

**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 70 (1978)  
**Heft:** 6-7

**Artikel:** Wieviel Wasser braucht die Energiewirtschaft?  
**Autor:** Täubert, U.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-941077>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 06.02.2025

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

# Wieviel Wasser braucht die Energiewirtschaft?

U. Täubert

Den weitaus grössten Teil des Wassers, das in Deutschland in den Haushalten und bei der Industrie benutzt wird, benötigt die Stromerzeugung zur Kühlung der Kraftwerke. Diese Tatsache spielt seit längerem in der Umwelt-Diskussion über die Abwärme aus Kraftwerken eine besondere Rolle. Nachdem sich in der letzten Zeit herausgestellt hat, dass die Abgabe von Wärme an die Umwelt nicht an sich schon schädlich ist, wenn die Aufwärmung des Flusses die allgemein anerkannten Grenzwerte nicht überschreitet, andererseits diese Grenzwerte jedoch keine weitere Ausbreitung der reinen Frischwasserkühlung mehr zulassen, haben sich die Gewichte der Diskussion auf den Wasserverlust durch Verdunstung bei der nassen Rückkühlung in Kühltürmen verschoben.

Der dabei anfallende Wasserverbrauch kann heute schon in manchen Zeiten und an manchen Orten nicht mehr aus dem natürlichen Abfluss der Flüsse gedeckt werden. Deshalb sind an diesen Stellen Wasserwirtschaftssysteme in Betrieb oder in der Planung, die es gestatten, durch Überleitung und Speicherung Niedrigwasserzeiten zu überbrücken. So wird das System der westdeutschen Schifffahrtskanäle sehr intensiv zur Wasserversorgung von Kraftwerken benutzt, auch die Überleitung von Donauwasser in das Maingebiet ist zum Teil unter diesem Aspekt zu sehen. Eine Reihe von weiteren Beispielen könnten angeführt werden.

Die künstliche Veränderung des Wasserabflusses nach Zeit und Ort wird es auch weiterhin gestatten, bei der Kühlung von Kraftwerken das Medium Wasser einzusetzen und damit den Einsatz der Trockenkühlung noch auf längere Zeit hin zu vermeiden. Dies führt zu Vorteilen auf beiden Seiten, denn einerseits ist die trockene Rückkühlung heute technisch noch nicht ausgereift und, selbst wenn sie es wäre, würde ihr Einsatz wegen des in manchen Jahreszeiten ganz erheblich herabgesetzten Wirkungsgrades zu einem erhöhten Einsatz der immer weniger werdenden Rohenergie führen, andererseits führt die Niedrigwasseraufbesserung zu einer Reihe von Vorteilen für das Gewässer.

Aber nicht nur für die Kraftwerkskühlung, sondern auch — wenn auch mengenmässig von untergeordneter Bedeutung — für andere Aktivitäten wie Gewinnung, Aufbereitung, Transport, Veredelung und Lagerung der verschiedenen Primärenergien wie Steinkohle, Braunkohle, Erdöl, Erdgas und Kernbrennstoff wird Wasser benötigt. Und zwar unterschiedlich viel.

Die heute durch die verschiedenen Zivilisationsansprüche sehr intensive Beanspruchung des Wasserhaushaltes macht es erforderlich, alle einzelnen Zweige der Wasserwirtschaft sehr intensiv zu analysieren. Dies wurde in der Dissertation<sup>1)</sup> aus der Gesamtschau für den Bereich der Energiewirtschaft unternommen.

Kriesel untersucht in seiner Arbeit zunächst die Stellen, an denen im verfahrenstechnischen Ablauf von der Gewinnung der Rohenergie über deren Aufbereitung und Transport mit der Umwandlung zum veredelten Verbrauchsprodukt Sekundärenergie und deren Lagerung Wasser benötigt wird. In einem zweiten Schritt entwickelt er ein mathematisches Computermodell, mit dessen Hilfe der jährliche

<sup>1)</sup> E. Kriesel: Wasserwirtschaftliche Aspekte thermischer Energiequellen. Erschienen als Darmstädter Wasserbau-Mitteilung des Instituts für Wasserbau und Wasserwirtschaft der TH Darmstadt Nr. 14, Darmstadt, März 1977.

Wasserbedarf jeder Energieart, im einzelnen und insgesamt, dynamisch berechnet werden kann.

In einem einführenden Abschnitt werden energie- und wasserwirtschaftliche Grundlagen dargestellt, um auf diese Weise eine Brücke zwischen dem Wasserwirtschaftler — dieser Profession gehört der Autor an — und dem Energiewirtschaftler zu schlagen. Dabei wird im einzelnen auf die Energieträger und auf den Energiebedarf eingegangen, bevor nach einer Energiebilanz die wasserwirtschaftliche Bedeutung der Energieträger hervorgehoben wird. Die Bilanz des Energiebedarfs heute und eine Prognose bis zum Jahr 2000 zeigen die Anteile der einzelnen Energiearten und den Trend zu hochwertigen, also umgewandelten Energien, besonders zum Strom.

In den folgenden Abschnitten der Arbeit werden die Energien hinsichtlich des Bedarfs und Verbrauchs von Wasser an den einzelnen Verwendungsstellen untersucht, so dass es mit Hilfe des spezifischen Wasserbedarfs und der erzeugten Energiemenge möglich ist, den Gesamtbedarf an Wasser für die Energiewirtschaft zu ermitteln. Die Stromerzeugung wird von den übrigen Energieumwandlungen abgespalten und gesondert betrachtet, da sie von der Grösse des Wasserbedarfs her das weitaus grösste Gewicht hat und andererseits der elektrische Strom im Gegensatz zu anderen Energiearten selbst nicht lagerfähig ist. Wertvoll ist hier besonders die Zusammenstellung von bisher nur sehr verstreut vorliegenden Daten und Tatsachen in einer umfassenden Schau aller Wasserbedarfsarten bei der Energieumwandlung allgemein und im Kraftwerk auch über die Kühlung hinaus bis hin zum Bedarf für einen eventuellen hydraulischen Aschetransport bei Kohlekraftwerken. Sehr interessant ist auch eine Darstellung der Entwicklung der einzelnen Anteile der Kühlverfahren in der Bundesrepublik, die auf einer Auswertung der VDEW-Statistik beruht.

Auf der Grundlage dieser Ermittlungen hat Kriesel ein mathematisches Modell in Form eines Computerprogramms entwickelt, in dem für jede Energie das in sämtlichen von ihr durchlaufenen Aktivitäten benötigte Wasser durch anteilmässige Summation berücksichtigt wird. Der Wasserbedarf bei jedem Schritt und bei jeder Energie wird in einem linearen Gleichungssystem erfasst und in vereinfachter Form im Matrixform aufgeschrieben. Die Lösung erfolgt dann in dem Programm. Das Modell gestattet die dynamische Fortschreibung der Bedarfszahlen bei geänderten Verhältnissen und hat den Vorteil, dass der wirkliche Wasserbedarf der einzelnen Energie getrennt oder kombiniert beurteilt und bei verändertem Einsatz unterschiedlicher Energien und ihres spezifischen Wasserbedarfs simuliert werden kann, um so Auswirkungen auf den gesamten Wasserbedarf vorherbestimmen zu können.

Zur Demonstration wird die Simulationsrechnung am Beispiel eines Industriestaates durchgeführt. Dabei liegen zwei Beispielgruppen zugrunde: In der ersten Gruppe wird ein einzelnes Jahr betrachtet und in der zweiten Gruppe ein Prognosezeitraum von 30 Jahren. Durch Variation der Anteilsgrossen verschiedener Energien wird ihr möglicher Einfluss auf den künftigen Wasserbedarf bestimmt. Als extreme Annahmen wird in den Modellfällen zum einen das Verhältnis von Durchlaufkühlung zur nassen Rückkühlung, wie es heute besteht, beibehalten, zum anderen wird vollständige nasse Rückkühlung bei allen Kraftwer-

ken angenommen. Eine Sensitivitätsanalyse zeigt die Auswirkung der Änderung des spezifischen Wasserbedarfs einer Energie auf den Gesamtwasserbedarf.

Das Problem des Wasserbedarfs in der Energiewirtschaft ist heute an vielen Stellen erkannt. So haben sich auch die für die Wasserwirtschaft zuständigen Bundesländer in einem Arbeitskreis der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) zusammengefunden, um im Verein mit Vertretern von Industrie und Elektrizitätswirtschaft aus ihrer Sicht Grundlagen für den Kühlwasserbedarf und seine Deckung

zu erarbeiten. Hier spielt insbesondere die neue Vorschrift im § 36b des Wasserhaushaltsgesetzes eine Rolle, nach der für alle Flüsse Bewirtschaftungspläne aufzustellen sind. Die Arbeit von Kriesel kann als ein wertvoller Beitrag aus der Sicht der Wissenschaft zu diesem Thema angesehen werden, die bei der praktischen Bewältigung der Probleme Beachtung finden sollte.

Adresse des Verfassers: Dr. Ing. U. Täubert, VEW, Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen AG, Postfach 941, D-4600 Dortmund 1.

## Die Zürichsee-Schifffahrt im Wandel der Zeiten

Fritz Fleischmann<sup>1)</sup>

Während Jahrhunderten spielte die Schifffahrt auf dem Zürichsee im Wirtschaftsleben eine wichtige Rolle. Hunderten von Familien brachte das blühende Schiffergewerbe in den Ufergemeinden bis ins 19. Jahrhundert Arbeit und Brot. Der Zürichsee-Schifffahrt kam früher sogar eine beachtliche militärische Bedeutung zu.

Heute ist in weiten Bevölkerungskreisen die Schifffahrt der Inbegriff für Ferien und Freizeit. Die 17 Schiffe der Zürichsee-Schiffahrtsgesellschaft dienen denn auch praktisch nur noch dem Ausflugsverkehr. Allerdings wird immer noch ein gewisser Berufsverkehr verzeichnet. Mit den täglichen Querfahrtkursen werden auch im tiefsten Winter jeden Tag zwischen 500 und 800 Personen über den See befördert. Die Seegemeinden sind an diesen Verbindungen sehr interessiert, für die Unternehmung bedeuten sie aber eine grosse finanzielle Belastung.

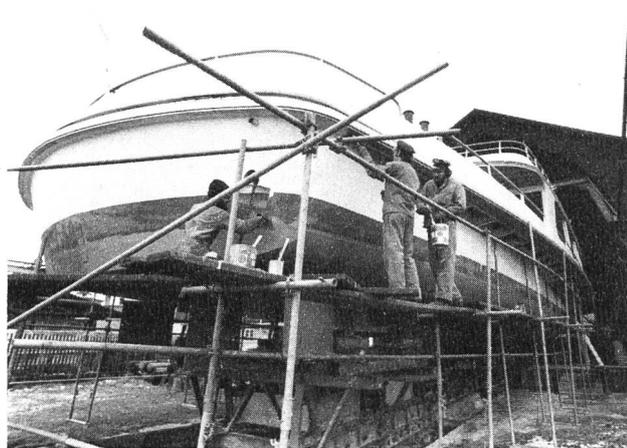


Bild 1. Auf der Werft in Wollishofen wird an der weissen Flotte der Zürichsee-Schiffahrtsgesellschaft während der Wintermonate tüchtig gearbeitet. Unser Bild zeigt MS «Limmat» auf Stapel. An dieser Einheit wird der Unterwasseranstrich erneuert und an der Propellerwelle eine Reparatur vorgenommen. Das Bild zeigt eindrücklich die Dringlichkeit eines Werftneubaus: Nur etwa die Hälfte des Schiffes kann in die Halle gezogen werden, die Revisionsarbeiten sind auch bei tiefsten Wintertemperaturen weitgehend im Freien auszuführen.

Der lukrativere Ausflugsverkehr bringt eine ausgesprochene Wetterabhängigkeit mit sich. Um diese etwas zu mildern, wurde der Schiffspark in den letzten 25 Jahren durch den Einsatz von neuen Allwetterschiffen modernisiert. Doch auch die beliebten Raddampfer «Stadt Zürich» und «Stadt Rapperswil», die aus den Jahren 1909 und 1914 stammen, sind oder werden noch so instandgesetzt, dass sie für mindestens 10 bis 15 weitere Jahre im Betrieb belassen werden können.

Ein besonderes Augenmerk legt man heute bei der Zürichsee-Schiffahrtsgesellschaft auf die Durchführung von Fahrten bei jedem Wetter. Aus diesem Grunde sind die Extrafahrten mit geschlossenen Gesellschaften stark gefördert worden. Beispielsweise gelangen jährlich mehr als 200 Fahrten mit Hochzeitsgesellschaften zur Durchführung — im wahrsten Sinne des Wortes fahren also zahlreiche Ehepaare mit der «weissen Flotte» in den Hafen der Ehe ein. Auch wird jedes Jahr mit Neuheiten versucht, ein weiteres Publikum auf den See zu bringen. Im vergangenen Jahr verzeichneten die erstmals organisierten Fondue-Fahrten einen unerwarteten Erfolg. Auch die neuen fahrplanmässigen Kurse in den Obersee bis Schmerikon waren überraschend gut frequentiert. Aber eines ist bis heute noch nicht gelungen und wird auch in Zukunft kaum zu realisieren sein: Die Bevölkerung bei schlechtem Wetter in Massen auf den See zu bringen, obschon eine Schifffahrt bei Regen ihre ganz besonderen Reize hat.

Vielfach herrscht die Meinung vor, während der Wintermonate ruhe die Arbeit bei einer Schiffahrtsgesellschaft weitgehend. Dem ist aber nicht so: Kapitäne, Maschinisten, Kassiere und Matrosen vertauschen dann ihre Uniformen mit dem Überkleid. Alle Revisionsarbeiten an den Zürichsee-Schiffen werden in der Werft in Wollishofen vom betriebseigenen Personal ausgeführt (Bild 1). Nach einem genauen Plan werden die Einheiten periodisch strengen Kontrollen durch das Eidg. Amt für Verkehr unterworfen. Bald ist es aber wieder so weit: Die Ausflugschiffe erwarten auch dieses Jahr viele frohgelaunte Fahrgäste.

<sup>1)</sup> Zusammenfassung eines Vortrages gehalten vor dem Linth-Limmatverband vom 31. Januar 1978.

Adresse des Verfassers: Fritz Fleischmann, Direktor der Zürichsee-Schiffahrtsgesellschaft Zürich, Mythenquai 333, 8038 Zürich.