagt werden können.

Bei Annahme eines nicht übermäßig niederschlagsreichen Zehnjahreszyklus als Basis für die Berechnung der Niederschläge gehen jährlich 300 000 Mio m³ Wasser auf Spanien nieder. Diese Niederschlagsmenge verursacht aber nur einen Abfluß von 97 000 Mio m³ Wasser, was sicher nicht ungenügend für die spanische Bevölkerung von 30 Mio Menschen sein dürfte. Deren Bedürfnisse an Trinkwasser, für Hygiene, öffentliche Dienste, Industrie, Energieerzeugung und Bewässerung sind bis in eine recht weite Zukunft gedeckt, aber sie erfordern für die Fassung und Ausnützung des benötigten Wassers beträchtliche Anstrengungen im weiteren Bau von Staubecken und Leitungsanlagen.

Bis heute bildeten die hydrographischen Einzugsgebiete die fundamentalen Zonen, die nur durch die unvermeidlichen Überlandleitungen und in sehr wenigen Fällen durch nicht immer glücklich gewählte Wasserüberleitungen durchschnitten werden. Die Ausnützung des spanischen Wasseranfalles verlangt gegenwärtig eine totale und einheitliche Erfassung der Probleme, eine vereinheitlichte Studie der Zuflüsse und der Bedürfnisse, sowie einen einheitlichen Wasserwirtschaftsplan, der ohne Zweifel zu einem geschlossenen nationalen hydrographischen System führen wird.

Die bisherigen, unter ungünstigen Umständen erfolgten Anstrengungen dürften ohne Zweifel doch beeindrucken: In 157 bisher geschaffenen Staubecken werden 18 000 Mio m³ Wasser aufgestaut, dazu kommen 15 000 Mio m³ zukünftigen Stauraumes, die durch 49 in Bau befindliche weitere Staubecken aufgespeichert werden. Diese Zahlen erscheinen wohl als relativ höchste Werte nicht nur für Europa, sondern der gesamten Welt, und zwar sowohl im Vergleich zum Total des Wasseranfalles wie auch in bezug auf die Oberflächenausdehnung des Landes, wenn wir vom durchaus abnormalen Fall von Koriba absehen. Im Vergleich dazu sind die 5400 km in Betrieb stehender Bewässerungskanäle verschiedenster Art recht bescheiden, aber trotzdem eindrücklich, denn sie weisen auf die zukünftigen Entwicklungen und Anstrengungen hin.

Bilder
1, 3, 9/12, 15, 17/19 Photos «Paisajes españoles, reportajes aereos», Madrid
16 Photo Ministerio de obras públicas