

<b>Zeitschrift:</b>	Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
<b>Band:</b>	51 (1959)
<b>Heft:</b>	8-10
<b>Artikel:</b>	Probleme des Gewässerschutzes im Zusammenhang mit dem Bau von Wasserkraftanlagen
<b>Autor:</b>	Nanny, P.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-921297">https://doi.org/10.5169/seals-921297</a>

### **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:** 19.02.2026

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

## Zusammenfassung

Die Wasserkraftnutzung hat im Großen gesehen keine nachteiligen Folgen, der Ausgleich der Winter- und Sommerwasserführung der Flüsse ist ein den Wasserhaushalt verbessernder Faktor. Das Belassen von Restwassermengen durch Nutzungsverzicht rechtfertigt sich nur in wenigen Sonderfällen, die Dotierung soll dann so groß sein, daß der Charakter der Gewässer beibehalten wird.

Die Gewässer-Sanierung kann später vielleicht größere Restwassermengen bedingen. Es ist ein großer Vorteil der Wasserkraftnutzung, daß dieses Bedürfnis bei zwingenden Gründen jederzeit erfüllt werden kann, schließlich bis zum Verzicht auf die Nutzung, also der Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes. Deshalb muß dem Unterhalt der Gerinne aller genutzten Bach- und Flußläufe größte Aufmerksamkeit geschenkt werden.

# Probleme des Gewässerschutzes im Zusammenhang mit dem Bau von Wasserkraftanlagen

Dr. P. Nänny, Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz an der ETH (EAWAG), Zürich

## A. Einleitung

Es ist allen Lesern bekannt, daß die Probleme der Ausnützung der Gewässer für die Gewinnung von Wasserkraft in sehr enger und mannigfaltiger Weise mit denjenigen des Gewässerschutzes verknüpft sind. Da die Wasserkraftgewinnung und der Gewässerschutz sich um denselben Gegenstand — die Gewässer — interessieren, ist es nicht verwunderlich, daß die beiden Bestrebungen angesichts ihrer verschiedenen Zielsetzung — möglichst intensive Nutzung für einen bestimmten Zweck auf der einen, möglichst weitgehender qualitativer und quantitativer Schutz auf der andern Seite — in der Regel gegensätzliche Forderungen vertreten. Es gibt wohl auch Fälle, in denen die Interessen von vorneherein in der gleichen Richtung laufen. Häufig wird es jedoch notwendig sein, die gerechten Forderungen des Gewässerschutzes und der Wasserkraftgewinnung sorgfältig gegeneinander abzuwägen, damit schlußendlich in jedem Falle die dem Wohl des Landes am besten dienende Lösung zur Ausführung gelangt. Es ist dabei die vornehme Aufgabe der zuständigen Fachleute — Ingenieure, Geologen, Biologen und Chemiker und andere — die für die Entscheidung über die Ausführung von Bauprojekten zuständigen Behörden in objektiver Weise zu beraten. Der Schreibende ist der Auffassung, daß keine starren Richtlinien für die Vertretung der Belange des Gewässerschutzes bei der Behandlung von Kraftwerkprojekten gegeben werden können. Es ist sicher vielmehr so, daß jeder Fall für sich studiert werden muß, damit die für Bevölkerung und Landschaft des betreffenden Bauobjektes notwendigen, hinsichtlich Wirkung und Kosten zweckmäßigsten Gewässerschutzmaßnahmen ergriffen werden können. Die nachfolgenden Ausführungen sollen dazu dienen, die wichtigsten, beim Bau von Wasserkraftanlagen auftretenden Fragen des Gewässerschutzes aufzuzeigen und hinsichtlich ihrer Bedeutung kurz zu charakterisieren. Die Berührungspunkte zwischen Kraftwerkbau und Gewässerschutz sind so vielgestaltig, daß es nützlich erscheint,

die weitere Besprechung nach der Art der Eingriffe in den Gewässerhaushalt — Aufstau von Fließgewässern einerseits, Wasserableitungen aus Fließgewässern anderseits — gruppiert durchzuführen.

## B. Gewässerschutzprobleme im Zusammenhang mit dem Aufstau von Fließgewässern (Stauhaltungen bei Laufwerken, Stauseen bei den Speicherwerken)

Es sind nach Auffassung des Schreibenden folgende Möglichkeiten in Betracht zu ziehen und in den meisten Fällen genau zu überprüfen:

- a) Veränderung des chemisch-biologischen Zustandes und des Selbstreinigungsvermögens der Gewässer;
- b) Veränderung der fischereilichen Verhältnisse;
- c) Beeinflussung der Grundwasserverhältnisse;
- d) Beeinflussung von Klima und Vegetation.

Bei der Erstellung von Stauhaltungen für Laufwerke ist vor allem den Grundwasserfragen höchste Aufmerksamkeit zu schenken. Die Grundwasservorkommen in den Alluvionen der meisten größeren Täler haben eine überragende Bedeutung für die ausreichende und gesunde Wasserversorgung der Bevölkerung sowie der Industrie unseres Landes. Es müssen alle Mittel eingesetzt werden, damit dieser wertvolle und unersetzliche Schatz qualitativ und quantitativ ungeschmälert erhalten bleibt. Die Erstellung von Stauhaltungen für Laufkraftwerke bewirkt in den meisten Fällen zusätzliche Infiltrationen von Flusswasser in die dem Flusslauf benachbarten Grundwasservorkommen. Die flächenhafte Verbreitung des infiltrierten Flusswassers im Grundwasservorkommen und seine Einflüsse auf die Qualität des Grundwassers sind abhängig von den örtlichen Verhältnissen und wechseln daher sehr stark von einem Fall zum andern. Kräftige Infiltrationen von Flusswasser sind erwünscht (Vergrößerung der Ergiebigkeit des Grundwasservorkommens), sofern sie nicht mit einer Beeinträchtigung der Qualität des

Grundwassers in chemischer oder bakteriologischer Beziehung verknüpft sind. Währenddem die bakteriologischen Eigenschaften des Infiltrationsgrundwassers infolge der günstigen Granulometrie unserer meisten Grundwasserträger in der Regel schon nach relativ kurzen Fließwegen unterhalb der Infiltrationszonen zu keiner Beanstandung Anlaß geben, kann von der chemischen Zusammensetzung leider nicht dasselbe gesagt werden. Die Fälle, in denen das durch Flußwasser-Infiltrationen beeinflußte Grundwasser wegen seiner hohen Konzentrationen an aggressiver Kohlensäure sowie an gelösten Eisen- und Manganverbindungen und wegen seines niedrigen Sauerstoffgehaltes zu Störungen im Leitungsnetz führt oder ohne komplizierte und kostspielige Aufbereitungsmaßnahmen für die Zwecke der Wasserversorgung sogar überhaupt unbrauchbar ist, sind auch in unserem Lande relativ häufig. Die Hauptursache für diese ungünstige Entwicklung der chemischen Verhältnisse des Infiltrations-Grundwassers ist ohne Zweifel der hohe Gehalt vieler Flußwässer an organischen Substanzen (zu starke Belastung des Flusses mit ungereinigten Abwässern). Eine weitere Rolle spielen diesbezüglich bestimmt auch die Mächtigkeit und die Zusammensetzung (Gehalt an abbaubarem organischem Material) der Schlammablagerungen auf dem Infiltrationshorizont, d. h. auf der Sohle und an den Ufern des Flusßbettes. Die oben genannten, maßgebenden Faktoren wirken sich um so günstiger aus, je besser die Abwässer vor ihrer Einleitung in den Fluß gereinigt werden. Die geschilderten Zusammenhänge zwischen Fluß- und Grundwasser bilden ein gewichtiges Argument für die Dringlichkeit der Sanierung der Abwasser-Verhältnisse.

Es muß an dieser Stelle auf eine Diskussion der übrigen, im Zusammenhang mit der Errichtung von Stauhaltungen für Laufwerke sich stellenden Gewässerschutzprobleme verzichtet werden. Sowohl der Frage der Veränderung des chemisch-biologischen Zustandes der Gewässer als auch derjenigen der Veränderung der fischereilichen Verhältnisse ist gebührende Beachtung zu schenken. Diese Fragen können jedoch nicht generell beantwortet, sondern sie müssen von Fall zu Fall studiert und unter Berücksichtigung der speziellen örtlichen Verhältnisse beurteilt werden. Hinsichtlich der unter d) genannten Probleme kann nur ausgesagt werden, daß dem Verfasser kein Fall einer Veränderung des Klimas oder der Vegetation im Gefolge der Errichtung von Stauhaltungen für Laufwerke bekannt ist. Versumpfungen des Terrains im Zusammenhang mit dem Anstieg des Grundwasserspiegels im Bereiche der Stauhaltungen werden wohl in allen Fällen durch vorbeugende Maßnahmen (Drainagen, Seitengräben, Pumpwerke) wirksam bekämpft.

Bei der Erstellung von Stauseen für Speicherwerke ergibt sich sowohl hinsichtlich des chemisch-biologischen Zustandes des Gewässers als auch der fischereilichen Verhältnisse eine vollkommen neue Situation (Ersatz des Talbaches durch einen See). Veränderungen der Grundwasser-Verhältnisse und damit auch der Vegetation (Versumpfungen) können wohl an einzelnen Stellen auftreten (flache Uferpartien der Stauseen); sie haben jedoch kaum mehr als lokale Bedeutung. Es erscheint dem Verfasser — obwohl er das außerhalb seines Tätigkeitsgebietes liegende Problem nicht näher ver-

folgt hat — als wahrscheinlich, daß durch die Erstellung großer Stauseen das lokale Klima eines Tales in speziellen Fällen merklich verändert werden kann. Es dürfte daher sicher am Platze sein, wenn der Frage der möglichen klimatischen Veränderungen vor allem bei Stauseuprojekten in der Nähe von Kurorten Beachtung geschenkt wird (z. B. Pontresina, beim seinerzeitigen Projekt eines großen Stausees mit Speicherung besonders kalter Gletscherabflüsse).

### C. Gewässerschutzprobleme im Zusammenhang mit den Wasserableitungen aus Fließgewässern

#### 1. Wasserableitungen im Einzugsgebiet der Speicherwerke.

##### a) Veränderung des chemisch-biologischen Zustandes der Gewässer (Abwasserbelastung, hygienische Verhältnisse).

Es ist offensichtlich, daß die rigorosen Wasserableitungen, welche im Einzugsgebiet der Speicherwerke bereits durchgeführt oder geplant sind, sowohl in den durch Wasserableitungen betroffenen Tälern oberhalb des Stausees als auch im Haupttal zwischen Stausee und Wasserrückgabe bei der untersten Zentrale tiefgreifende Veränderungen im chemisch-biologischen Zustand der Gewässer zur Folge haben. Jede Reduktion der Abflußmenge eines Flusses oder eines Baches führt — sofern irgendwelche Abwässer in das Gewässer eingeleitet werden — wegen der Vergrößerung der Abwasserbelastung zu einer Zunahme der Verschmutzung und damit allgemein zu einer Verschlechterung der hygienischen Verhältnisse. Die Art, wie sich die Gewässerverschmutzung im Gerinne manifestiert und welche Folgen sie hat, braucht hier nicht näher beschrieben zu werden; diese Dinge sind heute wohl allen Lesern genügend bekannt. Die Zunahme der Verschmutzung infolge der Wasserableitung ist vor allem in den größeren Tälern, d. h. in den Gebieten mit einem merklichen Anfall an häuslichen und industriellen Abwässern, von Bedeutung. Sie kann jedoch in gewissen Fällen (z. B. bei Kurorten) auch bei kleineren Tälern im Zuflußgebiet der Stauseen ein unerfreuliches Ausmaß annehmen.

Bei praktisch allen Siedlungen unseres Landes ist der heutige Stand der Abwasserbeseitigung als unbefriedigend zu bezeichnen. In der Regel werden die häuslichen und industriellen Abwässer nicht oder ganz ungenügend gereinigt und nicht selten auf kürzestem Wege in vielen Einzelkanälen dem Vorfluter übergeben. In ländlichen Gebieten werden die häuslichen Abwässer häufig noch in den herkömmlichen Jauchegruben gesammelt und landwirtschaftlich verwertet. Sofern die Untergrundverhältnisse (durchlässiger Boden) dies erlauben, wird das Abwasser in vielen Fällen zur Versickerung gebracht. Die Tatsache, daß der Zustand in den für die Wasserableitungen für Speicherwerke vorgesehenen Gewässern heute wohl im allgemeinen trotzdem noch als ziemlich befriedigend bis gut bezeichnet werden darf, ist den günstigsten Verdünnungsverhältnissen (kleine Abwassermengen, große Abflußmengen der Vorfluter) zuzuschreiben. Es besteht kein Zweifel, daß der chemisch-biologische Zustand der Gewässer sich im Gefolge von Wasserableitungen verschlechtern wird

und zwar um so stärker, je mehr Wasser aus dem natürlichen Gerinne in die Stollen und Stauseen der Kraftwerke abgeleitet wird. Diese Beeinträchtigung der Gewässer wird entsprechende Gegenmaßnahmen erforderlich machen, sei es, daß der Bau von Abwasserreinigungsanlagen früher als erwartet in Angriff genommen oder daß die Anlagen auf größere Reinigungsleistung ausgebaut werden müssen.

Bei der Projektierung der im Zusammenhang mit den Wasserableitungen zum Schutze der Qualität der Gewässer notwendig werdenden Maßnahmen darf im Interesse der betroffenen Talschaften nicht auf die heutigen Verhältnisse abgestellt, sondern es muß dabei mit einer schon in näherer Zukunft vergrößerten Abwassermenge gerechnet werden. Das Anwachsen der Abwassermengen ist einerseits bedingt durch den normalen Zuwachs der Bevölkerung und die zunehmende Industrialisierung, andernteils durch die langsame aber sichere Ausmerzung der Jauchegruben (Ausbau der sanitären Einrichtungen in den Wohnhäusern) und Abwasserversickerungen (Entfernung dringend wegen der gesundheitsgefährdenden Verunreinigung von Grundwasser und Quellen).

Ein weiterer Faktor, der schon heute zu unerwünschten Gewässerverunreinigungen, Geruchs- und Mückenplagen sowie zu häßlichen, unästhetischen Landschaftsbildern Anlaß gibt, ist die an sehr vielen Orten (leider auch in berühmten Kurorten) verbreitete Ablagerung des Kehrichts in den Bächen und Flüssen. Heute dient der ständige große Abfluß in den Gewässern als allerdings unwillkommenes Transport- und Verteilungsmittel für diese Kehrichtmassen. Wenn jedoch die Abflußmengen an solchen Orten durch die Wasserableitung für die Kraftwerke auf einen kleinen Bruchteil reduziert sind, werden die Kehrichthaufen nicht mehr aus dem Gebiet der Siedlungen weggespült und es stellen sich derart unerfreuliche Verhältnisse ein, daß die Lage sowohl für die ansässige Bevölkerung als auch für die Touristen und Feriengäste untragbar wird. Man kann jedoch nicht verlangen, daß an solchen Orten die Wasserkraftkonzessionäre für die Sanierung der Kehrichtbeseitigung sorgen, denn nach dem eidgenössischen Gewässerschutzgesetz ist die Kehrichtablagerung in Gewässern ausdrücklich verboten. Es darf wohl erwartet werden, daß die störungsfreie Kehrichtbeseitigung (geordnete Deponie außerhalb der Zone nutzbarer Grundwasservorkommen, Kompostierung oder Verbrennung) von der Bevölkerung durchgeführt wird.

Zweifellos darf jedoch die Bevölkerung eines von Wasserableitungen betroffenen Gebietes verlangen, daß die Kraftwerkskonzessionäre für die Erhaltung einer annehmbaren Qualität des in den Gewässern verbleibenden Abflusses sorgen. Dies hat sowohl durch die Garantierung angemessener Restwassermengen als auch durch Übernahme der Kosten für Erhaltung und Betrieb von Kläranlagen oder Bauteilen derselben zu erfolgen, die durch die verminderte Wasserführung der Vorflut notwendig werden. Angesichts der Ungewißheiten über die zukünftige Entwicklung der Abwassermengen dürfte es empfehlenswert sein, gewisse sichernde Vorbehalte in die Konzessionsverträge einzubauen, die es ermöglichen, die Leistungen der Konzessionäre neuen Situationen anzupassen. Über die Ansetzung der minimalen, zu keinem Zeitpunkt zu unterschreitenden Restabflußmengen sowie

über die finanzielle Mithilfe der Konzessionäre bei der Sanierung der Abwasserverhältnisse (Bau von Sammelkanälen, Erstellung einer den Verhältnissen entsprechenden Abwasserreinigungsanlage) können hier keine allgemein gültigen Richtlinien gegeben werden. Es ist empfehlenswert, wenn diese Fragen möglichst frühzeitig studiert und durch Verhandlungen zwischen sämtlichen beteiligten Instanzen (Verleihrungsbehörden und Konzessionsbewerber) geregelt werden.

#### b) Beeinträchtigung der fischereilichen Verhältnisse

Es unterliegt keinem Zweifel, daß die fischereilichen Verhältnisse durch Wasserableitungen aus den natürlichen Gerinnen stark beeinträchtigt werden. Eine totale Entwertung der Fischgewässer kann vermieden werden, wenn die im vorangehenden Abschnitt genannten, zur Erhaltung einer genügenden Qualität des Abflusses dienenden Schutzmaßnahmen (Festsetzung einer vernünftigen, ständig einzuhaltenden Restwassermenge, Sanierung der Abwasserverhältnisse) zur Durchführung gelangen. Auf eine Diskussion der speziellen fischereilichen Belange (eventuelle weitere Schutzmaßnahmen, Möglichkeiten eines Realersatzes, finanzielle Entschädigungen) kann hier verzichtet werden. Die Behandlung dieser Fragen erfolgt durch die dafür kompetente Stelle in einem speziellen Beitrag für das vorliegende Heft.

#### c) Möglichkeiten der Beeinflussung der Grundwasser- verhältnisse

Die Frage einer eventuellen Beeinflussung der Grundwasserverhältnisse durch Wasserableitungen aus Flüssen und Bächen muß nur bei größeren, meist durchlässigen Alluvionen enthaltenden Talböden ernstlich geprüft werden. Es seien diesbezüglich einige, heute oder eventuell in näherer Zukunft zur Diskussion stehende Beispiele genannt: Urserental, Domleschg, Rheintal, besonders auf der Strecke Reichenau-Landquart-Sargans, Engadin. Im Falle der Ableitung von Wasser aus den oben genannten oder ähnlichen Tälern gilt es abzuklären, ob bei der Wasserableitung aus dem Talfluß mit Absenkungen des Wasserspiegels in den Grundwasservorkommen des Talbodens gerechnet werden muß. Grundwasserspiegel-Absenkungen sind, sofern es sich nicht um Gebiete handelt, die wegen extrem hoher Lage des Wasserspiegels zeitweise überflutet oder versumpft sind, unerwünscht, da sie zu Beeinträchtigungen in der Nutzung des Grundwassers für die Zwecke der Wasserversorgung sowie in speziellen Fällen zu Schädigungen der Vegetation im Talboden führen können.

Es ist dringend notwendig, daß bei Wasserableitungen aus größeren Tälern die Studien hinsichtlich der Möglichkeiten einer Veränderung der Grundwasserverhältnisse möglichst frühzeitig aufgenommen werden, damit genügend Zeit für die Verhandlungen über eventuell notwendige Schutz- und Sanierungsmaßnahmen (Projektänderungen im Sinne einer starken Wasserdotierung besonders wichtiger Flußstrecken, Erstellung von Hilfswehren, Realersatz oder Anpassungsarbeiten im Falle von beeinträchtigten Grundwasserpumpwerken, Projektierung von Bewässerungsanlagen) zur Verfügung steht. Bei den Studien für die Abklärung der Zusammenhänge zwischen dem Fluß- und Grundwasserregime müssen im allgemeinen folgende Arbeiten durchgeführt werden:

1. Abteufung von Sondierbohrungen zur Abklärung der geologischen Verhältnisse des Talbodens.
2. Erstellung von Piezometerrohren (Einsetzen der Rohre in die Bohrlöcher, evtl. zusätzliche Einrammung von Rohren) für die Beobachtung des Grundwasserspiegels.
3. Erstellung von Pegeln am Talfusse sowie an seinen Zuflüssen für die Beobachtung des Wasserspiegels.
4. Laufende, in der Regel wöchentlich einmalige Ablesungen der Wasserspiegel bei den bestehenden Grundwasserpumpwerken, den Piezometerrohren und den Pegeln an den Oberflächengewässern.
5. Physikalisch-chemische und bakteriologische Analysen des Grundwassers und des Oberflächenwassers an den notwendigen und für die Probeentnahme geeigneten Stellen.
6. Durchführung von Pumpversuchen an den bestehenden Grundwasserpumpwerken zur Ermittlung der Ergiebigkeit dieser Anlagen, vor allem bei den niedrigsten, im natürlichen Zustand auftretenden Wasserspiegeln.

Es ist sehr zu empfehlen, die unter 4 und 5 erwähnten Untersuchungen nicht nur vor, sondern auch während mindestens zwei vollen Jahren nach Erstellung des Kraftwerks durchführen zu lassen, sofern nicht mit Sicherheit jegliche Beeinflussung der Grundwasserverhältnisse ausgeschlossen werden kann.

*d) Möglichkeiten der Beeinflussung des Regimes von Quellen, insbesondere von Mineral- und Thermalquellen durch Kraftwerkbaute*

Das Abflußregime von Quellen kann bei der Erstellung von Kraftwerkseinrichtungen sowohl durch Stollenbauten (Anschneiden der wasserführenden Gesteinspakete beim Vortrieb der Stollen) als auch in speziellen Fällen durch Wasserableitungen aus Flüssen vorübergehend oder dauernd verändert werden. Es empfiehlt sich auch bei diesem Problem, die Studien über mögliche Beeinträchtigungen von Quellen durch den Kraftwerksbau sowie über die zweckmäßigen Schutzmaßnahmen mehrere Jahre vor Baubeginn in Angriff zu nehmen. Angesichts der lebenswichtigen Bedeutung der Quellen für die Wasserversorgung der Bevölkerung oder für die Existenz von Kurorten wird schon heute wohl bei allen Kraftwerkprojekten das Regime der wichtigeren Quellen durch regelmäßige Beobachtungen des Ertrages sowie, im Falle der Mineral- und Thermalquellen, auch der physikalisch-chemischen und bakteriologischen Zusammensetzung des Wassers vor, während und nach Ausführung der Bauarbeiten unter strenger Kontrolle gehalten. Es darf wohl gesagt werden, daß die Kraftwerkunternehmen in allen Fällen, bei denen eine Beeinträchtigung von Quellen durch die Bauarbeiten nachgewiesen werden konnte, für einen vollwertigen Realersatz gesorgt haben und dies auch in Zukunft tun werden. Im Falle einer Schädigung von Mineral- und Thermalquellen wäre ein Realersatz wohl meistens sehr schwierig oder unmöglich. Angesichts der bedeutenden materiellen Werte, die hier auf dem Spiele stehen, ist von Behörden und Kraftwerkskonzessionären alles vorzukehren — Hilfsstauhaltungen, Projektänderungen, eventuell Verzicht auf gewisse Kraftwerkstufen —, damit keine Schäden entstehen.

*e) Problem der Beeinflussung des Klimas*

Nach vorläufigen Besprechungen dieser Frage mit Meteorologen kann festgestellt werden, daß auch bei einer weitgehenden Trockenlegung von Fluß- und Bach-

läufen eines Gebietes die Verringerung der Verdunstung klein ist angesichts des überragenden Anteils der wirk samen Oberfläche der Wiesen und Wälder an der gesamten, im betreffenden Gebiete verdunstenden Wassermenge. Das Problem wird zurzeit durch die zuständigen Fachleute noch näher studiert. Es darf jedoch schon im heutigen Zeitpunkt angenommen werden, daß Wasserableitungen aus Flüssen und Bächen für Speicherwerkste in der Schweiz keinen nennenswerten Einfluß auf das Klima ausüben können.

*f) Möglichkeit einer Beeinflussung der Vegetation*

Gemäß den obigen Ausführungen darf angenommen werden, daß bei Wasserableitungen in unserem Lande kaum eine nachteilige Beeinflussung der Vegetation von seiten der klimatischen Bedingungen zu erwarten ist. Dagegen bleibt die Frage offen, ob und in welcher Weise die Vegetation auf Absenkungen des Grundwasserspiegels reagieren wird. Das Problem der Beeinflussung der Vegetation ist daher nur in Fällen der Wasserableitung aus größeren, Grundwasservorkommen enthaltenden Tälern näher zu prüfen.

Eine große, vielleicht sogar entscheidende Rolle für die Vegetation spielen zweifellos die Zusammensetzung und der Wasserhaushalt der obersten Bodenschichten. Der Wasserhaushalt im Boden ist seinerseits wieder abhängig von den Niederschlägen, von der Lage des Grundwasserspiegels und der Bodenzusammensetzung. Hinsichtlich des Einflusses von Grundwasserspiegelabsenkungen kommt es sicher sehr darauf an, ob der Wasserspiegel vor der Zustandsänderung ganz in der Nähe oder aber mehrere Meter unter Terrain liegt.

Aus den obigen Darlegungen geht hervor, daß die Frage betreffend Beeinflussung der Vegetation durch Absenkungen des Grundwasserspiegels nicht generell beantwortet werden darf, sondern besonders in niederschlagsarmen Gegenden unseres Landes in jedem einzelnen Fall sorgfältig durch die dafür zuständigen Fachleute (Agronomen, Förster, Geologen) geprüft werden muß. Einen deutlichen Hinweis darauf, daß das Problem der Vegetation bei den Gewässerableitungen nicht vernachlässigt werden darf, geben die Vorgänge in der Ebene des Oberrheins zwischen Basel und Breisach (vergl. die diesbezüglichen Ausführungen im folgenden Abschnitt). Nach den schlechten Erfahrungen am Oberrhein erscheint es als notwendig, in Fällen, bei denen mit nennenswerten Grundwasserspiegel-Absenkungen im Gefolge von Wasserableitungen gerechnet werden muß, Vorbehalte in die Konzessionsverträge einzubauen, gemäß welchen die Konzessionäre auch nach Vollendung der Bauten zur Durchführung von Abwehr- und Sanierungsmaßnahmen (Errichtung von Hilfsstauhaltungen und Bewässerungsanlagen) verpflichtet sind, sofern sich dies infolge einer Verschlechterung der Vegetationsverhältnisse als notwendig erweisen sollte.

*2. Trockenlegung von Teilstrecken des natürlichen Flüßbettes bei den Kanalanlagen der Laufwerke*

Hinsichtlich der Schwere des Eingriffes in den Gewässerhaushalt besteht ein gewichtiger Unterschied zwischen den Speicherwerken in den Alpen und den Laufwerken in den Flüssen des Tieflandes. Bei den erstgenannten Anlagen wird meist einer ganzen Anzahl von Tälern oberhalb des Staubeckens sowie dem

Haupttal zwischen Staubecken und Wasserrückgabe bei der untersten Zentrale der Kraftwerkgruppe das Wasser ganz oder bis auf einen kleinen Rest — die sog. Restwassermenge — entzogen. Im Falle der Laufwerke ist zu unterscheiden zwischen konzentrierten Anlagen (Stauwehr und Maschinenhaus in derselben Achse im natürlichen Flußbett) und Kanalwerken. Bei den erstenen beschränkt sich der Eingriff in den Gewässerhaushalt im wesentlichen auf die Erstellung der Stauhaltung, eventuell verbunden mit einer Ausbaggerung im Unterwasser; der natürliche Flußlauf oberhalb des Maschinenhauses wird in einen Stausee verwandelt (Vergrößerung der Tiefe und der Oberfläche des Gewässers, Verkleinerung der Fließgeschwindigkeit des Wassers). Bei diesen Anlagen bleibt jedoch das Abflußregime im Gerinne unverändert; es wird dem Flußlauf kein Tropfen Wasser entzogen. Dieser Unterschied gegenüber den Speicherwerken mit dem dort üblichen, weitgehenden Wasserentzug aus ganzen Talsystemen verdient hervorgehoben zu werden, denn es ist für die Bevölkerung einer Talschaft im Hinblick auf die Möglichkeit anderweitiger Nutzungen des Wassers (Bewässerungszwecke, Brauchwasser für Industrie, Vorfluter für häusliche und industrielle Abwässer, Badesport usw.) bestimmt von viel einschneidenderer Bedeutung, wenn den Fluß- und Bachläufen des Gebietes fast oder überhaupt alles Wasser entzogen, als wenn der ehemals rauschende Fluß in einen Stausee verwandelt wird.

Bei den Kanalwerken können bezüglich der Eingriffe in den Gewässerhaushalt je nach Bauart und örtlichen Verhältnissen verschiedene Übergänge zwischen den konzentrierten Anlagen der Laufwerke und den Speicherwerken auftreten. Das durch die Kraftwerkstanlage abgeschnittene Teilstück des Flußlaufs enthält in der Regel entweder kein oder nur noch sehr wenig Wasser (Restwassermenge). Für das Landschaftsbild und die meisten Nutzungsmöglichkeiten des Gewässers spielt es angesichts der meist großen Breite des Flußbettes keine große Rolle, ob die gemäß Kraftwerkprojekt anfallende Restwassermenge belassen oder ob die Abflußmenge im Altlauf durch eine innert der wirtschaftlichen Grenzen liegende, zusätzliche Dotierungswassermenge erhöht wird. Eine wesentliche Verbesserung der Verhältnisse kann in den meisten Fällen durch die Erstellung von Hilfsstauhaltungen im Altlauf erzielt werden (z. B. Kraftwerke Wildegg-Brugg und Rheinau). Zweckmäßig angelegte Hilfswehre dienen vor allem zur Bekämpfung unerwünschter Grundwasserspiegel-Absenkungen (beim Kraftwerk Wildegg-Brugg notwendig zur unveränderten Erhaltung des durch die Lage des Grundwasserspiegels dirigierten Abflußregimes der Thermalquelle Schinznach) oder zur Linderung der durch den Kraftwerkbau verursachten störenden Eingriffe in das Landschaftsbild (Kraftwerk Rheinau).

Hilfswehrbauten großen Ausmaßes werden zurzeit bei der Kraftwerkskette am Oberrhein auf der Strecke zwischen Basel und Straßburg projektiert. Die nach dem Zweiten Weltkrieg in raschem Tempo durchgeführte energiewirtschaftliche Ausnützung der Rheinstrecke zwischen den Kraftwerken Kembs und Vogelgrün bei Breisach bewirkte, daß das ursprüngliche Flußbett auf dieser Strecke heute während eines größeren Teils des Jahres praktisch trocken liegt. Im alten Rheinbett gelangt zurzeit nur noch das vom linksrheinisch

gefährten Kanal nicht erfassbare Überschußwasser zum Abfluß. Die Wasserspiegelabsenkung im Rheinbett hatte gemäß den zur Verfügung stehenden Berichten offenbar hauptsächlich auf dem rechten Rheinufer eine bis weit landeinwärts reichende, massive Grundwasserabsenkung zur Folge. Diese Spiegelabsenkung muß nach denselben Berichten unzweifelhaft als die direkte Ursache der seit der Erstellung des linksufrigen Kanals in der Rheinebene aufgetretenen Vegetationsschäden betrachtet werden. Um solche Schädigungen beim weiteren energiewirtschaftlichen Ausbau des Rheins zu verhindern, sollen nun die Kraftwerke auf der Strecke zwischen Breisach und Straßburg nach einem anderen Bauprinzip (Stauwehr-Oberwasserkanal-Maschinenhaus-Wasserrückgabe in Rheinbett, Altwasserlauf zwischen Stauwehr und Maschinenhaus mit Hilfswehren zur Hochhaltung des Wasserspiegels) erstellt werden. Ferner ist vorgesehen, auch im stillgelegten Rheinlauf auf der Strecke Basel—Breisach nachträglich noch Hilfsstauhaltungen zur Bekämpfung der dort aufgetretenen Vegetationsschäden zu schaffen.

Es ist abschließend darauf hinzuweisen, daß auch mit der Erstellung von Hilfswehren in verschiedener Hinsicht (allgemeiner Zustand des Gewässers, fischereiliche Verhältnisse) kein den natürlichen Verhältnissen gleichwertiger Zustand hergestellt werden kann. Die aus wirtschaftlichen Erwägungen noch zugestandenen Dotierungswassermengen sind wohl in den meisten Fällen zu klein, um in den Hilfsstauhaltungen Verhältnisse zu schaffen, die z. B. vom hydrobiologischen Gesichtspunkt aus als befriedigend bezeichnet werden könnten. Die Beispiele der Kraftwerke Wildegg-Brugg und Rheinau zeigen, daß es trotz Fernhaltung sämtlicher Abwässer häufig nicht gelingen wird, die unerwünschte, intensive Verkratung der Hilfsstauhaltungen zu verhindern.

#### D. Schlußbemerkungen

Der Verfasser glaubt, mit seinen Ausführungen dargelegt zu haben, daß viele materielle Schäden, die im Zusammenhang mit dem Bau von Kraftwerkstanlagen in den Gewässern entstehen können, bei verständnisvoller Zusammenarbeit aller Beteiligten (Gemeinden, Kantone, Kraftwerkonzessionäre u. a. m.) durch geeignete Schutz- und Sanierungsmaßnahmen vermieden oder wenigstens gemildert werden können. Da trotz sorgfältigster, bei der Projektierung durchgeführter Untersuchungen nach Ausführung der Bauten Beeinträchtigungen eintreten können, welche von den Fachleuten nicht erwartet wurden, ist es angezeigt, daß in die Konzessionsverträge hinreichend sichernde Vorbehalte eingebaut werden. Die Formulierung dieser Vorbehalte sollte den Behörden das Recht zugestehen, auch nach Betriebsaufnahme eines Werkes die Durchführung von Maßnahmen zur Behebung aufgetretener, nicht vorausgesehener Schäden zu verlangen.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, daß alle vorstehend erwähnten Maßnahmen zum Schutze der Gewässer keinesfalls die Probleme des Landschaftsschutzes und der Erhaltung der Naturschönheiten eines Gebietes lösen können. Für die in diesem Zusammenhang zu stellenden Forderungen sei auf die einschlägigen Aufsätze im vorliegenden Heft verwiesen,