

**Zeitschrift:** Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 65 (1973)  
**Heft:** 10

**Artikel:** Wasserwirtschaftstagung des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft  
**Autor:** Töndury, Gian Andri  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-921155>

#### **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:** 10.01.2026

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

pron, einer der ältesten Städte Ungarns, unweit des grossen Neusiedlersees gelegen. Nach einem von ungarischen Fachkollegen offerierten Trunk in einem hübsch gelegenen Waldhotel besichtigen wir etwas ausserhalb der Stadt den Steinbruch von Fertödrakos, der jahrhundertelang für zahlreiche Bauten diente und heute mit seinen unterirdischen Gewölben und ausgezeichneter Akustik für die Aufführung von Schauspielen und Opern prädestiniert ist — beispielsweise für Beethovens Fidelio —, worüber der sympathische alte Führer beim Rundgang mit grosser Begeisterung erzählt. Anschliessend fahren wir am schiffreichen Südufer des Neusiedlersees entlang nach Fertö, wo wir das Mittagessen einnehmen und dann das Barock-Schloss Esterházy besuchen, ein Versailles imitierendes Jagdschloss, in dem Joseph Haydn im Dienste des Fürsten Esterházy wirkte (Bild 8). Heute beherbergt das Schloss Museen, Bibliotheken und ein landwirtschaftliches Forschungsinstitut. Der Gang durch zahlreiche Schlossräume mit überwiegend geschmackloser Möblierung und viel Tand vermittelt den Eindruck, dass die wohl viel wertvollere Originalmöblierung durch die Wirren des Zweiten Weltkrieges anderswo hingeraten ist! Leider macht die Fassade des Schlosses einen verwahrlosten Eindruck — das verarmte Land hat wohl keine finanziellen Mittel, um ehemalige Fürstenschlösser zu erhalten.

In langer südlicher Fahrt durch die fruchtbare ungarische Tiefebene und über den Höhenzug des Bakonywaldes erreichen wir gegen Abend den grossen Plattensee — ungarisch Balaton. Wir logieren im Hotel Helikon, einem ganz neu erstellten, doch schon gravierende Schäden aufweisenden Hochhaus in Keszthely am Westende des Balaton, mit schönem Blick auf den wenig tiefen, zurzeit graugetönten See. Das Frühlingswetter regt zahlreiche Teilnehmer zu einem erfrischenden Bad an. Der Balaton ist der grösste Süßwassersee Europas, mit einer Länge von 78 km und einer Oberfläche von 600 km<sup>2</sup> (zum Vergleich: Genfersee 581 km<sup>2</sup>). Der See ist nur 3 bis 4 m tief, so dass sich das Wasser rasch erwärmt, für den Badesport also sehr geeignet, aber auch für die Fischereiwirtschaft.

Das Csardas-Abendessen mit Zigeunerbraten, Weinprobe und anderem mehr nehmen wir, begleitet von Zigeuner-musik, in dem unweit an einem Rebhang gelegenen typischen ungarischen Gasthaus ein.

Am Samstag, 5. Mai, begeben sich die Eifrigsten schon um 6 Uhr früh per Bus nach Hévíz, um in einem Thermalsee, gespiesen durch eine schwefelhaltige Thermalquelle, mit einer Wassertemperatur von 39 °C zu baden. Nach dem gemeinsamen Frühstück fahren wir entlang dem Nordufer des Plattensees durch eine reizvolle Landschaft mit ausgedehntem Rebgebäude und zahlreichen neuen Einfamilienhäusern über Balatonfüred nach der auf einer Halbinsel gelegenen Ortschaft Tihany, einem typischen malerischen Bauerndorf und heutigem Touristen-Ausflugsziel mit zahlreichen strohbedeckten kleinen Bauernhäusern und der die Halbinsel dominierenden einstigen, 1055 gegründeten Benediktiner-Abtei, deren Kirche wir einen kurzen Besuch abstatten; die ganze Halbinsel ist unter Naturschutz gestellt. Sowohl das Nordufer des langgestreckten Plattensees, insbesondere aber das Südufer mit feinem Sandstrand weisen zahlreiche nette Badeorte auf, die von vielen Ungaren und Ausländern gerne besucht werden.

Dann geht es nach Norden über Veszprem — Zirc nach Pannonhalma, wo wir das Mittagessen in einem einfachen Gasthaus einnehmen. Anschliessend besuchen wir die pompöse, 1868/86 in klassizistischem Stil restaurierte Basilika — ehemalige alte Benediktiner-Abtei —, wo ein kurzes Orgelkonzert geboten wird.

Den Abschluss der offiziellen Ungarnfahrt bildet ein Besuch bei der Direktion für Wasserwirtschaft in Györ, wo uns von deren Direktor Dipl.-Ing. Putz — leider beeinträchtigt durch das komplizierte und langatmige Uebersetzungsverfahren — an Hand von Lichtbildern über besondere wasserwirtschaftliche Probleme und Bauten an der Donau Aufschluss gegeben wird. Anschliessend wird ein kleiner Empfang mit Imbiss offeriert — zur Stärkung für die noch lange Carfahrt über Hegyeshalom nach Wien, wo wir spätabends eintreffen.

Dem in der Organisation und erfolgreichen Durchführung von Tagungen und Studienreisen unermüdlichen Dr. Roland Buckisch, geschäftsführender Vizepräsident des Oesterreichischen Wasserwirtschaftsverbandes, sei hier — wohl im Namen aller Tagungsteilnehmer — der wohlverdiente Dank ausgesprochen.

Bilder 1 bis 9: Fotos Cl. und G. A. Töndury

## WASSERWIRTSCHAFTSTAGUNG DES DEUTSCHEN VERBANDES FÜR WASSERWIRTSCHAFT

Gian Andri Töndury

DK 626 : 628 : 620.9 (43) (494.261,

Die diesjährige Vortragsveranstaltung mit Besichtigungen und Studienfahrten wurde gemeinsam vom Deutschen Verband für Wasserwirtschaft e. V. (DVWW) und von der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke e. V. (VDE) vom 28. Mai bis 1. Juni 1973 durchgeführt. Die Vortragsveranstaltung fand am 29. und 30. Mai in Garmisch-Partenkirchen statt und galt dem Thema:

### Wasser und Energie

Eine prächtige Autofahrt vom Engadin dem Inn entlang bis Imst und über den Fernpass mit imponierendem Blick auf

die 2963 m hohe Zugspitze — dem höchsten Berg Deutschlands — bringt uns am Sonntag in das z. Z. inmitten blühender Alpenwiesen grossartig gelegene Garmisch-Partenkirchen in unmittelbarer Nähe der sich im Süden erhebenden steilen Felsbarriere von Wettersteinwand — Dreitorspitze — Waxenstein und Zugspitze (Bilder 1 und 2). Schon die Anreise über den stark bewaldeten Fernpass mit seinen tiefblauen Alpenseen wird zum Erlebnis, eine gute Vorbereitung für den berühmten Doppelkurort in ausnehmend schöner, alpiner Umgebung.

Am Montagmorgen bietet sich noch die Gelegenheit eines Ausfluges zu dem am Fuss der Zugspitze, inmitten

dichten Nadelwaldes gelegenen blaugrünen Eibsee mit erholsamer Wanderung (Bilder 3/4).

Um 16 Uhr findet im Kurpark-Café eine schwach besuchte Pressekonferenz statt, an der sich leider eher eine Kontroverse zwischen den Fachleuten verschiedener Sparten entwickelt — es waren wohl allzuvielen Professoren dabei! —, als ein erwünschter Dialog über besonders aktuelle energiewirtschaftliche Fragen mit Vertretern der stets so kritischen Tagespresse.

Bei der anschliessenden kurzen ordentlichen Mitgliederversammlung des DVWW werden als Haupttraktanden die neuen Verbandssatzungen genehmigt, die eine allerdings nicht allseits erwünschte und erstrebte Zentralisation der deutschen wasserwirtschaftlichen Verbandstätigkeit festlegen, mit gewisser Einschränkung der Tätigkeit der bisher selbständigen Landes- bzw. Regionalverbände. Am Abend finden sich die Tagungsteilnehmer zu einem zwanglosen Treffen im Hotel Marktplatz ein.

Am 29. Mai eröffnet Dr.-Ing. E. h. E. Knop (Essen), Vorsitzender des DVWW, die eineinhalbtägige Vortragsveranstaltung, gefolgt von Begrüßungsadressen von Ph. Schumpp, 1. Bürgermeister von Garmisch-Partenkirchen, der in witzigen Worten über die wasserwirtschaftlichen Probleme eines bedeutenden Kurortes und dessen Kontroversen mit auswärtigen höheren Behörden spricht; Ministerialdirektor Dr. H. Heitzer (München) überbringt die Grüsse des bayerischen Ministerpräsidenten und Ministerialrat N. Korzen (Bonn), äussert sich im Auftrag des Bundesministeriums des Innern, wobei er vor allem auf die Notwendigkeit eines mittelfristigen Energieprogramms in ausgewogener Würdigung der Aspekte des Umweltschutzes hinweist.

Die Vortragsreihe beginnt o. Prof. Dr.-Ing. H. Blind der Technischen Universität Berlin mit dem Thema «Stand und Entwicklung des Wasserkraftausbaus». Vorerst wird die Frage nach der Aktualität der Wasserkraft im Zeitalter der Kernenergie gestellt. Dabei ist es wichtig, diese Fragestellung und Untersuchung angesichts der gesamten Problematik und einer übergeordneten Betrachtungsweise als Wasserbauer differenzierter vorzunehmen. Es geht nicht darum, nur eine vergleichende Untersuchung zu anderen Energieerzeugungsanlagen anzustellen, sondern zu versuchen, die auch heute noch interessante Aufgabenstellung der Wasserkraft innerhalb der Energieerzeugung und im grösseren Rahmen der Wasserwirtschaft zu erkennen. Im ersten Teil des Referates werden der augenblickliche und zukünftige Anteil und die Bedeutung der Wasserkraft dargestellt. Dabei spielen energie- und wasserwirtschaftliche Gesichtspunkte eine Rolle. Im zweiten Teil wird anhand einiger wesentlicher Entwicklungen gezeigt, welche Fortschritte — technisch und wirtschaftlich — beim Bau von Wasserkraftanlagen gemacht wurden und wie sehr diese den möglichen weiteren Ausbau beeinflussen werden. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der Wasserkraftausbau auch in der Zukunft — je nach vorhandenen Möglichkeiten und Notwendigkeiten in den einzelnen Ländern — vor allem im Zusammenhang mit wasserwirtschaftlichen Massnahmen seine Bedeutung beibehalten wird. Der Referent weist auch auf die zukünftige Bedeutung der Wasserkraft in Mitteleuropa und in andern Kontinenten hin, auf ihre Verbindung mit Mehrzweckanlagen, doch macht er kein Hehl daraus, dass die Gesamtenergiesituation in den Industrieländern der Welt berechtigte Sorgen bereite. Er gelangt schliesslich zusammenfassend zu nachstehenden Folgerungen:



Bild 1 Waxenstein und Zugspitze

1. Die Möglichkeiten für Flusskraftwerke und Speicherkraftwerke sind in Mitteleuropa weitgehend ausgeschöpft; Ausbaumöglichkeiten sind aber in sehr vielen Ländern der Erde noch reichlich vorhanden
2. Lauf- und Speicherkraftwerke werden in der Zukunft dort gebaut werden, wo die Kosten vergleichbar sind mit äquivalenten sonstigen Energieerzeugungsanlagen
3. Speicherkraftwerke werden errichtet, wo auf Grund der Gesamtsituation im Netz die Abdeckung eines Teiles des Spitzenstroms durch diese Anlagen wünschenswert und wirtschaftlich ist.
4. Der Ausbau von Wasserkraftanlagen erscheint vor allem dann ganz besonders interessant und auch notwendig, wenn andere Zwecke damit verfolgt werden können (Mehrzweckanlagen); die Mitfinanzierung dieser Anlagen durch andere Projektträger oder umgekehrt die Finanzierung bestimmter wasserwirtschaftlicher Massnahmen durch die Wasserkraft ist wünschenswert bzw. unerlässlich
5. In Ländern mit einem noch sehr grosser Reservoir an Wasserkraftmöglichkeiten müssten aus volkswirtschaftlichen Gründen diese immer den Vorrang haben vor anderen, bei denen u. U. die Betriebsstoffe (Kohle, Öl) importiert werden müssen. Im Hinblick auf die energiewirtschaftliche Situation in der Welt ist dies ebenfalls eine elementare Forderung. Bei diesen Projekten sollten die Möglichkeiten der wasserwirtschaftlichen Nutzung (Bewässerung, Hochwasserschutz) untersucht und berücksichtigt werden
6. Möglichkeiten für den Ausbau wirtschaftlich interessanter Gezeitenkraftwerke sollten genutzt werden, ebenso die für spezielle Anwendungen der Wasserkraft in Verbindung



Bild 2  
Garmisch-Partenkirchen  
mit Wettersteinwand und Drei-  
torspitze

mit der Verdunstung grosser Seen unterhalb des Meeresspiegelniveaus

7. Pumpspeicherwerke sind aufgrund ihrer ganz besonderen Möglichkeiten — Pumpstrom aufzunehmen und Spitzenstrom in kürzester Zeit zu erzeugen — nach den heutigen Erkenntnissen und aufgrund der ganz bestimmten Charakteristik des Energiebedarfs in vielen Ländern der Erde erforderlich und vorgesehen

8. Pumpspeicherwerke werden auch insbesondere in Industrieländern, in Mitteleuropa und in Deutschland — vor allem wegen ihrer sehr schnellen Einsatzzeiten — ihren ganz bestimmten Wert und ihre Bedeutung haben

9. Grössere Speicherseen von Pumpspeicherwerken ermöglichen den längeren Einsatz von Pumpspeicherwerken, z. B. bei Ausfall und Reparatur von grösseren Aggregaten der thermischen Anlagen bzw. Kernkraftwerke.

Es folgt der Vortrag von Dr.-Ing. E. h. H. Fuchs (München), Vorstandsmitglied der Rhein-Main-Donau AG über «Flusskraftwerke als Bestandteil von

Mehrzweckanlagen». Von den zahlreichen in der BRD nach 1945 aus energiewirtschaftlichen Gründen gebauten Flusskraftwerken liegt die Mehrzahl im Flussgebiet der Donau. Unter den energiewirtschaftlich noch nutzbaren Flussstrecken — die meisten ebenfalls im Donaugebiet — ist keine mehr von Natur aus besonders begünstigt; im Gegenteil, dort wo noch Flusskraftwerke gebaut werden könnten, müssen die Stauräume mit weitläufigen Dämmen eingefasst und gedichtet werden. Ferner erschweren die ständig steigenden Bau- und Kapitalkosten den kapitalintensiven Bau von echten Flusskraftwerken. Schliesslich gefährden wachsende Lohnkosten für das Kraftwerkpersonal wie auch in zunehmendem Masse wasserwirtschaftliche Verpflichtungen, wie z. B. die entschädigungslose Duldung von ausgiebigen Wasserentnahmen, die Rentabilität von Flusskraftwerken beträchtlich. Die Elektrizitätswirtschaft der BRD kommt zwar durch den Verzicht auf die Nutzung der noch nicht ausgebauten Flusswasserkräfte nicht in Bedrängnis, da dieses Reservoir im Verhältnis zum Zu-

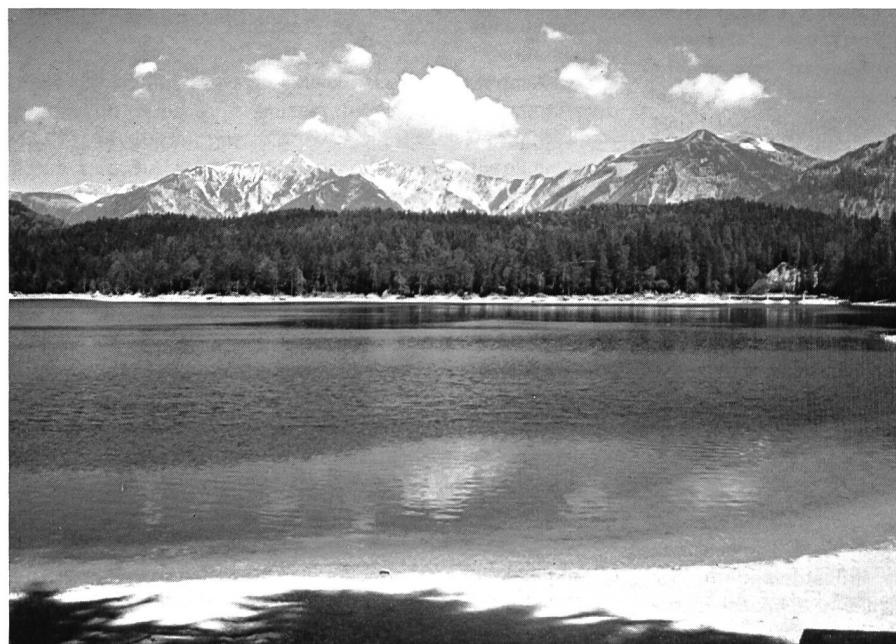


Bild 3  
Der von grossen Wäldern  
umgebene prächtige Eibsee,  
unweit von Garmisch-  
Partenkirchen

wuchs des Strombedarfs unbedeutend ist. Trotzdem würde man dieses Reservoir wohl noch ausschöpfen, wenn es billiger zu stehen käme; denn Wasserkräfte haben den besonderen Vorteil, dass sie keine Rohstoffe verbrauchen und dass sie keine Standortprobleme und nur bescheidene Umweltprobleme aufwerfen. Wenn auch der Bau von neuen Flusskraftwerken nur zum Zweck der Energiegewinnung vorläufig so gut wie zu Ende ist, wird es da und dort noch neue Flusskraftwerke geben. Dabei wird es sich nicht mehr um Anlagen handeln, die primär für die Energieerzeugung gebaut werden, sondern um Anlagen, deren Stauanlagen mehreren, meist kombiniert auftretenden Zwecken dienen, z. B. der Schiffahrt, Wasserentnahme, Sohlensicherung, dem Hochwasserschutz und nebenbei auch der Energieerzeugung.

Flusskraftwerke, die in Verbindung mit Stauanlagen an Bundeswasserstrassen errichtet worden sind, gibt es in der BRD in grosser Zahl, so an der Weser (7), Mosel (12), Regnitz (2) und Donau (1), ebenso am Neckar (28) und am Main (34). Diese Wasserkraftwerke wären nicht entstanden, wenn nicht die Kosten für die Stauanlagen zu Lasten des Wasserstrassenbaus gegangen wären. Weitere Kraftwerke in Verbindung mit Schifffahrtsanlagen sind derzeit am Oberrhein an den Staustufen Gamsheim und Iffezheim sowie an der Donau unterhalb Regensburg an den Staustufen Pfatter und Straubing vorgesehen. Zu den Stauanlagen, die primär der Wasserentnahme dienen, gehören vor allem die Flussstauwerke, die — meist ergänzt durch ein Kraftwerk — errichtet wurden, um ein Unterbecken für ein Pumpspeicherwerk zu schaffen, z. B. beim Pumpspeicherwerk Vianden. Zahlreiche Stauräume werden nebenbei zu Wasserentnahmen der verschiedensten Art benutzt, wobei die Entnahme und Rückgabe von Kühlwasser für thermische Anlagen eine besondere Rolle spielt. So werden z. B. aus dem Main jährlich rund 2,0 Mrd. m<sup>3</sup> Flusswasser (durchschnittlich 64 m<sup>3</sup>/s) direkt entnommen und grösstenteils wieder zurückgegeben. Zu den Flusskraftwerken, bei denen sich wasserwirtschaftliche Interessen mit der Wasserkraftnutzung zu einer Aktionsgemeinschaft verbunden haben, gehören vor allem die Fälle, bei denen das Fortschreiten der Sohlenerosion gestoppt, der abgesunkenen Grundwasserspiegel wieder angehoben werden und die

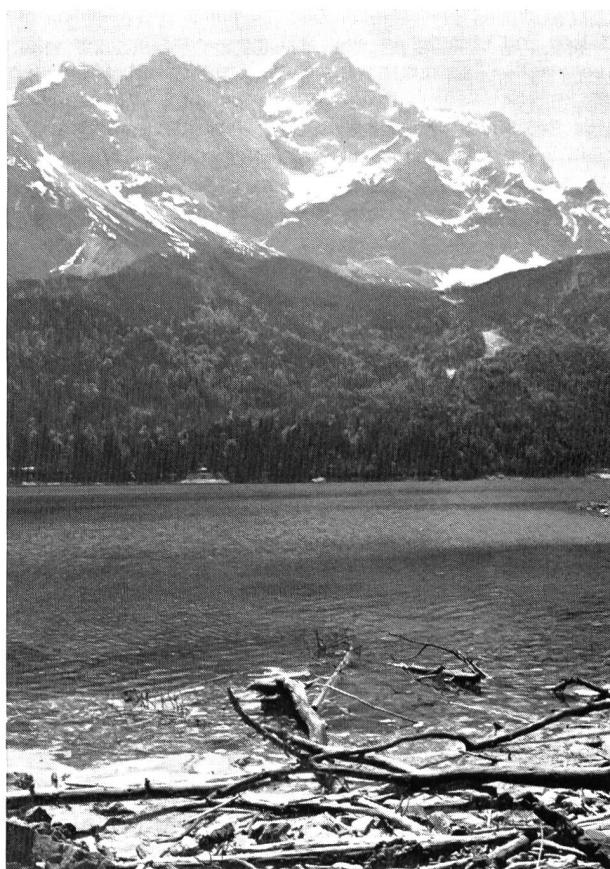


Bild 4 Mächtig erheben sich die steilen Wände der 2963 m hohen Zugspitze über dem waldumsäumten blaugrünen Eibsee

Staudämme auch dem Hochwasserschutz dienen. Ein bisher wenig beachteter Nebennutzen der Stauräume ist ihr hoher Freizeit- und Erholungswert. Der so vielen nützlichen Zwecken dienende Aufstau der Flüsse wirft jedoch auch wasserwirtschaftliche Probleme auf, über deren Umfang die Meinungen geteilt sind; hierzu gehört z. B. die Gefahr des Sauerstoffschwundes im Staubereich bei organisch stärker belasteten Flüssen.



Bild 5  
In den sehr schönen Kurparkanlagen von Garmisch-Partenkirchen

Bei Mehrzwekanlagen besteht neben dem wirtschaftlichen und räumlichen auch ein mehr oder weniger enger technischer Zusammenhang. So ist bei Wasserkraftanlagen, die mit Schiffahrtsanlagen verbunden sind, die gegenseitige Beeinflussung erheblich. Hier ist nicht nur beim Betrieb, sondern bereits bei der Planung auf die gegenseitige Abhängigkeit Rücksicht zu nehmen. Bei sorgfältiger Gestaltung, betriebsgerechter Ausrüstung und sorgfältiger Bedienung der Kraftwerkanlagen vertragen sich der Wasserstrassen- und Kraftwerksbetrieb sehr gut miteinander. Diese gute Vereinbarkeit gilt erst recht für die vielfältigen, einzeln oder gemeinsam auftretenden wasserwirtschaftlichen, flussbaulichen und volkswirtschaftlichen Nutzungsarten, die mit Flusskraftwerken und den zugehörigen Stauanlagen verbunden sein und sie zu typischen Mehrzwekanlagen machen können.

Über «Stützschwellenkraftwerke» spricht Dr.-Ing. F. Hartung, ord. Professor der Technischen Universität München, anhand zahlreicher, sehr instruktiver Lichtbilder. Manche Flüsse Bayerns leiden infolge alter Begradiungen an exzessiver Eintiefung. Der Wasserkraftausbau hat diese Krankheit unbeabsichtigt, aber heilsam bekämpft. Sein jüher Abbruch lässt sie jedoch erneut und verstärkt auftreten. Es werden auf der Grundlage der Geschiebetheorie die Sanierungsmethoden vorgestellt und diskutiert, von der künstlichen Verstärkung der Flusssohle bis zur Errichtung von Stützschwellen. Von allen Möglichkeiten dient nur die regelbare Stützschwelle auch noch anderen Zwecken, wie Grundwasseranreicherung, Hochwasserschutz, Erholungsflächen und Energieerzeugung. Im letzten Fall spricht man von Stützschwellenkraftwerken. Auch die Wiederherstellung der alten Ueberschwemmungsvorländer und Auenwälder in einem vertretbaren Rahmen ist manchmal damit möglich. Tatsächlich existieren solche Stützschwellenkraftwerke am Inn und an der Wertach, wo die Eintiefung bereits 9 m erreicht hatte, mit Erfolg. Sie sind in Diskussion an Donau und Lech, am letzteren sogar im Bau. An der Wertach besteht allerdings kein Fortsetzungskonzept. Sehr kritisch ist die Lage an der Isar, wo seit 1957 praktisch nichts geschehen ist und die Eintiefung mit allen Schäden wirtschaftlicher und landschaftlicher Art scheinbar unaufhaltsam vor sich geht. Am Beginn des Eintiefungskeils sind es schon etwa 5 m, in km 38,5 etwa 2 m. Seit 1967 sind ohne grössere Hochwässer 8 km Kiessohle ausgezogen. Das Gleiche ist für weitere 10 km beim nächsten grossen Hochwasser zu befürchten. Damit läge ein Drittel der noch freien Isarstrecke schutzlos im blanken Flinz. Es besteht offenbar, als Ersatz des alten EVU-Ausbauplanes, kein echtes Schutzkonzept, weil die Lücke zwischen energiewirtschaftlich vertretbarer Investition und politisch möglicher Investition 15 Jahre lang nicht zu überbrücken war und ist. Ein kleiner Anfang ist gemacht. Er ist aber wenig sinnvoll ohne Gesamtkonzeption. Unter Berufung von Konrad Lorenz ruft der Referent um Hilfe für den Patienten Fluss, ehe es zu spät ist.

Daran schliesst sich eine etwa 20minütige Diskussion an, und nachfolgend lädt Ph. Schumpp, 1. Bürgermeister von Garmisch-Partenkirchen, zu einem ausgezeichneten Begrüssungssessen in kleinem Kreise ein.

Die Nachmittagsvorträge eröffnet Dipl.-Ing. G. Lense (Essen) der Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk AG mit dem Thema «Energiewirtschaftliche und bauliche Entwicklungstendenzen von Pumpspeicherwerken». Die Pumpspeicherung hat Ende der 20er Jahre in Deutschland ihren Ausgang

genommen. Es wurden für die damalige Zeit mehrere bedeutende Werke von zusammen 500 MW in Süddeutschland, Westdeutschland, Hessen und Sachsen erstellt. Auch während des Krieges wurde der weitere Ausbau fortgeführt. Veranlassung zum Bau grosser Energiespeicher, wie sie Pumpspeicherwerke darstellen, war der stark schwankende Belastungsverlauf der Stromabnahme innerhalb der 24 Stunden eines Tages. Die nachts reduzierte Stromabnahme erzwang jeweils die abendliche Stilllegung von kohlegefeuerten Dampfkraftwerken und das erneute Anfahren am anderen Morgen. Da Abschalten und Inbetriebnahme von thermischen Kraftwerken wegen der Abkühl- und Anheizzeiten mehrere Stunden in Anspruch nehmen, führt diese Betriebsweise zu beträchtlicher Unwirtschaftlichkeit, wogegen der durchlaufende Betrieb thermischer Kraftwerke während der Nacht eine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit und der Lebensdauer dieser Kraftwerke zur Folge hat. Es wurde deswegen nach der Möglichkeit gesucht, eine Speicherung der überschüssigen Nachtenergie vorzunehmen und die so gespeicherte Energie während der Spitzentunden des darauffolgenden Tages abzugeben. Diese Möglichkeit wurde in den Pumpspeicherwerken gefunden, die gleichzeitig auch die schnelle Bereitstellung grosser Energiemengen erlauben. In den letzten Jahren zeigt sich nun, dass die «Feuerwehrfunktion», die in der schnellen Energiebereitstellung durch Pumpspeicherwerke liegt, immer mehr an Bedeutung zunimmt, hingegen die Verlagerung der Energie von Nacht- in die Tageszeit zurücktritt. Dies ist durch eine Veränderung der Belastungskurven bedingt, die vor allem im Winter zu einer Auffüllung der bis vor einigen Jahren noch vorhandenen Nachttäler geführt hat. Ausschlaggebender Anteil an dieser Erscheinung ist der Nachspeicherheizung zuzuordnen, die es erlaubt, die nachts zur Verfügung gestellte Energie für die Raumheizung auf die Tageszeit zu verlagern. Es ist dadurch die übliche allmähliche Auffüllung der Pumpspeicherwerkreservoirs nicht mehr in dem Masse gegeben, wie dies zuvor der Fall war. Deswegen schieben sich jetzt Projekte in den Vordergrund, welche die Auffüllung der Energiespeicher von Pumpspeicherwerken am Wochenende erlauben, so dass während der fünf Arbeitstage einer Woche nur in geringem Masse nachgepumpt werden muss. Die Berücksichtigung dieser andersgearteten Auslegungsart erzwingt grössere Speicherräume, die ihrerseits wieder die Gefälleschwankungen zwischen den Ober- und Unterbekken vergrössern. Hieraus resultieren zur Erhaltung guter Wirkungsgrade neue konstruktive Lösungen, wie sie in der Anwendung verschiedener Drehzahlen u. ä. gegeben sind. So scheint die veränderte Struktur im Stromverbrauch derzeit zu einer Umgestaltung von Konstruktionselementen zu zwingen, die zeigt, dass trotz 40jähriger Praxis der Ingenieurgeist auch zur Bewältigung der sich ändernden Welt weiter gefordert ist.

Es folgt der Vortrag über die «Entwicklung der künftigen Stromerzeugung» von Dr.-Ing. R. Guck (Karlsruhe), Vorstandsmitglied der Badenwerk AG. Die Entwicklung der deutschen Volkswirtschaft ist seit langer Zeit gekennzeichnet von einer immer mehr zunehmenden Energieintensität. Für die Energieversorgung sind eingehende Betrachtungen über die zukünftige Entwicklung unerlässlich. Denn kaum ein anderer Industriezweig ist derart kapitalintensiv und weist eine so langfristige Zeitdauer des Kapitalumschlages auf wie die Energiewirtschaft. Zudem liegen die Nutzungsdauern der Erzeugungs-, Transport- und Verteilungsanlagen weit über denen anderer industrieller Fertigungsanlagen. Die heutige Planung

und der heutige Bau neuer Versorgungseinrichtungen sind deshalb in hohem Masse mitentscheidend für die Güte der zukünftigen Energiewirtschaft. Fehleinschätzungen der weiteren Entwicklung im Hinblick auf Mengen und Leistungen sowie auf das zeitliche und örtliche Auftreten belasten die Kosten für die Versorgung erheblich. Eine preiswerte und sichere Energieversorgung ist zweifellos ein Grundpfeiler jeder Volkswirtschaft. Gerade wegen dieser grundlegenden Bedeutung ist die langfristige Sicherung des bisher stetig ansteigenden Energiebedarfs, also der Energieversorgung, eine lebenswichtige Aufgabe für jedes wirtschaftlich hochentwickelte Land. Die Struktur der Energiebilanz verändert sich mit der Entwicklung der Energietechnik. Dabei nimmt die Rolle der elektrischen Energie beständig zu. Sie stellt im Energieangebot die am vielfältigsten verwendbare Energie dar, die bequemste Form der Gebrauchsenergie und übt nicht zuletzt auch wegen ihres umweltfreundlichen Einsatzes somit auf Sicht die stärkste Substitutionswirkung auf andere Endenergieformen aus. Der Weltbedarf an Primärenergie nimmt jährlich um 3 bis 4 % zu, bedingt sowohl durch die Zunahme der Bevölkerung wie auch durch die Zunahme des spezifischen Energiebedarfs pro Kopf. Die Gründe liegen in der ansteigenden Ausbeutung von Gütern, der grösseren Produktivität der Fertigungsanlagen, dem intensiveren und damit energieaufwendigeren Abbau von Rohstoffen, aber auch im zunehmenden Wohlstand der Bevölkerung, der immer mehr Energie für die Bequemlichkeiten des Lebens einsetzen lässt. Der Bedarf an elektrischer Energie nimmt etwa doppelt so schnell zu wie der der Primärenergie. Darin drückt sich deutlich die Substitutionswirkung aus, daneben aber auch die Tatsache, dass die Verbrauchssektoren, die mit elektrischer Energie bedient werden, einen stärker ansteigenden Energiebedarf aufweisen, dass sich neue Anwendungsgebiete ergeben und sicherlich auch, dass eine ständige Verbesserung der Umwandlungsprozesse, also der Wirkungsgrad der Energieanlagen, den Aufwand an eingesetzter Primärenergie langsamer ansteigen lässt. All diese Faktoren werden auch in Zukunft weiterhin wirksam sein und begründen die Erwartung, dass die Zuwachsrate des Elektrizitätsverbrauchs auch weiterhin eine beachtliche Grösse behalten wird. Für die zukünftige Stromversorgung sind die Prognosen des Strombedarfs nach Menge und Leistung sowie nach zeitlichem und örtlichem Auftreten eine wesentliche Voraussetzung. Auch die Kraftwerksstatistik muss sich auf diese Prognosen stützen. Sie erfordert darüber hinaus eine Vorschau der Entwicklung der Erzeugungstechnik, der künftigen Situation auf dem Brennstoffmarkt und der mit der Standortwahl zusammenhängenden Fragen. Für ein Kraftwerk und die damit zusammenhängende Netzplanung können ferner politische und gesetzgeberische Massnahmen sich ganz entscheidend auswirken.

Eine ähnliche Vorschau auf die künftige Entwicklung der Stromversorgungsanlagen kann ebenfalls über einen längeren Zeitraum versucht werden. Den Wahrscheinlichkeitsgehalt dieser Vorschau vermag man daran zu messen, dass eine heute in Planung befindliche grössere Netzanlage oder ein Kraftwerk erst in 4 bis 6 Jahren in Betrieb genommen werden kann und dann 20 bis 40 Jahre im Einsatz sein wird. Heute geplante Anlagen können also durchaus noch um die Jahrtausendwende in Betrieb sein. Wir müssen uns dies wohl vor Augen halten, dass auch hier die Natur keine Sprünge macht, und dass wir den zusätzlichen Strombedarf der kommenden Jahre nur mit der Technik erzeugen und an die Abnehmer liefern können, die uns heute zur Verfügung steht. Die Lösungen, bei denen For-

schungsarbeiten noch im Gange sind und deren technischer und wirtschaftlicher Durchbruch sich nicht absehen lässt, werden wenigstens noch weitere 20 Jahre beanspruchen, bis sie als etablierte und betriebssichere Technik gelten können. Es ist unwahrscheinlich, dass neue Techniken oder auch grundlegende Lösungen bis zur Jahrtausendwende voll in Betrieb sein werden, mit denen sich die heutige Forschung noch nicht aktiv befasst. Wesentliches Merkmal ist die starke Erhöhung der Einheitsleistungen und auch der Kraftwerkleistungen. Mögliche Reduktion von Bau- und vor allem Betriebskosten tendieren zu grossen Einheiten (heute 600 MW und darüber). Wegen der teuren Brennstoffe erfolgt Einsatz hauptsächlich im Mittellastbereich (Ausnahme Braunkohle). Teure Primärenergie gibt Anreiz zu besserer Ausnutzung in kombinierten Kraftwerken mit höherem Wirkungsgrad (Dampf- und Gasturbine) sowie in Heizkraftwerken in Städtnähe.

Die Kernenergie wird den Hauptteil der Grundlast-erzeugung übernehmen. Zur Verfügung stehen in den ersten Jahren die leichtwassermoderierten Reaktoren mit grösssten Einheiten von zunächst 1200 MW, denen bald grössere folgen werden. Parallel dazu werden der gasgekühlte Hochtemperatur-Reaktor und der schnelle Brutreaktor soweit entwickelt werden, dass noch in diesem Jahrhundert mit ihrem Einsatz zu rechnen ist. Gerade beim schnellen Brutreaktor wird die Tendenz zu sehr grossen Einheitsleistungen evident, begünstigt durch die sehr hohe Leistungsdichte. Um die möglichen Standorte gut auszunutzen, werden Kraftwerkleistungen von zunächst 4000—5000 MW angestrebt werden. Bereits heute lassen sich Ansätze erkennen, die zur Schaffung von grossen Nuklearparks an günstigen Stellen, und zwar in einem internationalen Massstab gesehen, tendieren. Für alle thermischen Kraftwerke im Binnenland wird Rückkühlung angewandt werden, zunächst mit nassen Kühltürmen, gefolgt von Hybrid- und Trockenkühltürmen. Es scheint im gegenwärtigen Zeitpunkt, dass die Kernenergie die einzige moderne Technik ist, der in den nächsten Dezennien alle Chancen für eine rasche und beschleunigte Entwicklung geboten sind. Weder für die Ausnutzung Ebbe und Flut, von Sonnenenergie, von geothermischer Energie, von Windkraft, von Energie der Meeresbrandung oder der thermischen Energie der Meere bestehen irgendwelche Aussichten für die Elektrizitäts-erzeugung in grösserem Umfang, obwohl bei verschiedenen der genannten Energiequellen zwar erfolgreiche, aber nur begrenzte und in ihrer Bedeutung kleine Versuche zu ihrer Ausnutzung unternommen worden sind. Eine erfolgreiche Entwicklung der Brennstoffzelle kann vielleicht in bestimmten Fällen zum Einsatz führen, wenn dadurch hohe Ver-teilskosten eingespart werden können, solange es sich um kleine Leistungen und um einen kleinen diskontinuierlichen Energieverbrauch handelt. Aber diese Vervollkommenung der Brennstoffzelle ist noch nicht erreicht. Heute erfordern die Grosskraftwerke als Massenproduktionsstätten ein ausgedehntes und angepasstes Uebertragungs- und Verteilnetz für die Energielieferung an die Abnehmer und werden es auch noch in den nächsten Jahrzehnten erfordern. Das weitere Wachstum des Energiebedarfs — bei den heutigen Zunahmen mit einer Verdreifachung des Gesamtbedarfs bis zum Jahre 2000 und einer etwaigen Verachtfachung des Elektrizitätsbedarfs — wird den Widerspruch zwischen der hemmungslosen Befriedigung der individuellen Konsumbedürfnisse und dem kollektiven Verlangen nach Umweltschutz immer schärfer werden lassen.

Eine viertelstündige Diskussion beschliesst den ersten, anstrengenden Vortragstag, und am Abend trifft sich die grosse Tagungs-Teilnehmerschar im Kurtheatersaal.

Am Mittwoch hält vorerst Dr.-Ing. H. Krolewski (Dortmund) der Vereinigten Elektrizitätswerke Westfalen AG einen ausgezeichneten, klar konzipierten Vortrag über «Technische und wirtschaftliche Probleme zur Frage der Abwärme von thermischen Kraftwerken», wobei der Referent auch sehr aufschlussreiche Diagramme zeigt. Die besonderen Wassergüteprobleme des Rheines haben die Fragen der bei der Stromerzeugung erforderlichen Kühlung und Wärmeabgabe in den Blickpunkt der Öffentlichkeit gerückt. Vor allem der Beschluss, selbst an jenem Strom «bei allen künftigen Grosskraftwerken den Bau von Kühltürmen zu fordern», strahlt in alle anderen Landesteile aus. In Zukunft werden Kühltürme das Bild der zuwachsenden Kraftwerke bestimmen. Die Auslegung der Kühltürme richtet sich nach den örtlichen hydrologischen und meteorologischen Gegebenheiten. An den grossen Flüssen, aus denen die gesamte Kühlwassermenge entnommen, in die jedoch nicht die volle Abwärme eingeleitet werden kann, werden sie für Ablaufkühlung eingerichtet. Diese Betriebsweise hat für den Fluss den Vorteil einer sehr hohen O<sub>2</sub>-Anreicherung. Geht die Kühlwassermenge über das Wasserangebot des Flusses hinaus, muss in geschlossenem Kreislauf gekühlt werden. Das Gewässer wird nur durch Entzug der Verlustwassermenge und Einleitung der Abschlammmenge beeinflusst. Die Auslegung der nassen Rückkühlung ist stark von den Inhaltsstoffen des Zusatzwassers abhängig. In der Bundesrepublik kann die Versorgung mit Zusatzwasser in manchen Gebieten nur noch auf künstlichem Wege sichergestellt werden. Ohne Wasserbedarf kann die Trockenkühlung betrieben werden. Die ersten grösseren solchen Anlagen sind in Deutschland errichtet worden. Im nächsten Jahrzehnt wird die Trockenkühlung in zunehmendem Masse eingesetzt werden. Zu ihrer weiteren Erprobung wird daher im Rahmen eines Forschungsvorhabens in Schmehausen eine solche Anlage zu 300 MW elektrischer Leistung gebaut. Jede geschlossene Rückkühlung erfordert höhere Investitionskosten für die gesamte maschinelle Ausrüstung und einen vermehrten Brennstoffeinsatz. Die relativen Änderungen der Kosten sind daher abhängig vom Kraftwerkstyp. Steigen bei fossil befeuerten Anlagen die Jahreskosten von 100 % bei Frischwasserkühlung über 104 % bei nasser Rückkühlung auf etwa 109 % bei Trockenkühlung, so ist bei Kernkraftwerken das Verhältnis 100:107:120 %. Die hohen und grossen Schalenbauwerke der Kühltürme stellen besondere Anforderungen an den Konstrukteur. Z. Z. sind neue Baulinien im Gespräch oder — wie der Seilnetzkühlurm — in der Detailkonstruktion zur Erprobung.

Anschliessend spricht o. Prof. Dr. B. Böhnke von der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen über «Beeinflussung der Wasserläufe durch Erwärmung und Wasserentzug». Die wesentlichen Auswirkungen der Einleitung von erwärmtem Kühlwasser in einem Fluss sind:

1. Änderung des Kleinklimas
2. Verminderung des Abflusses durch vermehrte Verdunstung
3. Schnellerer Abbau vorhandener Abwasserbelastungen
4. Veränderungen des Sauerstoffhaushaltes
5. Änderung der Lebensbedingungen für Wasserpflanzen und -tiere
6. Beeinflussung der Wasseraufbereitung und -versorgung.

Nach allen bisherigen Erfahrungen sind neben der Abflussminderung durch Verdunstung die Beeinflussung des Sauerstoffhaushaltes der schwerstwiegende Eingriff in den

Gewässerzustand. Bei Erwärmung des Flusswassers werden die Lebensvorgänge der Mikroorganismen beschleunigt. Dadurch wird der biochemische Sauerstoffverbrauch erhöht. Bei höherer Temperatur wird deshalb auch ein höherer Prozentsatz der organischen Schmutzstoffe abgebaut, was eine zusätzliche Sauerstoffzehrung bewirkt. Die Sauerstoffaufnahme aus der Luft wird dagegen wegen der Erniedrigung der Sauerstoffsättigungskonzentration verringert. Andererseits wird die Sauerstoffaufnahme durch Beschleunigung der Diffusion mit erhöhter Wassertemperatur verbessert. Die Zusammenhänge sind also sehr komplex. Die Grenzwerte für den Sauerstoffgehalt werden in unterschiedlicher Höhe angegeben. Der anlässlich des Bundestagshearings 1972 und in der Bundestagsdrucksache VI/3052 genannte Grenzwert von 5 mg/l ist z. Z. überhaupt nicht einhaltbar. Wenn als erstes Ziel in kritischen Zeiten bei höherer Temperatur und niedriger Wasserführung ein Grenzwert von 2 bis 4 mg/l durch zusätzliche Abwasserreinigungsmassnahmen bzw. andere Vorsorgemassnahmen auch in den stärker belasteten Flussbereichen unserer Gewässer erreicht werden bzw. gehalten werden kann, können wir zufrieden sein. Zur Einhaltung dieser Sauerstoffgrenzwerte, der gewünschten Sauerstoffgrenzwerte und vertretbarer Einwirkungen auf den biologischen Haushalt wird als maximale Temperatur des Flusswassers nach Durchmischung eine Temperatur von 28 °C angesehen, die maximale Temperatur des wiedereingeleiteten erwärmten Kühlwassers soll in der Regel 30 °C nicht überschreiten. Nach Auffassung einer Reihe von siedlungswirtschaftlichen Fachleuten muss die Aufwärmspanne  $\Delta T$  im Gewässer möglichst klein sein, auch in sommerwärmen Gewässern. Eine Aufwärmspanne von  $\Delta T = 3^\circ\text{C}$  wird für vertretbar gehalten. Entgegen früherer Auffassung wird die aufgenommene Wärme nicht so rasch an die Atmosphäre abgegeben. Noch nach 4 bis 5 Tagen Fließzeit können in Abhängigkeit von der mittleren Flusstiefe und von der Wasseroberfläche 20 % bis 35 % Restwärme vorhanden sein. Nach Durchrechnung einer Reihe von Beispielen unter Beachtung gegebener Wettersituationen lässt sich die Abkühlungsfunktion in erster Näherung als eine e-Funktion  $\delta = 1 - e^{-kt}$  darstellen.

$\delta$  ist hierbei die Abkühlungsrate. Für den Mittelrhein z. B. ergeben sich als Tagesabkühlungsraten  $\delta_d$ , die bei NNQ in Höhe von 30 % bis 35 %, bei MNQ bei 25 % und bei MQ in Höhe von 20 % liegen. Der Ausgleich der Temperatureinwirkung auf den Sauerstoffhaushalt lässt sich ab einer errechenbaren Niedrigwasserführung bei gegebener Aufwärmspanne und vorhandener Abwasserbelastung erreichen. Durch Kühltürme mit direkter Luftkühlung lässt sich in der Regel eine Sättigung mit Sauerstoff erzielen, über Wehre ab einer Fallhöhe von rd. 4,0 m und geeigneter Schwellenbeschickung Aufsättigungswerte von 75 % bis 80 %, bezogen auf das vorhandene Defizit. Kühltürme in Verbindung mit Wehrabstürzen sind hinsichtlich der Sauerstoffanreicherung das anzustrebende Ziel, zumindest bei kritischen sommerlichen Wasserführungen. Festzustellen bleibt weiterhin, dass kritische Sauerstoffbilanzen bei hohen Wassertemperaturen und gleichzeitig vorhandenen Abwasserbelastungen zu erwarten sind. Die Sauerstoffbilanz kann unter Umständen auch bei weniger hohen Abwasserbelastungen bereits erheblich strapaziert werden, wenn die Abbauraten für vorhandene organische Belastungen höhere Werte, als nach der Lehrmeinung bekannt, aufweisen. Für einzelne Strecken eines Tieflandflusses konnten mittels Messungen Tagesabbauraten von 60 % für  $T = 15^\circ\text{C}$ , 78 % für  $T = 22^\circ\text{C}$  und 86 % für  $T = 26^\circ\text{C}$  nachge-

wiesen werden. Gegenüber den Fair'schen Abbauraten bedeutet dies eine Vergrösserung der Abbauraten um das 3,5- bis 4,6fache und eine Steigerung des Abbaukoeffizienten  $k$  um das 5- bis 6fache. Bei solchen Abbauverhältnissen liegt die max. zulässige BSB<sub>5</sub>-Konzentration in kritischen Niedrigwasserzeiten um 5, höchstens 7 mg/l. Die Grenzen der Frischwasserkühlung lassen sich bei gegebenen Ausgangsgrössen wie Aufwärmespanne  $\Delta T = 3^\circ C$  und Tagesabkühlungsrate  $\delta$  einigermassen gut übersehen. So weist das Rheineinzugsgebiet bis zur holländischen Grenze mit rd. 160 000 km<sup>2</sup> Einzugsgebiet z. Z. eine längs des Rheins bereits vorhandene elektrische Leistungskapazität von rd. 6000 MW auf. Nach übereinstimmender Auffassung mehrerer Autoren ist vorerst mit weiterer Steigerung des Energiebedarfes zu rechnen.

Im Jahre 2000 könnten etwa 90 000 MW Leistung im Rheineinzugsgebiet erforderlich sein. Die Leistungsfähigkeit des Rheines bei kritischer Wasserführung (60 % bis 80 % von MNQ) beträgt für eine Frischwasserkühlung jedoch nur rd. 12 000 MW. Nur etwa 13 % der im Jahre 2000 im Rheingebiet erforderlichen elektrischen Leistungskapazität kann also über Frischwasserkühlung abgedeckt werden. Andere Verfahren der Abwärmebeseitigung müssen baldmöglichst verwandt werden. In folgender Reihenfolge werden die Verfahren anzuwenden sein:

1. Ablaufkühler
2. Rückkübler und
3. Trockenkübler.

Der Ablaufkühler kann nur für eine begrenzte Zeit eine Entlastung bringen; wesentlich günstiger für die Wasserwirtschaft, insbesondere für die Wärmebelastung der Gewässer, ist der Nasskühlturm mit Rückkühlung des im Kreislauf gefahrenen Kühlwassers. Allerdings kann auch bei diesem Verfahren der Verdunstungsverlust mit 1,5 % bis 2 % der bei der Frischwasserkühlung erforderlichen Kühlwassermenge (= 4,5 m<sup>3</sup>/s/100 MW-Kern) nicht vermieden werden. Die Änderung des Kleinklimas — besonders in ausgeprägten Tälern des Rheines —, die bei alleinigem Einsatz von Frischwasser — und Nassturmkuhlerverfahren durch Verdunstung von  $900 \cdot 4,5 \cdot 0,02 = 80 \text{ m}^3/\text{s}$  Wasser hervorgerufen wird, erfordert m. E. in absehbarer Zeit (1980/85) den Einsatz von Trockenkühltürmen. Die Kosten, die durch den Einsatz von Nasskühltürmen und Trockenkühltürmen zusätzlich entstehen, sind zwar je Werk beträchtlich, müssen jedoch für eine umweltfreundliche Energieerzeugung, die über Kernkraftwerke in Verbindung mit Trockenkühltürmen durchaus möglich ist, von der Volkswirtschaft erbracht werden.

Die mittleren spezifischen Kosten (Dpfg/kWh) liegen für Kernkraftwerke bei der

Rücklaufkühlung	mit 0,307 Dpfg/kWh und
Trockenturmkuhlung	mit 0,411 Dpfg/kWh

gegenüber den Kosten bei der

Frischwasserkühlung	mit 0,09 Dpfg/kWh
---------------------	-------------------

durchaus in einem noch vertretbaren Rahmen.

Da z. Z. der Kopfverbrauch in Deutschland bei rd. 4000 kWh/a liegt, bedeutet z. B. die Einführung der Rücklaufkühlung eine Jahresbelastung von rd. 12,30 DM pro Einwohner und Jahr. Im Vergleich hierzu seien die mittleren Jahresbelastungen für die Abwasserreinigung mit 25 DM/E.a, für die Abwasserableitung mit 120 DM/E.a und für die Wasserversorgung mit 100 DM/E.a angeführt.

Den abschliessenden Vortrag hält Dipl.-Ing. P. Speich (Köln), Direktor der Rheinischen Braunkohlenwerke AG, über «Zukunftsaspekte — Energie darge-

bott — Umwelt». Vorliegende Prognosen lassen erwarten, dass sich der Energieverbrauch der Bundesrepublik bis zum Jahre 1985 etwa verdoppeln wird. Hauptzuwachs zunächst durch Mineralöl und Gas, später vor allem durch Kernenergie zu decken. In den Hauptverbrauchsbereichen weist der Sektor Haushalt und Kleinverbrauch das stärkste Wachstum auf und erreicht am Ende des betrachteten Zeitraumes bereits 50 %, während der Industrieanteil zurückgeht und der Anteil des Verkehrs etwa gleich bleibt. Die Stromerzeugung wächst stark an mit einer erheblich höheren Rate als der Gesamtenergieverbrauch. Der Einfluss dieses Trends und die Auswirkungen der sich verändernden Anteile der verschiedenen Primärenergieträger auf die Umwelt wird folgendermassen stichwortartig erläutert:

Technische Massnahmen zur Brennstoffverbesserung, Rauchgasreinigung, Lärmschutz und Abwärmeverminde rung sowie der steigende Anteil von Gas und Kernenergie, die beide keine Feststoffe- und Schadgasemissionen verursachen, bewirken Verbesserung der Umweltbedingungen. Der stark wachsende Energiebedarf, zunehmende Versorgungsabhängigkeit fordern Ausnutzung der Möglichkeiten zur Energieersparnis, wie beispielsweise bessere Wärmedämmung, grössere Abwärmenutzung, Einsatz von Wärme pumpen. Umweltbeeinflussung und Umweltgestaltung der Energiegewinnung und Stromerzeugung werden am abschliessenden Beispiel des Rheinischen Braunkohlenreviers dargestellt.

Die Vorträge sind hier z. T. ziemlich ausführlich anhand der zur Verfügung gestellten Presseauszüge dargelegt, da es sich für die meisten zur Diskussion gestellten Themen um sehr aktuelle Fragen handelt, die auch in unserem Lande da und dort heftig — oft auch unsachlich und leidenschaftlich — diskutiert und kritisch geprüft werden. Die Vorträge werden im Wortlaut im Doppelheft November/Dezember 1973 der deutschen Zeitschrift «Die Wasserwirtschaft» veröffentlicht.

Am Mittwochnachmittag werden zwei ganz verschiedene Exkursionsmöglichkeiten geboten, und zwar:

- Besichtigung der Versuchsanstalt für Wasserbau
- Oskar von Miller Institut — der Technischen Universität München in Obernach am Walchensee, oder
- Besichtigung der Geigenbauschule in Mittenwald. Als alter Geiger musste ich natürlich diese letztere Gelegenheit wahrnehmen!

Während die Fachleute anstrengende Vortragsstunden verbringen, wird den Begleitpersonen ein ausserordentlich attraktives Damenprogramm geboten. Eine ganztägige Carrundfahrt führt am 29. Mai von Garmisch-Partenkirchen durch schöne waldreiche Täler zur Wallfahrtskirche in der Wies, 1746/54 von Dominikus Zimmermann erbaut, wohl eines der grossartigsten Beispiele aus dem Spätbarock/Rokoko (Bild 6). Das in der Kirche gebotene Orgelkonzert muss vorzeitig abgebrochen werden, da eben der britische Premierminister Heath per Helikopter zur Erde schwebt, um die berühmte Kirche zu besuchen und persönlich auf der Orgel zu spielen! Die Exkursion führt weiter zum Besuch der Stiftskirche Rottenbuch. Das Mittagessen wird im berühmten Passionsort Oberammergau mit seinen typischen reichbemalten oberbayerischen Häusern eingenommen. Am Nachmittag fährt man bis zuhinterst in das Graswangtal, wo das durch den für seinen phantasievollen und extravaganten Geschmack besonders bekannten bayerischen König Lud-

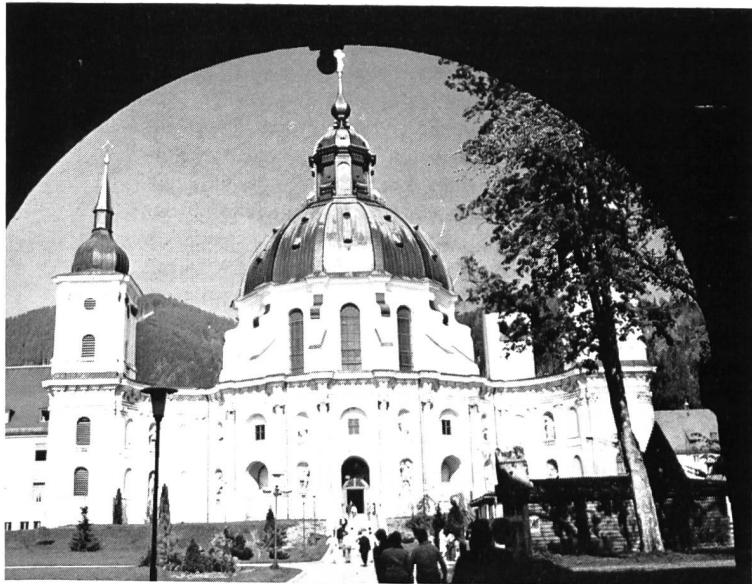


Bild 8



Bild 7

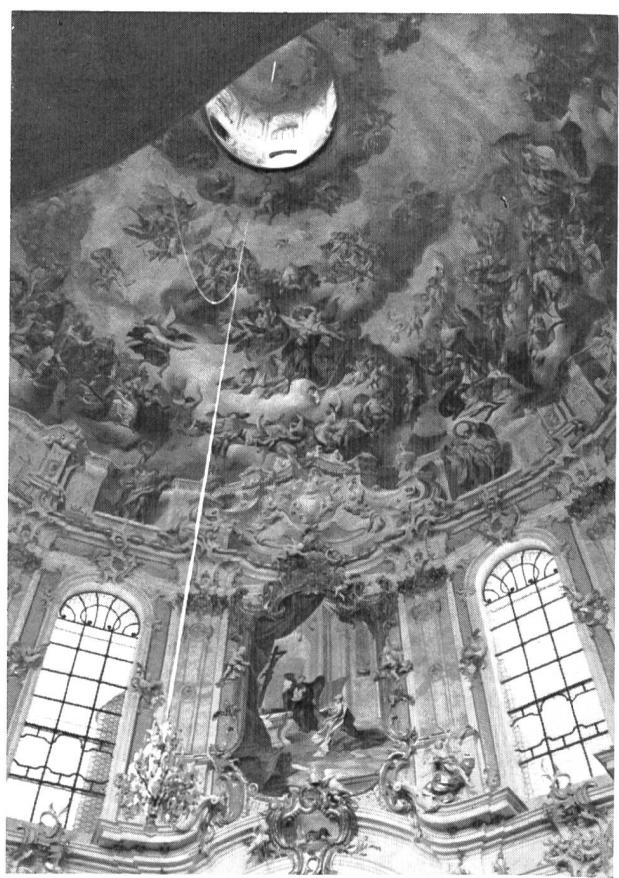


Bild 9 Blick in die riesige Kuppel der Wallfahrtskirche Etta in Oberbayern



Bild 6 Blick in die grossartige Wallfahrtskirche in der Wies



Bild 7

Teilansicht des vom eigen-sinnigen bayerischen König Ludwig II erbauten Schlosses Linderhof

Bild 8

Die mächtige Wallfahrtskirche Ettal mit der grossen Kuppel

Bild 10

Typische oberbayerische Malerei am Benediktenhof in Ettal

Bild 11

In Mittenwald ... und der Himmel hängt voller Geigen!



wig II erbaute Schloss Linderhof (Bild 7) besucht wird; dieser 1870/79 entstandene Bau enthält Stilelemente des Barock und Rokoko, vermischt mit romantisch-orientalischem Einschlag! Auf der Heimfahrt wird nach einer Kaffeepause im reizvollen Benediktenhof die Wallfahrtskirche des Benediktenklosters Ettal (Bilder 8/9) mit dem grossartigen Gemälde von J. J. Zeiller und K. Knöller in der riesigen Münsterkuppel und der Rokokodekoration von J. B. Zimmermann und J. G. Uebelherr besichtigt.

Am letzten Tagungsaabend finden sich viele Teilnehmer zum Abschiedsessen im sehr schönen gediegenen Posthotel in Partenkirchen ein.

Den Abschluss der ausgezeichnet organisierten und wohlgelegten Tagung, wofür vor allem H. Philippssen, Geschäftsführer des DVWW, ein Kranz zu winden ist, bildeten drei zur Wahl stehende Studienfahrten:

**FAHRT 1:** Eintägige Studienfahrt nach Oesterreich mit Besichtigung des Staudamms Gepatsch, des Kraftwerkes Prutz, des Innwehrs Ramserau und der Kavernenzentrale Imst, alles Anlagen der Tiroler Wasserkraftwerke AG, Innsbruck.

**FAHRT 2:** Zweitägige Studienfahrt nach Oesterreich mit Besichtigung der vorgenannten Objekte und verschiedener Anlagen der Vorarlberger Illwerke AG, Bregenz.

**FAHRT 3:**

### Zweitägige Studienfahrt in die Schweiz

zu den Engadiner Kraftwerken, die mit 65 Damen und Herren die grösste Teilnehmerzahl aufweist. Der Berichterstatter nimmt natürlich an dieser Fahrt teil, um so mehr als er diese angeregt und gewisse Organisationsarbeiten geleistet hatte.

Die frühe Abfahrt mit zwei Cars und PWs am Morgen des 31. Mai erfolgt leider bei eher trübem Wetter über den Fernpass und durch das Inntal bis Scuol/Schuls, wo nach kurzer Führung durch einige Räumlichkeiten des typischen alten Engadinerhauses ein hervorragendes Mittagessen im Hotel Guardaval eingenommen wird. Es folgt die Besichtigung der grossen Zentrale, Schaltanlage und des Kommandoraumes Pradella der Engadiner Kraftwerke AG<sup>1</sup> und anschliessend eine Fahrt durch das ganze noch kaum grünende Engadin bis zum Malojapass. Nach der Kaffeepause geht es zurück nach Samedan — Hauptort des Oberengadins —, wo Nachtessen und Unterkunft im behaglichen Hotel Bernina vorbereitet sind.

Bei etwas besserem Wetter folgt am 1. Juni die Fahrt nach Zernez zur gruppenweisen Besichtigung der hohen Bogentalsperre Punt dal Gall und des Talsperrenkraft- und Pumpspeicherwerkes Ova Spin in der wilden Spölschlucht; die ausgezeichneten Führungen durch Fachspezialisten der Elektro-Watt Ingenieurunternehmung AG und der Motor-Columbus Ingenieurunternehmung AG finden einen starken Widerhall bei den aufmerksamen und für besondere Probleme sehr empfänglichen ausländischen Fachleuten.

An der Ofenbergstrasse wird von der Engadiner Kraftwerke AG ein ausgezeichnet mundender Aperitif mit Imbiss offeriert, und vor der Rückreise nach Garmisch-Partenkirchen findet in Zernez in den Hotels Crusch Alva und Sport das die Tagung abschliessende Mittagessen statt.

Dem Berichterstatter ist es ein besonderes Bedürfnis, dem DVWW und vor allem seinen Exponenten Dr. E. Knop und H. Philippssen für die ihm während der ganzen Tagung gewährten grosszügigen Gastfreundschaft den herzlichen Dank auszusprechen.

### Bildernachweis:

Bilder 1, 2 Foto und Verlag Bücheler, Garmisch-Partenkirchen  
Bilder 3/11 Cl. und G. A. Töndury

<sup>1</sup> Beschreibungen siehe WEW 1958 S. 305/322, 1967 S. 223/247, 1968 S. 372/373, 1971 S. 319/325.

# ÜBERBLICK ÜBER DEN ENERGIEVERBRAUCH DER SCHWEIZ IM JAHRE 1972

Mitgeteilt vom Eidg. Amt für Energiewirtschaft, Bern

## 1. VERBRAUCH VON ENERGIETRÄGERN UND ANTEILE DER VERSCHIEDENEN ENERGIETRÄGER AM GESAMTVERBRAUCH

Energieträger	Verbrauch in Originaleneinheiten	Anteil am gesamten Energieverbrauch		
		Tcal	1972 %	im Vorjahr %
Flüssige Brenn- und Treibstoffe <sup>1</sup>	1000 t 12 853	128 530	79,9	( 79,7)
Kohle <sup>2</sup>	1000 t 533	3 729	2,3	( 2,8)
Primärelektrizität <sup>3</sup>	Mio kWh 28 981	24 924	15,5	( 15,4)
Holz	1000 m <sup>3</sup> 1 050	2 205	1,4	( 1,5)
Importiertes Gas <sup>4</sup>	Mio th <sup>5</sup> 1 401	1 401	0,9	( 0,6)
<b>Total</b>		<b>160 789</b>	<b>100,0</b>	<b>(100,0)</b>
Veränderung gegenüber dem Vorjahr		+2,8 %		

## 3. KOHLE

	1000 t	Tcal	Veränderung gegenüber dem Vorjahr %
Flammkohlen	254,1		— 4,1
Anthrazit	31,1		—21,7
Steinkohlenbriketts	19,9		—13,1
Braunkohlenbriketts	60,1		—22,3
Koks aus Steinkohlen	145,8		—25,8
Giessereikoks	21,5		—20,7
Anderer Koks	0,2		
<b>Total</b>	<b>532,7</b>	<b>3729</b>	<b>—15,3</b>

Verbrauch aus Importen unter Berücksichtigung der Lagerbewegung. Angaben über den «verkäuflichen Koks», der in schweizerischen Gaswerken bei der Umwandlung der importierten Kohle erzeugt wurde, sind in der Tabelle 5 (Gas) enthalten.

<sup>1</sup> Einschliesslich Verbrauch der konventionell-thermischen Kraftwerke und der Gaswerke

<sup>2</sup> Einschliesslich Verbrauch für die Stadtgaserzeugung

<sup>3</sup> Primärelektrizität: Erzeugung aus Wasserkraft

+ Erzeugung aus Atomenergie

+ Einfuhrüberschuss

<sup>4</sup> Gesamte Zahlen über Gaserzeugung, Gasimport, Gasexport, gesamte Gasdisponibilität, Gasabgabe, Rohstoffdurchsatz und Nebenprodukte siehe Tabelle 5.

<sup>5</sup> 1 Thermie (th) = 1 Million Kalorien

## 2. FLÜSSIGE BRENN- UND TREIBSTOFFE

	1000 t	in Tcal	Veränderung gegenüber dem Vorjahr %
<b>Flüssige Brennstoffe</b>			
(ohne Eigenverbrauch der Raffinerien)			
Heizöl extra leicht	6 249,7		+ 0,7
Heizöl mittel	298,1		—13,6
Heizöl schwer	2 059,3		+ 4,8
Uebrige	173,2		+28,6
<b>Total Brennstoffe</b>	<b>8 780,3</b>	<b>87 803</b>	<b>+ 1,5</b>

## Flüssige Treibstoffe

Normalbenzin	384,7		— 6,7
Superbenzin	2 072,5		+ 7,0
Flugbenzin	5,6		—12,5
Flugpetrol	648,5		+21,2
Dieselöl	710,1		+ 1,6
Uebrige	17,2		
<b>Total Treibstoffe</b>	<b>3 838,6</b>	<b>38 386</b>	<b>+ 6,6</b>

## Total flüssige Brennstoffe

(ohne Eigenverbrauch der Raffinerien)	12 618,9	126 189	+ 3,1
Eigenverbrauch der Raffinerien			

## Total flüssige Brennstoffe

(inkl. Eigenverbrauch der Raffinerien)	12 852,8	128 528	+ 3,1
Total flüssige Brennstoffe			

## 6. HOLZ

	1000 m <sup>3</sup>	Tcal	Veränderung gegenüber dem Vorjahr %
Brennholznutzung gemäss Forststatistik			
Abfälle bei der Holzverarbeitung	250		
Holzanfall ausser Wald	200		
Importüberschuss gemäss Forststatistik	—		
<b>Total</b>	<b>1 050</b>	<b>2 205</b>	<b>— 4,5</b>

## 5. GAS

	Mio th <sup>1</sup>	Tcal	Veränderung gegenüber dem Vorjahr %
<b>1. Gasaufkommen</b>			
Gas aus Steinkohle	258,0		— 11,3
Gas aus Kohlenwasserstoffen	1 205,3		+ 8,5
Gas aus Propan/Luftgemisch	48,9		+ 12,4
Gasproduktion	1 512,2	1 512	+ 4,6
Einfuhr von Stadtgas	254,4		— 43,4
Einfuhr von Erdgas	1 146,6		+154,7
Abzüglich:	2 913,2	2 913	—
Einsatz von Erdgas als Rohstoff	285,5		— 6,6
Eigenverbrauch der Gaswerke	61,8		— 28,1
Gasaufsuhr	150,1		+493,3
<b>Gasaufkommen</b>	<b>2 415,8</b>	<b>2 416</b>	<b>+ 25,3</b>

2. Gasabgabe	2 415,8		+ 25,3
Davon direkte Erdgasabgabe			
3. Rohstoffdurchsatz zur Gaserzeugung			
Steinkohlen	152 813 t		— 10,1
Gasöl/Heizöl	499 t		— 36,7
Leichtbenzin	81 527 t		+ 3,7
Flüssiggas	20 706 t		+ 59,6
Erdgas	285,5 Mio th		
4. Erzeugung von verkäuflichem Koks, von Rohteer und von Rohbenzol			
Koksproduktion	90 727 t		— 12,5
Rohteerproduktion	5 562 t		— 12,0
Rohbenzolproduktion	681 t		— 24,0

<sup>1</sup> 1 Thermie (th) = 10<sup>6</sup> cal

#### 4. ELEKTRIZITÄT

	Gesamte Schweiz in GWh			Veränderung gegenüber dem Vorjahr %
	Winter	Sommer	Hydrographisches Jahr	
<b>1. Energiebeschaffung</b>				
Wasserwerkwerke	11 031	14 334	25 365	—14,0
wovon:				
(Erzeugung im Winterhalbjahr aus Speicherwasser)	(5 730)			
Thermische Kraftwerke	3 130	2 805	5 935	+80,0
Landeseigene Erzeugung	14 161	17 139	31 300	— 4,5
Einfuhr	5 750	2 260	8 010	+47,2
Erzeugung und Einfuhr	19 911	19 399	39 310	+ 2,8
<b>2. Energieverwendung</b>				
Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft	7 543	6 599	14 142	+ 6,4
Industrie	5 356	5 247	10 603	+ 1,5
wovon:				
(Allgemeine Industrie)	(3 245)	(3 023)	(6 268)	(+ 6,0)
(Elektrochemische, elektrometallurgische und elektrothermische Anwendungen)	(2 111)	(2 224)	(4 335)	(— 4,4)
Bahnen	1 032	974	2 006	— 0,3
Uebertragungsverluste	1 549	1 428	2 977	+ 3,7
Landesverbrauch ohne Elektrokessel und Speicherpumpen	15 480	14 248	29 728	+ 3,8
Elektrokessel	13	47	60	—53,1
Speicherpumpen	480	1 058	1 538	+22,3
Gesamter Landesverbrauch	15 973	15 353	31 326	+ 4,4
Ausfuhr	3 938	4 046	7 984	— 2,8
Landesverbrauch und Ausfuhr	19 911	19 399	39 310	+ 2,8

## EXAMEN DE LA SITUATION ACTUELLE ET DES PERSPECTIVES DE L'UTILISATION ET DE LA PROTECTION DES EAUX EN SUISSE

CD 621.22.004.14 : 628.394.6

Exposé établi en commun par l'Office fédéral de l'économie hydraulique et l'Office fédéral de la protection de l'environnement<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ce document — à l'exception de la Fig. 1, ajoutée ultérieurement et de quelques modifications de détail — correspond à la contribution de la Suisse aux «Monographies nationales sur la situation actuelle et les perspectives futures de l'utilisation et de la mise en

valeur des ressources en eau», monographies établies périodiquement par les pays membres de la Commission économique pour l'Europe de l'ONU dans le cadre du programme de travail de son «Comité des problèmes de l'eau».

## 1. Evaluation générale de la situation en ce qui concerne les ressources et les besoins en eau

### 1.1 LES RESSOURCES

La hauteur annuelle moyenne des précipitations sur l'ensemble du territoire suisse (41 300 km<sup>2</sup> environ) est, en chiffres ronds, de 1470 mm, ce qui représente un volume annuel de l'ordre de 61 milliards de m<sup>3</sup> d'eau. Les 70 % environ de ces précipitations (soit 1030 mm ou un volume de 42,5 milliards de m<sup>3</sup> d'eau) s'écoulent dans nos rivières, les 30 % restants étant à mettre au compte de l'évapotranspiration et de la variation des réserves. Il convient de relever que, chaque année, s'écoulent en outre sur le territoire suisse plusieurs milliards de m<sup>3</sup> d'eau provenant de bassins versants étrangers, de sorte que, en année moyenne, environ 50 milliards de m<sup>3</sup> d'eau quittent le pays.

Les principaux bassins versants de la Suisse — dans lesquels prennent naissance quelques-uns des grands cours d'eau de l'Europe occidentale — sont ceux du Rhin (67,7 % de la surface du pays), du Rhône (18,3 %), des affluents suisses du bassin du Pô (9,3 %), de l'Inn (4,4 %).

Le bassin de l'Adige, quant à lui, draine une surface équivalant à 0,3 % de celle du territoire.

Les précipitations moyennes mentionnées ci-dessus se répartissent de façon très irrégulière dans l'espace et dans le temps. C'est ainsi que l'on note des valeurs annuelles moyennes inférieures à 600 mm pour la partie moyenne du Valais, de 1000 à 1200 mm pour la rive suisse du Lac Léman, de 800 mm à Bâle, de 900 à 1200 mm sur le Plateau suisse, de 1500 à 3200 mm dans les hautes Alpes (essentiellement sous forme de neige).

En ce qui concerne la vallée de l'Inn (Grisons) les précipitations moyennes, qui s'élèvent à 1360 mm dans sa partie supérieure, diminuent progressivement pour n'atteindre que 690 mm près de la frontière austro-suisse.

L'examen de la répartition saisonnière des précipitations indique que, pour l'ensemble du pays, à l'exception des régions élevées et exposées sur la chaîne des Alpes, le minimum se place en janvier/février; les plus grandes