Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 65 (1973)
Heft: 3-4

Artikel: Die Bedeutung der Donau für die Bewässerung
Autor: Welev, Donau
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-921137

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: 16.07.2025

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

Industrien sind noch im Rückstand mit der Sanierung der Abwasserverhältnisse.

Eine enge Zusammenarbeit der Gewässerschutzfachleute im Donauraum ist wichtig, um die reichen Erfahrungen gegenseitig austauschen zu können.

LITERATURVERZEICHNIS:

1. Limnologie der Donau. Eine monographische Darstellung. Reinhard Liepolt, 1965—1967, Verlag Schweizerbarth, Stuttgart
2. Limnologische Berichte der X. Jubiläumstagung der Arbeitsgemeinschaft Donauforschung, Bulgarien, 10.—20. Oktober 1966. Verlag Bulg. Akademie 1968
3. Limnol. Donauforschung. Konferenz in Kiew, 4.—14. September 1967. Akademie der Wissenschaften 1969.
4. Kurzfassung der Referate XII. Tagung in Jugoslawien, 22. September bis 2. Oktober 1969
5. Int. Tagung vom 14.—20. September 1970 in der Schweiz. Schweiz. Zeitschrift für Hydrologie 1971/vol. 33/Fasc. 1, Birkhäuser-Verlag Basel
6. Int. Tagung vom 13.—19. September 1971 in Oesterreich. Archiv für Hydrobiologie, Verlag Schweizerbarth Stuttgart 1972/73
7. Gewässerschutz in Bayern 1966 und 1972 (Bayr. Staatsministerium des Innern)
8. Wasserwirtschaft in Bayern. Seenreinhaltung 1971
9. Umweltschutz. 1972/18/2. Bundesrepublik Deutschland, Ministerium des Innern
10. Wiener Mitteilungen — Wasser — Abwasser — Gewässer. 6. Seminar OeWWV. Industrieabwasser, Band 6, Wien 1971

Adresse des Verfassers:

Dr. sc. nat. E. Märki, Präsident des Verbandes
Schweizerischer Abwasserfachleute, Mitarbeiter in der
Arbeitsgemeinschaft Donauforschung,
Gewässerschutzamt des Kantons Aargau
Hohlgasse 11, CH - 5000 Aarau

DIE BEDEUTUNG DER DONAU FÜR DIE BEWÄSSERUNG

Dimo Welev

DK (282.243.7) : 626.843

Die Donau ist — nach der Wolga — der grösste Fluss Europas. Sie ist ein mächtiger Faktor für die Entwicklung der Volkswirtschaft der anliegenden Länder. Besonders gross ist ihre Bedeutung für die Landwirtschaft bzw. für die Bewässerung in der Tschechoslowakei, in Ungarn, Jugoslawien, Bulgarien und Rumänien, was einerseits durch die Wirtschaftsstruktur, den Stand der industriellen und landwirtschaftlichen Produktion und den Lebensstandard, anderseits durch die Naturgegebenheiten — die pedologischen, klimatischen, hydrogeologischen und hydrologischen Verhältnisse bedingt wird.

1. Pedologische Verhältnisse (Bodenkunde)

Beiderseits der Mittleren und der Unteren Donau (teilweise auch der Oberen Donau) liegen breite, fruchtbare Gebiete, deren Böden nach ihrer pedologischen Struktur sehr verschiedenartig und vielfältig sind — von den leichtesten sandigen bzw. lehmigen Sandböden alluvialer und diluvialer Herkunft bis zu den schweren Tonböden. Sehr verbreitet sind auch die lössartigen und Lössböden, die besonders für die oberen Terrassen der Unteren Donau (bulgarisch-rumänische Strecke) kennzeichnend sind. Auf Grund der bodenbildenden Felsen — Löss und lössartigen sandigen Tonen — und der klimatischen (regenreiches Frühjahr, trockener Sommer und strenger Winter) und pflanzenbiologischen (reichlicher Grosswuchs) Verhältnisse wurden folgende Bodenarten entwickelt: Löss-Schwarzerde, Kalk-Schwarzerde und typische Schwarzerde (Tschernosiom). Die Schwarzerdeböden werden nach ihrer mechanischen Zusammensetzung als leichte sandlehmige bis schwere sandtonige charakterisiert.

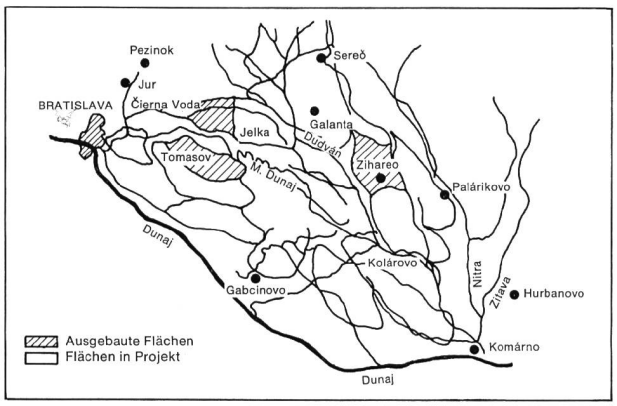
In den Auegebieten entlang der Donau überwiegen bei weitem die Alluvialwiesenböden, Wiesen-Teichböden und teilweise Torfböden. Sie gehören nach ihrer mechanischen Zusammensetzung zu den leichten lehmigen Sandböden. Die Wiesen-Teichböden sind schwerer als die Alluvial-Wiesenböden und gehören, nach ihrem mehr oder weniger grossen Gehalt an sandigen und tonigen Bestandteilen, zu den leichten und schweren sandigen Lehmböden.

Die obere Schicht fast aller Bodenarten ist locker. Sie zeichnen sich, mit Ausnahme der ganz sandigen Böden, durch gute physikalische Eigenschaften aus. Die obersten Schichten besitzen gute Wasserdurchlässigkeit und grosses Wasserrückhaltevermögen; das ist für manche Lössböden im Bereich der Unterstrecke der Donau (Dobrudja in Bulgarien) besonders kennzeichnend. Sie sind nährstoffreich und gehören dadurch, ebenso wie durch ihre oben angeführten physikalischen Eigenschaften, zu den besten landwirtschaftlichen Böden; schädliche Bodennässe, wie dies bei den Niederungen der ersten Terrassen der Fall ist, lässt sich leicht beseitigen. Als negative Eigenschaft kann das gestörte Krümelgefüge bei manchen Kalk-Schwarzerde-Böden, welche zu intensiver Verdunstung und Wasserverlusten führt, bezeichnet werden.

2. Klimatische Verhältnisse

Die Donau fliesst, im allgemeinen, von West-Nordwesten nach Ost-Südosten zwischen dem 49° und 44° nördlicher geographischer Breite. Die klimatischen Verhältnisse der Donaugebiete werden durch die Zirkulation der Luftmassen arktischer und subtropischer Herkunft bestimmt. Ausser der atlantischen und kontinentalen Luftzufuhr, treten im

Bild 1 Skizze des Bewässerungsdreiecks «Bratislava - Novo Selo - Sturovo» in der Slowakei.



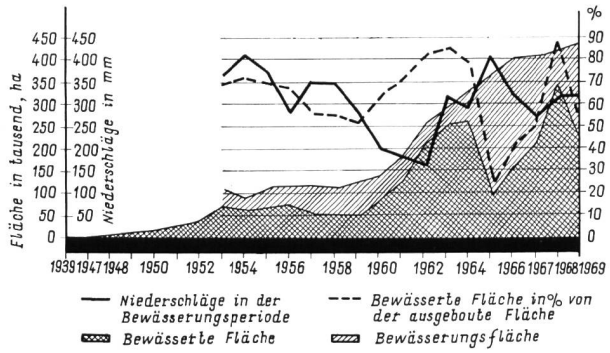


Bild 2 Für die Bewässerung vorbereitete und bereits bewässerte Flächen, sowie Niederschlagshöhen in der Bewässerungsperiode.

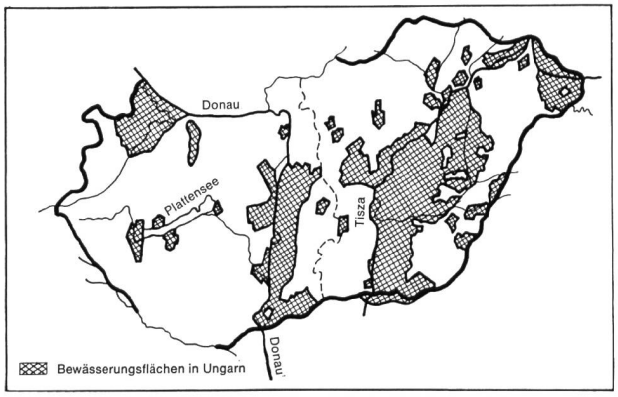
Sommer teilweise aus dem Mittelmeergebiet sowie aus der Balkanhalbinsel, Luftmassen auf, die auch einen gewissen Einfluss ausüben. Der ständige Wechsel und das Voneinandertrennen von Luftmassen stellen einen äusserst wichtigen Faktor dar, der auf den allgemeinen Witterungscharakter der Donaugebiete bestimmend wirkt.

Das Klima im Donauraum bis Bratislava, mit Temperaturen unter —3 °C im kältesten Monat und solchen von über +10 °C im wärmsten Monat mit genügenden Niederschlägen in allen Monaten und Jahren, kann als beständig bezeichnet werden; flussabwärst — fast bis zum Delta — zeigt das Klima jedoch einen sehr unbeständigen Charakter: rauhe und milde Winter bzw. regnerische sowie trokkene und heisse Sommer folgen nacheinander. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 9 ° bis 12,2 °C. Die höchste mittlere monatliche Temperatur (Monat Juli) erreicht über 22 °C, die niedrigste —1,0 °C; die mittlere Tagestemperatur schwankt zwischen —16 °C und +31 °C (in Ungarn); die absolut niedrigste Temperatur bewegt sich zwischen —32,2 °C (in Ungarn) und —34 °C (in Rumänien und Bulgarien); die höchste von +39,8 °C (in Ungarn) bis +42 °C im Bereich der bulgarischen-rumänischen Strecke der Unteren Donau.

Ungefähr dasselbe Bild zeigen die Niederschläge. Die grösste Niederschlagsmenge während des ganzen Jahres weist das Donaugebiet von Donaueschingen bis Komarno auf, wo die relativ geringsten Sommerniederschläge (unter 70 mm im Monat) fallen. Weiter ostwärts, bis Silistra, nehmen die Niederschläge ab. Die Menge der jährlichen Niederschläge ist hier im allgemeinen auch nicht gering (500 bis 670 mm als Durchschnitt von 50 bis 60 Jahren), ihre Verteilung ist aber örtlich sowie zeitlich sehr unregelmässig. Der grösste Teil der Niederschläge fällt im Spätherbst und im Frühjahr (Ende Mai und im Juni), wo das Bedürfnis der Landwirtschaft an Wasser nicht so gross ist. Ausserdem wechseln oft trockene mit feuchten Jahren, so dass nach 3 bis 4 Jahren mit relativ genügenden Niederschlägen ein äusserst trockenes Jahr folgt; noch schlimmer wird es, wenn mehrere (2 bis 3) trockene Jahre nacheinander folgen.

Dazu kommen noch die hohen Sommertemperaturen und damit verbundene intensive Evapotranspiration — in manchem Donaugebiet erreicht diese bis 90 % der jährlichen Niederschläge —, was zu langanhaltenden Dürreperioden führt, deren nachteilige Auswirkung auf die landwirtschaftliche Produktion unermesslich ist. Deshalb ist und bleibt der Kampf gegen die Dürre durch meliorative Massnahmen eine der Hauptaufgaben fast aller Donauländer.

Bild 3 Uebersichtsskizze über die bis zur Jahrtausendwende zu realisierenden Bewässerungsflächen in Ungarn.



3. Hydrologische Verhältnisse

Die Donau ist nicht nur einer der längsten, sondern auch einer der wasserreichsten Flüsse Europas. Der langjährige mittlere Abfluss beträgt bei Wien 1920 m³/s, bei Budapest 2375 m³/s, bei Pancevo 5380 m³/s, bei Novo Selo 5555 m³/s, bei Russe 6067 m³/s, bei Braila 6179 m³/s und bei der Mündung 6444 m³/s, mit einer jährlichen Wasserfracht von rund 200 Mrd. m³ [1].

Das Verhältnis zwischen Höchst- und Mittelwert ist bei Ulm 10:1, bei Wien 5 bis 6:1 und bis zur Drau-Mündung sinkt das Verhältnis auf 3:1; abwärts ändert sich dieses Verhältnis wenig, um bei der Mündung auf etwa 2,5:1 zu sinken.

Das Minimum des Abflusses, das im Hinblick auf die Bewässerung von besonderer Bedeutung ist, beträgt im Abschnitt der Oberen Donau 1/5 bis 1/4, an der Mittleren und Unteren Donau 1/4 des mittleren Abflusses. Diese Angaben beziehen sich auf langjährige Mittelwerte der Abflussminima. Das Verhältnis der kleinsten Abflussmengen zu den grössten, welches mit dem grössten Wasserbedürfnis der Landwirtschaft zusammenfällt, ist etwas höher: bei Budapest beispielsweise 1:11 und bei Novo Selo (Bulgarien) 1:9,5. Die kleinste, bei Novo Selo gemessene Abflussmenge beträgt 1445 m³/s, die grösste 13 715 m³/s.

Kennzeichnend für die Abflussverhältnisse der Donau sind deren relativ geringe Variationen; dies gilt besonders für die Untere Donau, wo der Variationskoeffizient rund 0,20 beträgt, was in gewisser Hinsicht günstig ist.

4. Die Entwicklung der Bewässerung und ihre Bedeutung

Die Entwicklung der Bewässerung in den anliegenden Ländern hat zu verschiedenen Zeiten eingesetzt und je nach den Naturgegebenheiten, der sozialen Struktur und der wirtschaftlichen Entwicklung verschiedene Ausmasse angenommen.

4.1 Obere Donau

Das Klima im Bereich der Oberen Donau (von Donaueschingen bis Devin) ist feucht mit genügenden Niederschlägen für die Hauptkulturen. Dieses sowie die topographischen Verhältnisse beschränken die Bewässerung auf kleine Flächen, auf denen hauptsächlich Gemüse und Obst angepflanzt wird.

In Oesterreich wird eine Fläche von ungefähr 49 000 ha und in der Deutschen Bundesrepublik eine solche von eini-

[1] Die Beobachtungen wurden mit Rücksicht auf die Schiffahrt seit Anfang 1878 vorgenommen.

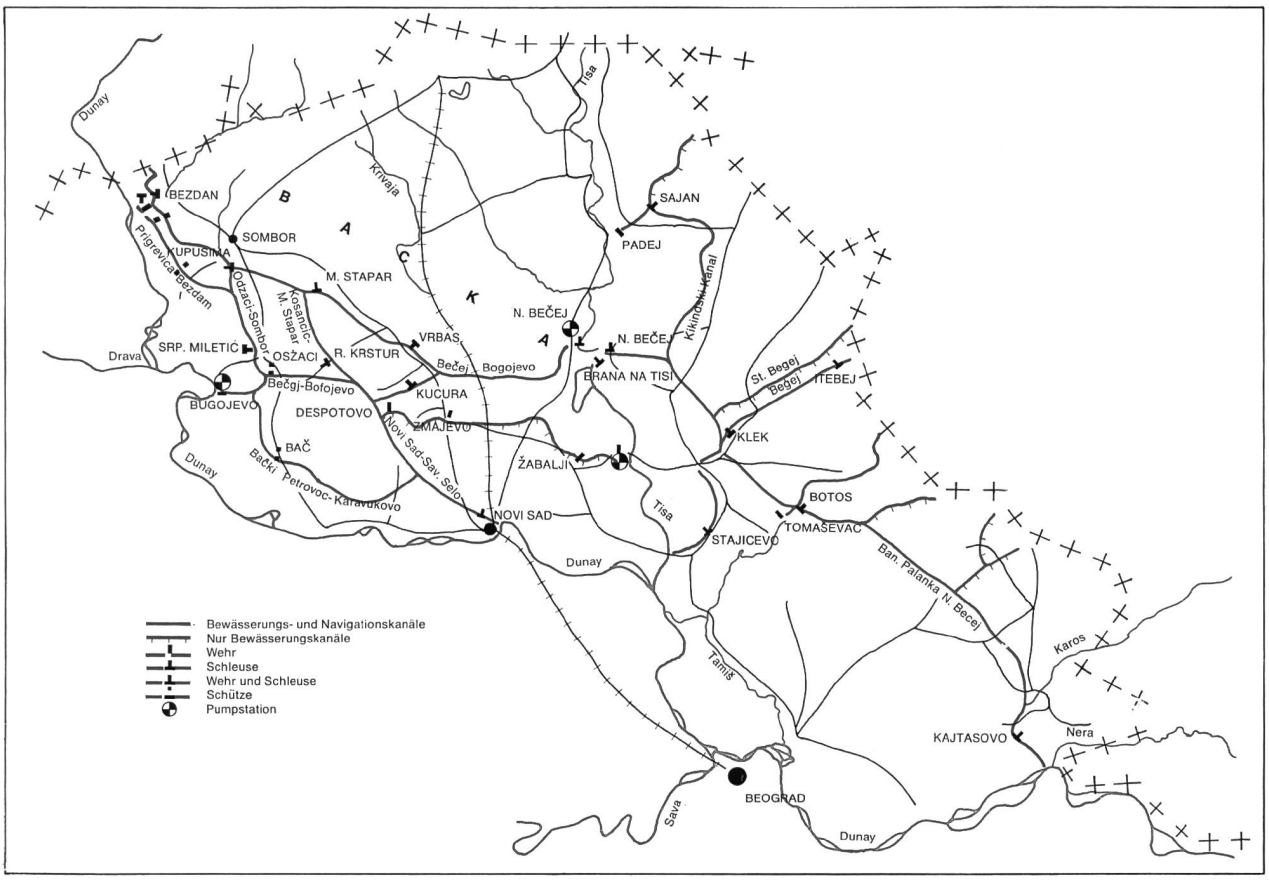


Bild 4 Uebersichtsskizze über das jugoslawische Bewässerungssystem «Donau-Tisza-Donau».

Bild 7 Das Bewässerungssystem «Novo Selo-Vidin» in der äussersten Nordwestecke Bulgariens.

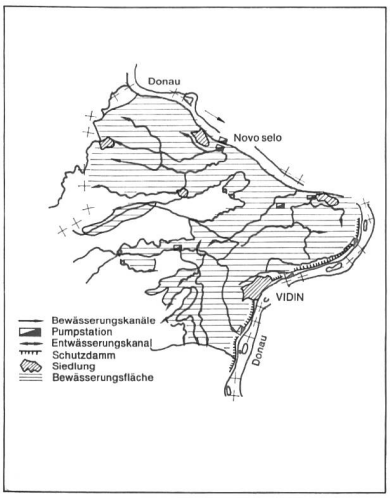


Bild 11 Das Bewässerungssystem «Russe», das ein Teilgebiet Nordbulgariens umfasst.

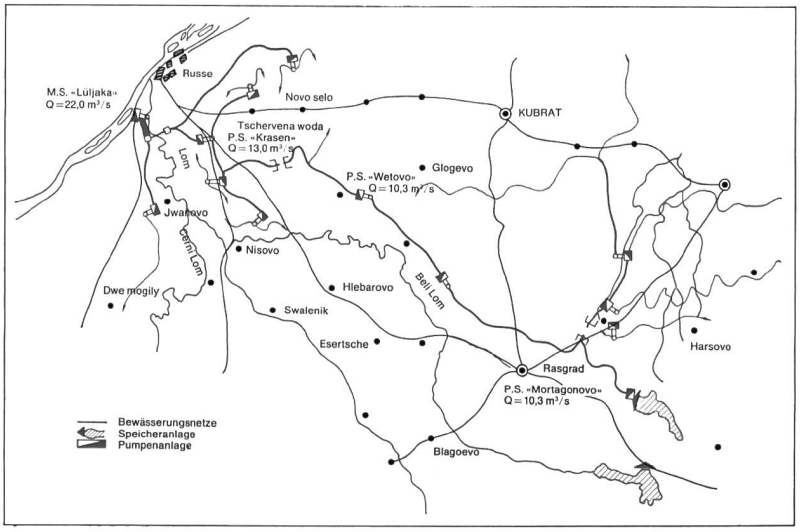
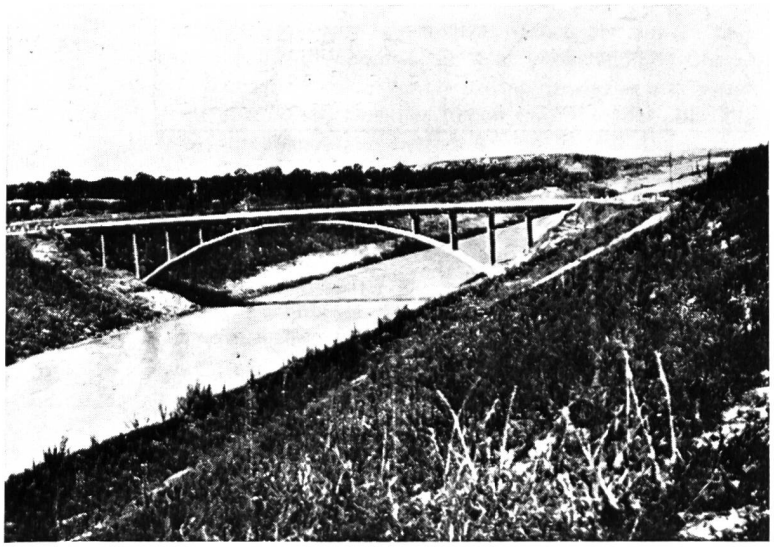


Bild 5 Blick auf eine der vielen ähnlichen Pumpstationen.

Bild 6 Eine der zahlreichen grossen Brücken im Zusammenhang mit jugoslawischen Bewässerungsanlagen.



gen hundert ha bewässert. Die wasserwirtschaftliche Tätigkeit dieser Länder besteht hauptsächlich im Schutz der anliegenden, meistens schmalen Niederungen vor Ueberschwemmungen und in der Trockenlegung des Bodens bzw. in der Regulierung des Wasserhaushaltes durch Entwässerungsanlagen sowie auf anderen Gebieten der Wasserwirtschaft.

4.2 Mittlere Donau

Im Abschnitt von Devin bis Bazias, der als Mittlere Donau bezeichnet wird, liegen beiderseits des Flusses grosse Gebiete, die den drei Donauländern Slowakei, Ungarn und Jugoslawien gehören. Der Boden dieser Gebiete ist sehr fruchtbar, das Klima setzt aber — hauptsächlich wegen der Niederschläge, die sehr unbeständig und oft nicht genügend sind — gewisse Schranken für die Entwicklung einer intensiven Landwirtschaft. Dieser Faktor sowie die unaufhaltsam wachsenden Forderungen an landwirtschaftlichen Produkten steigern die Bedeutung der Meliorationen und der Bewässerung.

In der Slowakei, oder genauer gesagt, im Donaugebiet, welches im Dreieck «Bratislava—Novo Mesto—Sturovo» liegt (Bild 1), unterscheiden sich die Naturgegebenheiten bedeutend von jenen im Abschnitt der Oberen Donau. Die mittlere Tagestemperatur beträgt 9,5 °C bis 9,9 °C. Die mittlere Jahressumme der Niederschläge bewegt sich zwischen 450 und 520 mm und kann im allgemeinen als genügend bezeichnet werden, wenn ihre Verteilung im Verlauf der Jahre und während der Vegetationsperiode für eine normale Entwicklung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen günstig wäre.

Von den ungefähr 600 000 ha fruchtbaren Bodens, den das oberwähnte Dreieck einschliesslich der Getreideinsel Gitny Ostrov umfasst, liegen 320 000 ha auf leichten und mittelschweren Böden, die bewässerungsbedürftig sind. Nach den letzten zur Verfügung stehenden Unterlagen werden 214 000 ha mit Donauwasser versorgt; die restlichen 106 000 ha erhalten das Wasser vom Fluss Wach (96 000 ha) und von verschiedenen kleineren Flüssen, wie Nitra u. a. sowie vom Grundwasser (12 000 ha).

Als notwendiges Bewässerungswasser wird bei einem durchschnittlichen Wasserbedarf von 2200 m³/ha mit 700 Mio m³ gerechnet, wovon 470 Mio m³ bzw. 110 m³/s direkt der Donau bzw. der Kleinen Donau entnommen werden. Mit der Fertigstellung der Wasserkraftanlage «Gabčikovo», die als eine Mehrzweckanlage gedacht ist, bestehen noch manche Möglichkeiten zur Erweiterung der Bewässerung.

Die Bewässerung in der Slowakei ist verhältnismässig neu; bis 1952 baute man kleine Bewässerungssysteme, und die bewässerten Flächen erreichten kaum 1400 ha. Eine zielbewusste und planmässige Anwendung der Bewässerung als Faktor zur Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion begann erst 1953. In der Zeit von 1953 bis 1960 sind neue Bewässerungsanlagen auf einer Fläche von 37 521 ha ausgebaut worden; in der Zeit von 1961 bis 1965 weitere 54 755 ha usw., so dass die ausgebauten Bewässerungssysteme im Jahre 1970 eine Fläche von 140 578 ha umfassten, wovon 30 767 ha von der Donau bewässert werden. Das Bemerkenswerte für die neuen Bewässerungssysteme ist ihre Grösse und die technische Vervollkommnung.

Die Beschaffung des Donauwassers erfolgt hauptsächlich aus der Kleinen Donau (Bild 1) mittels gewöhnlicher Wasserfassungen; die Pumpenanlagen, soweit solche vorgesehen sind, dienen dem Fördern des Wassers auf höher liegende Flächen bzw. der Schaffung des notwendigen Druckes bei der Beregnung. Wasserzuleitung und Wasserverteilung werden durch zahlreiche Kanäle, Rohrleitungen, Wasserverteiler, Dücker, Brücken u.a.m. verwirklicht.

Der ökonomische Effekt besteht in der Erhöhung der Ernteerträge um 40 bis 80 % und in der Rentabilität des investierten Kapitals, welche sich, je nach den lokalen Verhältnissen, zwischen 12 % und 18 % bewegt.

In Ungarn sind die Klimagegebenheiten noch ungünstiger. Der langjährige Durchschnitt der mittleren Jahrestemperatur beträgt im Donaugebiet 11,0 °C. Die Temperaturen schwanken zwischen —16 °C und + 31 °C. Extremwerte der Tagestemperaturen zwischen —20 °C im Winter und +36 °C bis 40 °C im Sommer sind keine Seltenheit. Die Niederschläge sind mengenmässig nicht gering, ihre Verteilung ist aber sehr ungünstig. Auf 2 bis 3 Regenjahre folgen 7 bis 8 trockene Jahre, von denen 2 bis 3 ausgesprochenen Dürre-Charakter haben. Die Dürrejahre vernichten, in vieljährigen Mitteln, ungefähr 4,5 % bis 5,0 %

des Wertes der Pflanzenproduktion; in den anderen Jahren — mit nicht genügenden Vegetationsniederschlägen — sind die Erträge, je nach der Bodenart und den Kulturen, um 14 % bis 54 % niedriger als die Erträge in normalen Jahren oder bei Bewässerung.

Trotz dieser so ungünstigen klimatischen Verhältnisse beschränkte sich bis 1947 die Bewässerung auf eine Fläche von 14 000 ha, obschon die Meliorationen in Ungarn nach Angaben von W. Laszloffy noch im Jahre 1840 mit den ersten Hochwasserschutzdämmen und Entwässerungsanlagen zur Behebung der schädlichen Bodennässe im Gebiet der Donau begannen. Im Jahre 1947 wurde der Versuch unternommen, die Reiskultur einzuführen, was eine Erweiterung der Bewässerungsflächen zur Folge hatte. Der Versuch misslang, und die Bewässerung stagnierte, ja sie ging sogar etwas zurück. Ein bemerkenswerter Aufstieg in der Entwicklung der Bewässerung begann erst im Jahre 1960 mit der Konsolidierung der grossen landwirtschaftlichen Liegenschaften. Im Jahre 1970 umfassten die ausgebauten Bewässerungssysteme eine Fläche von ungefähr 440 000 ha, wovon etwa 100 000 ha an der Donau liegen und mit Donauwasser versorgt werden. Der Grad der Ausnützung der ausgebauten Bewässerungssysteme wird, wie in den anderen Donauländern, durch das Klima bzw. die Niederschläge bestimmt (Bild 2). Die Ergebnisse sind nennenswert: die Produktionssicherheit wurde grösser, von der Wetterlaune unabhängiger und gegenüber der Trockenwirtschaft wurden durchschnittlich um 30 % bis 40 % höhere Erträge erzielt.

Nach den bisherigen Studien werden die zur Bewässerung eingerichteten Flächen 750 000 bis 1 000 000 ha erreichen; der jährliche Wasserbedarf beträgt, bei einer Wasserabgabe von 3500 bis 3700 m³/ha, 2,7 bis 3,7 Mrd. m³. Ungefähr 1,3 Mrd. m³ werden aus der Donau entnommen, der Rest hauptsächlich aus der Tisza — einem der Hauptzuflüsse der Donau, aus Balaton u. a. (Bild 3).

Jugoslawien ist das nächste Land, welches teilweise an der Mittleren Donau liegt. Das grösste Donaugebiet des Landes ist die «Panonija», die ein Territorium von 21 506 km² mit ausgeprägtem Kontinentalklima umfasst. Die durchschnittliche Tagestemperatur ist 11,2 °C; die maximale Tagestemperatur erreicht (im Monat Juli) +44 °C, die minimale sinkt bis auf —31 °C. Ebenso gross ist die Veränderlichkeit der Niederschläge. Auf 100 Jahre sind 51 Jahre trocken, 32 zu feucht, und nur 17 Jahre können, mit Rücksicht auf die Landwirtschaft, als normal bezeichnet werden. Diese Verhältnisse sowie die Bedürfnisse der Bevölkerung an landwirtschaftlichen Erzeugnissen und die sich rasch entwickelnde Rohstoff-Industrie führten zu einem der grössten Projekte im Einzugsgebiet der Donau. Das Wasserwirtschaftssystem «Donau—Tisza—Donau», das eine Mehrzweckanlage mit Bevorzugung der Bewässerung darstellt, ist aus der Lageplanskizze (Bild 4) ersichtlich. Die Länge der Hauptkanäle, die auch zur Schiffahrt ausgenützt werden, beträgt ungefähr 840 km, von denen 570 km neue sind und die übrigen 270 km — alte Anlagen —, die aber gründlich rekonstruiert werden. Die Erdbewegungen übersteigen allein für die neuen Kanäle 127 Mio m³ — um 58 % mehr als die Erdarbeiten beim Suezkanal! Es sind weiter vorgesehen: 17 Wasserfassungen und zahlreiche Wasserverteiler; 13 Schleusen zur Erleichterung der Schiffahrt; 24 Häfen und Kais; vier grosse Pumpstationen — bei Becey, Zaboly, Bogoevo und Bezdan (Bild 5); 91 grosse Brücken mit Einzellängen von 30 bis 100 m (Bild 6); 80 km Strassen und Tausende grosser und kleiner Objekte im Innern des Systems. Ausserdem umfasst dieses bedeutende Werk noch zahlreiche andere Ingenieur- und Wirtschaftsbauten. Der volle Ausbau des Vorhabens wird in zwei Etappen verwirklicht. Mit der Vollendung der ersten Etappe (Ende 1972) werden 760 000 ha entwässert und 360 000 ha bewässert. Nach der Inbetriebnahme der ersten Etappe wird eine erhebliche Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion erwartet: bei Mais 11,0 t/ha, bei Weizen 60,0 t/ha, bei Zuckerrüben 90,0 t/ha, bei Luzerne (Heu) 20,0 t/ha usw. Ausserdem sichert die Bewässerung in vielen Fällen eine zweite Ernte.

Mit der Verwirklichung der zweiten Etappe des Wasserwirtschaftssystems «Donau—Tisza—Donau» und einiger kleinerer Systeme weiter ostwärts wird die Bewässerung mit Donauwasser eine Fläche von beinahe 1,0 Mio Hektar

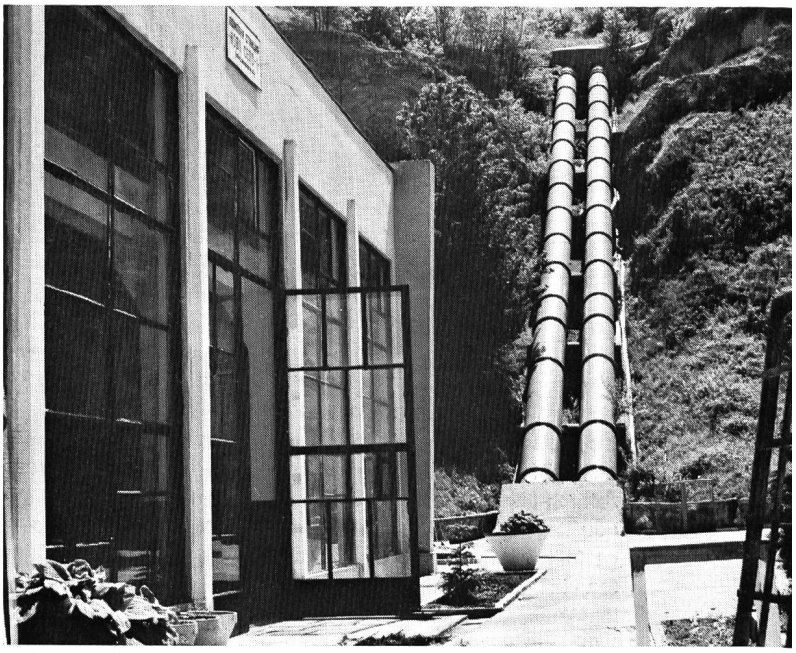


Bild 8 Druckleitung der Pumpanlage Novo Selo des Bewässerungssystems «Novo Selo-Vidin».

Bild 9 Schwimmende Pumpanlage in Bulgarien.

Bild 10
Pumpanlage «Gomotorzi» in der nordwestlichen Zone Bulgariens.

umfassen, wozu ein Wasservolumen von ungefähr 3,7 bis 4,0 Mrd. m³ notwendig wird.

4.3 Untere Donau

Der geographischen Lage und den klimatischen Verhältnissen entsprechend, gehört dieser Abschnitt (von Bazias bis zum Delta) zur Zone des typisch kontinentalen Klimas. Die Verteilung der Niederschläge ist örtlich und zeitlich unregelmässiger als in den flussaufwärts an der Donau liegenden Gebieten. Der grösste Teil der Niederschläge fällt während der Vegetationsperiode oder in den Monaten, in welchen das Bedürfnis an Wasser nicht so gross ist. Ausserdem wechseln hier in noch höherem Masse trokkene mit feuchten oder mittelfeuchten Jahren. Dazu kommen noch die hohen Sommertemperaturen, deren Maxima bei 36 °C bis 40 °C liegen. Auf dieser Strecke der Donau liegen Rumänien — auf dem linken Ufer — und Bulgarien auf dem rechten Ufer.

In Rumänien vollzog sich die Entwicklung der Bewässerung ebenfalls in zwei Etappen. Die erste umfasst die Zeit bis 1960 und ist durch ihre primitiveren Bewässerungssysteme gekennzeichnet; die zweite Etappe (ab 1961) unterscheidet sich von der ersten nicht nur durch die Grösse der Bewässerungssysteme, sondern auch durch ihre technische Vervollkommnung.

Die gesamte landwirtschaftlich nutzbare Fläche im Bereich der Unteren Donau ohne das Donaudelta beträgt 1 187 250 ha, von denen 1 003 913 ha bewässerungsbedürftig sind. Die Wasserzufuhr, die ungefähr 4,2 bis 4,5

Bild 12
Pumpanlage «Lüljaka» des bulgarischen Bewässerungssystems «Russe» an der Donau.

Mrd. m³ erreichen sollte, wird — von einzelnen Ausnahmen abgesehen — durch Pumpenanlagen bewerkstelligt.

Der ökonomische Effekt der Bewässerung im Vergleich zur trockenen Landwirtschaft ist sehr gross. Die Erhöhung der Durchschnittserträge ist, je nach der Bodenbeschaffenheit und den Kulturen, bei Getreide (Weizen) um 20 % bis 30 %, bei Mais um 40 % bis 120 % und bei Zuckerrüben bis 350 % höher als in den unbewässerten Flächen.

Ebenso gross ist die Bedeutung der Bewässerung für Bulgarien, das im Unterschied zu den anderen Donaustaaten, seit jeher als Land der Bewässerung bekannt ist. Genaue Angaben über deren Beginn sind nicht vorhanden. Vermutlich ist sie mit der Kultivierung von Reis (etwa in der zweiten Hälfte des 14. Jahrhunderts) verbunden, den die Türken auf den Balkan mitgebracht haben. Am Ende des türkischen Joches (1878) umfasste die Bewässerung eine Fläche von etwa 30 000 ha. Nach der Befreiung des Landes blieb die Entwicklung der Bewässerung stationär oder ging sogar etwas zurück.

Ein Aufschwung ist erst nach dem Ersten Weltkrieg, mit der Schaffung des «Allgemeinen Staatsprogramms der Gewässer» und der Herausgabe des Gesetzes für die Wassergenossenschaften, zu verzeichnen; er war jedoch nicht so gross — die Bewässerungsfläche umfasste im Jahre 1945 erst 57 800 ha.

Eine breite Grundlage für die weitere Entwicklung der Bewässerung haben die grossen sozialen und ökonomischen Aenderungen nach dem Zweiten Weltkrieg gebracht. In einer verhältnismässig kurzen Zeit wurde Bulgarien aus einem zurückgebliebenen Agrarstaat in ein Industrie-Agrarland mit stark anwachsenden Produktionskräften umgewandelt. Die Bedürfnisse an Rohstoffen der sich rasch entwickelnden Leicht- und Ernährungsindustrie stiegen und damit auch die Forderungen an die Landwirtschaft. Die Naturgegebenheiten in diesem Abschnitt der Donau sind aber, wie schon kurz dargelegt, nicht gerade die günstigsten, was eine grosszügige Entwicklung der Bewässerung notwendig machte.

Die Hauptquellen zur Deckung des fortwährend steigenden Wasserbedarfes sind die Inland-Flüsse und die Donau, welche die Nordgrenze des Landes umspült. Die Inland-Flüsse sind kurz und wasserarm; dazu kommt noch die unbeständige Wasserführung, so dass die Donau die einzige wasserreiche und sichere Wasserquelle ist.

Bis Ende 1970 sind reiche Bewässerungssysteme ausgebaut und in Betrieb gesetzt worden, welche eine Fläche von ungefähr 1,0 Mio ha umfassen; andere befinden sich noch im Bau. Deren dreizehn, mit einer Gesamtfläche von 128 000 ha, liegen an der Donau. Das zur Bewässerung notwendige Wasser wird mittels 15 Hauptpumpenanlagen, mit einer Gesamtleistung von 63,6 m³/s, befördert. Es sind noch 59 kleinere (sekundäre) Pumpenanlagen vorhanden, welche das Wasser für die höherliegenden landwirtschaftlichen Flächen innerhalb der Bewässerungssysteme liefern.

Eines der grössten Bewässerungssysteme, das ausgebaut und den vollen Betrieb einführen wird, ist dasjenige von Vidin (Bild 7). Es liegt in der äussersten Nord-Westecke des Landes und erstreckt sich auf eine Fläche von 36 800 ha. Das Bewässerungswasser wird durch die zwei Hauptpumpenanlagen «Gomotorzi» (Bild 10) für 12,0 m³/s und «Novo-Selo» (Bild 8) für 5,4 m³/s auf eine Höhe von 28,0 m bzw. 44,0 m befördert.

Weiter abwärts liegen die Bewässerungssysteme «Artschar-Orsoja», «Braschljan-Sandrovo», «Popina-Garvan», «Russe» und andere mehr. Das grösste ist das sich noch im Bau befindende Bewässerungssystem «Russe» (Bild 11) mit einer Fläche von 42 500 ha. Das Bewässerungswasser — 22,0 m³/s — wird durch die Pumpenanlage «Lüljaka» (Bild 12) auf eine Höhe von 98,0 m befördert. Die weitere Förderung und Verteilung des Wassers im Bewässerungsnetz ist aus Bild 11 ersichtlich.

Für die nächsten zwei Jahrzehnte wird das grosse Wasserwirtschaftssystem «Dobrudja-Ludogorie» geplant. Es erstreckt sich auf ein breites Territorium, in dem das Bewässerungsnetz eine Fläche von 650 000 ha umfasst. Hiermit und mit einigen kleineren Systemen, deren Bau bevorsteht, wird die Gesamtbewässerungsfläche 833 740 ha erreichen, mit einem jährlichen Wasserverbrauch von 3,385 bis 3,500 Mrd. m³.

Die grosse Bedeutung der Bewässerung für Bulgarien ist nicht nur in ihrem Umfang und in der beträchtlichen Erhöhung der Erträge zu sehen, sondern auch in der Schaffung der Möglichkeit zur Aenderung der Struktur der Landwirtschaft und ihre Anpassung an die Forderungen der vorwärtsschreitenden Volkswirtschaft des Landes.

5. Zusammenfassung

Die an der Donau liegenden Länder — mit Ausnahme Oesterreichs — können, ihren ökonomischen und sozialen Verhältnissen entsprechend, den Industrie-Agrarländern zugeteilt werden, und trotz der raschen Entwicklung der Industrie stellt die Landwirtschaft immer noch einen der wichtigsten Zweige der Volkswirtschaft dar.

Die Länder liegen aber im Grenzgebiet der grossen klimatischen Schwankungen Europas. Die Witterung gestaltet sich extrem, je nachdem Luftmengen atlantischen, polaren, kontinentalen oder mediterranen Ursprungs vorherrschen. Diese eigenartigen klimatischen und topographischen Gegebenheiten ergeben besondere Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse, die sich — mit einigen Ausnahmen — in kaltem Winter und heissem, trockenem Sommer bzw. Spätsommer verallgemeinern können. Die geringen natürlichen und in weiten Grenzen schwankenden Niederschläge führen sehr oft zu sich wiederholenden Dürreperioden. Diese Vorkommnisse sowie die sozial-ökonomische Entwicklung und ihre weiteren Tendenzen rufen einer grosszügigen Erweiterung der Bewässerung.

Die Grundwasservorkommen sind beschränkt und werden hauptsächlich zur Siedlungswasserversorgung und für den Bedarf mancher Industrien genutzt. Die Inland-Flüsse, mit Ausnahme von Sava, Tisza und Wach, sind kurz und wasserarm. Die einzige grosse und wasserreiche Bezugsquelle ist der Donaustrom, dessen Ausnützung die Möglichkeit einer modernen, im Einklang mit der allgemeinen Entwicklung der Volkswirtschaft stehenden Wasserwirtschaft schaffen wird.

Nach den vorliegenden Angaben, die nicht als endgültig betrachtet werden können, umfassen die zurzeit ausgebauten und sich in Betrieb befindenden Bewässerungsanlagen — ohne das Deltagebiet der UdSSR — eine Fläche von insgesamt 902 000 ha, und der jährliche Wasserverbrauch erreicht ungefähr 4,158 Mrd. m³.

Bemerkenswert für die Bewässerung ist nicht nur ihre Flächenentwicklung, sondern die Verbesserung der Technologie. Die altgebräuchlichen Arten (Furchen- und Stauberieselung) werden verdrängt von der Beregnung, so dass bis 1980 mehr als 75 % der eingerichteten Flächen Beregnungsanlagen darstellen werden. Diese werden zur wesentlichen Ersparnis an Arbeitskräften und zur Verminderung des Wasserverbrauches führen. Im Gang ist auch die Einführung der modernsten technischen Lösungen: automatische Wassersteuerungseinrichtungen, Druckzentralen,

Anwendung von Kunststoffröhren, Leichtmetall u. a. m. Damit wird die Nutzung rationalisiert und verbilligt und der ökonomische Effekt der Bewässerung noch mehr erhöht.

Noch bedeutender sind die zukünftigen Ausbaupläne. Die mit Donauwasser bewässerten Flächen sollen an der Jahrtausendwende ein Ausmass von 4 160 740 ha erreichen, die sich folgendermassen verteilen wird: Oesterreich 49 000 ha, CSSR 320 000 ha, Ungarn 1 003 000 ha, Jugoslawien 1 000 000 ha, Rumänien 1 004 000 ha und Bulgarien 833 740 ha.

Zur Deckung der Bewässerungsbedürfnisse dieser Fläche werden während der Vegetationsperiode nicht weniger als 16,4 Mrd. m³ Wasser zur Verfügung stehen müssen. Am stärksten ist der Wasserverbrauch im Juli mit 30 % und im August mit 26 %. Volumenmässig bedeutet dies 4,92 bis 5,00 bzw. 4,26 bis 4,50 Mrd. m³. Der Durchfluss mit einem Sicherheitsgrad von 75 % ist in diesen Monaten, nach bisherigen Studien bei Somovit-Islas (Bulgarien) 11,2 bzw. 7,5 Mrd. m³. Falls die Bewässerungspläne verwirklicht werden, verbleiben in der Donau 6,2 bzw. 3,0 Mrd. m³, was einer Durchflussmenge von 2435 m³/s bzw. 1120 m³/s entspricht. Für eine minimale Fahrtiefe wird an diesen Stellen eine Durchflussmenge von 2300 m³/s notwendig, woraus zu ersehen ist, dass die Schiffahrt im Monat Juni bedroht ist und im Monat Juli überhaupt nicht möglich wäre. Noch schlimmer wären die Schiffahrtsverhältnisse bei einem höheren Sicherheitsgrad der Durchflussmenge bzw. der Bewässerung.

Die Donau verbindet acht Länder und ist auch für diese ein wichtiger wirtschaftlicher und kultureller Faktor. Die in nichtallzuferner Zeit bevorstehende Verbindung mit der Nordsee durch die Wasserstrasse «Rhein—Main—Donau» und mit dem Baltischen Meer durch die Wasserstrasse «Donau—Oder—Elbe», eröffnet noch grössere Perspektiven für die Schiffahrt. Dazu kommen noch Energie und andere Zweige der Wirtschaft, die man nicht unterschätzen sollte.

Aus diesen Gegenüberstellungen allein wird es klar, dass die Bewässerung nicht losgelöst von der gesamtwirtschaftlichen Bedeutung des Flusses betrachtet werden darf, sondern gemeinsam mit allen Nutzungen — vor allem mit der Wasserkraftnutzung und mit der Schiffahrt, die für die wasserwirtschaftliche Nutzung des zweitgrössten Stroms Europas mitbestimmend sind.

LITERATURNACHWEIS

Banu, A.: Landwirtschaft in Rumänien. Manuskript (1966).
Dorin, P.: Wassermengenbilanz und hydroenergetisches Potential der Donau. Mitt. d. Techn. Inst. Sofia (1959), Nr. 7/8.
Güntschl, E.: Wasserbau in Oesterreich. Wien 1965.
Lászlóffy, W.: Angaben über die Bedeutung der Donau für die Landwirtschaft in Ungarn. Persönliche Mitteilung (1965).
Nedeljkovic, R.: Angaben über die Möglichkeiten der Ausnützung der Donau in Jugoslawien. Persönliche Mitteilung (1965).
Rascheev, G., u.a.: Energiequellen der Volksrepublik Bulgarien, I. (in bulgarischer Sprache). Sofia 1964.
Technisch-ökonomische Berichte und technische Projekte des Instituts: «Wodprojekt», Sofia.
Welev, D.: Landwirtschaft-Limnologie der Donau. Lieferung 4, Stuttgart 1967.
Podstavek, B., Ručina, St., u.a.: Vystava Závlahna Slovensku. Bratislava. Kurze Geschichte der Wasserwirtschaft in Ungarn. Budapest 1970. Wasserwirtschaftssystem «Danube — Tisa — Danube» 1972.

Adresse des Verfassers:

Prof. Dipl.-Ing. Dimo Welev, Bulgarische Akademie
der Wissenschaften, Institut für Wasserprobleme,
Bezirk Geo Milev,
IV Klm Sofia, Bulgarien

WIRTSCHAFT UND NATURSCHUTZ IM DONAUDELTA

Ludwig Rudescu

DK 330.13+502.7 : 551.482.6 (282.243.7)

Ueber das Donaudelta, seine Verwertung und seine Erhaltung als Naturschutzdenkmal wurde schon viel und von vielen Gesichtspunkten aus geschrieben. Doch verlangt die letzte stürmische Entwicklung der verschiedenen Probleme, die mit dem Schicksal des Donaudeltas verbunden sind, eine Wiederaufnahme dieser Frage, da verwaltungsmässig nun ein Zustand erreicht wurde, der uns die Möglichkeit gibt, die zukünftige Gestaltung und Entwicklung des Deltas richtig zu beurteilen und zu beschreiben, wodurch alle früheren Arbeiten, die sich mit diesen Fragen beschäftigten, als veraltet angesehen werden müssen.

Wie wir aus der beigefügten Karte (Bild 1) entnehmen können, liegt das Donaudelta zwischen der moldauischen Platte im Norden, die aus lössbedeckten paläozoischen und mesozoischen Sedimentgesteinen besteht, und der primären Steppentafel der Dobrudscha als asymmetrische Mulde von einer Tiefe bis 120 m auf primären und sekundären Grundgesteinen. Diluviale und alluviale Flüsse füllten diese Mulde im Laufe der letzten 10 000 bis 20 000 Jahre langsam auf, und durch die Schlammfüllung des Donaustromes wurde diese Mulde bis auf —3 bis 4 m zum heutigen Wasserstand des Schwarzen Meeres aufgefüllt. Im vorderen Delta erreichen die von der Donau eingeführten Schlamm- und Sandschichten schon eine Höhe von bis +1 bis 1,5 m über dem heutigen Wasserstand des Schwarzen Meeres, so dass dieselben bei niedrigem Wasserstand der Donau trocken gelegt werden.

Das Delta hat eine Oberfläche von 5640 km², wodurch es in Europa das zweitgrösste Delta nach dem Wolgadelta (18 000 km²) und vor dem Po-Delta (1500 km²) ist. Ungefähr 80 % der Deltafläche (4434 km²) liegen auf rumänischem, 20 % (1240 km²) auf sowjetischem Hoheitsgebiet.

Von der gesamten Fläche sind 1420 km² für die Fischerei, 2500 km² für Schilfrohrwirtschaft, 780 km² für Ackerbau und 200 km² für Forstwirtschaft verwendbar. Die restlichen Oberflächen (740 km²) entfallen auf Siedlungen und dazwischen gelegene Flächen, Donauarme, Kanäle, Dammgebiete, Uferzonen und unfruchtbare Gebiete (Sanddünen usw.).

Das eigentliche Delta liegt zwischen dem nördlichen Seengebiet Ialpug-Catlapug-Chitai (860 km²) und dem südlich gelegenen Razelm-Sinoe-Seenkomplex (950 km²) und umfasst 3830 km². Es besteht aus der Letea-Insel zwischen dem nördlichen Kiliaarm, der 66 % der Donauwassermenge abführt, und dem mittleren Sulinakanal (16 %); aus der St. Georgs-Insel (975 km²) zwischen dem Sulinakanal und dem südlichen St. Georgsarm (18 %) und aus der Dranov-Insel zwischen dem St. Georgsarm und dem Razelmsee.