

# Hydrologischer Atlas der Bundesrepublik Deutschland

Autor(en): **Keller, Reiner**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **97 (1979)**

Heft 10

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-85424>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

wurden vor allem hinsichtlich Tieftemperaturhärtung und Anwendung auf feuchtem Untergrund in den letzten Jahren Fortschritte gemacht.

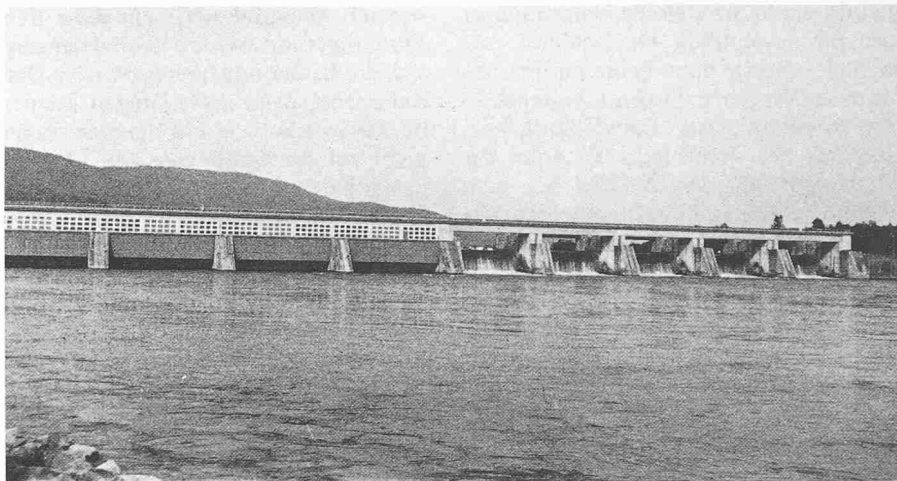
Für den Aussenanstrich von Turbinen oder Kugelschiebern haben sich Chlor-kautschuk-Bleimennigegrundierungen und Chlorkautschuk-Deckfarben wegen ihrer guten Schwitzwasserbeständigkeit und leichten Ausbesserungsmöglichkeiten bewährt.

## Niederdruckkraftwerke

In Niederdruckkraftwerken ergeben sich bei den Stahlwasserbauten von Wehrverschlüssen, Überlaufklappen, Dammbalken wie auch von Schleusen sehr hohe mechanische Beanspruchungen durch Geschwemmsel sowie Eisbildung im Winter. Je nach Standort der Anlagen sowie auch innerhalb der Wehranlagen selbst sind die Belastungen der Schutzanstriche sehr unterschiedlich. So unterscheiden wir:

- Luftzone (Überwasserbereich)
- Wasserwechselzone
- Wasserzone.

Es muss jedoch danach getrachtet werden, dass für alle gestellten Anforderungen möglichst mit einem einheitlichen Anstrichsystem alle Anforderungen erfüllt werden. Hierfür hat sich besonders ein Anstrichsystem auf Basis einer Zweikomponenten-Epoxi-Zinkstaubgrundierung mit oder ohne Spritzverzinkung, sowie ein PVC-Acryl-Dickschicht-Deckanstrich auf Eisenglimmerbasis seit vielen Jahren bewährt.



Anstrich der Wehranlagen (Kraftwerk Säckingen)

Der PVC-Actyl-Eisenglimmeranstrich besitzt eine hervorragende Witterungs- und UV-Beständigkeit, ausserordentlich hohe Abriebfestigkeit und mechanische Widerstandsfähigkeit, sowie sehr gute Dauerbeständigkeit gegen Wasser. Ausbesserungsarbeiten können jederzeit auch nach Jahren ohne Zwischenhaftungsprobleme ausgeführt werden.

### Kraftwerk Säckingen

#### Anstrich der Wehranlagen

- Vorbehandlung: Sa 3
- Beschichtungsaufbau:  
Spritzverzinkung  
2× Vinoxink R  
2× Afratop A 70

Die Bewährung eines Korrosionsschutzanstriches hängt jedoch nicht al-

lein von der Qualität der Anstrichmittel und Beschichtungsmaterialien ab, sondern mindestens ebenso von der sorgfältigen Applikation. Es sollten deshalb für derartige Arbeiten nur erfahrene Applikationsunternehmen beauftragt werden, die Gewähr für eine fachgemässe Ausführung bieten. Die regelmässige und enge Zusammenarbeit zwischen Applikateur und anwendungstechnischem Beratungsdienst des Materiallieferanten vermittelt zusätzliche Sicherheit. Der Beizug dieses Beratungsdienstes, bereits in der Phase von Ausschreibungen, wird heute von den meisten projektierenden Stellen mit Erfolg praktiziert.

Adresse des Verfassers: G. Kruska, Anwendungstechnischer Beratungsdienst, Siegfried Keller AG, 8304 Wallisellen

## Hydrologie

# Hydrologischer Atlas der Bundesrepublik Deutschland

Von Reiner Keller, Freiburg i. Br.

In Deutschland werden *seit 250 Jahren die Wasserstände* und *seit mehr als 100 Jahren die Abflussmengen* in den Flüssen und die *Niederschläge* gemessen. Man gab dem Ober- und Niederrhein im vergangenen Jahrhundert ein neues Flussbett, baute Kanäle, legte Niederungen und Moore trocken und ahnte nicht, dass in ein System der Natur eingegriffen wurde, dessen Bedeutung und Kompliziertheit erst viel später erkannt wurde. Überall in Deutschland gab es – so glaubte man – genügend Wasser, und Wasserbeschaffenheit und Wassermenge waren daher

kein Problem. Die Wissenschaft vom Wasser, von den Quellen, Flüssen und Seen, von Grundwasser und Gletschern, von Hoch- und Niedrigwasser und vom Wasserkreislauf blieb lange Zeit eine Art von *Liebhaverbeschäftigung einiger Naturwissenschaftler und Wasserbau-Ingenieure*.

## Unesco-Programm als Anregung

Um 1960, in einer Zeit, als die Wassergüte in allen dichtbevölkerten und

hochindustrialisierten Ländern und Landschaften zu Schwierigkeiten führte und Engpässe in der Versorgung mit geeignetem Wasser auftraten, war die Hydrologie noch ein «Notstandsgebiet». Im Jahre 1964 proklamierte daher die Unesco – die Organisation der Vereinten Nationen für Ausbildung und Wissenschaft – die *Internationale Hydrologische Dekade 1965–1974* zur Förderung der hydrologischen Wissenschaften und zur Erkundung der Wasservorkommen auf der Erde. Wie viele andere Länder, hatte auch die Bundesrepublik Deutschland im Bereich der hydrologischen Wissenschaften nur wenig zu bieten. Die *Deutsche Forschungsgemeinschaft* unterstützte das internationale Programm, an dem sich 120 Staaten beteiligten, mit erheblichen finanziellen Mitteln; aber in der ersten Zeit kamen nur wenige Forschungsanträge ein, weil das Forscherpotential in Deutschland fehlte. In mehrjähriger Förderungstätigkeit wurde mit ungewöhnlich gutem

Erfolg die hydrologische Forschung in der Bundesrepublik Deutschland entwickelt, und sie kann heute im internationalen Vergleich durchaus bestehen. Im Rahmen dieser Entwicklung entstanden der *Hydrologische Atlas der Bundesrepublik Deutschland* als eine vielseitige Bestandesaufnahme der derzeitigen Kenntnisse über die Wasservorkommen und die Wassernutzung und das *Hydrologische Jahrbuch zur Internationalen Hydrologischen Dekade*, das Jahr für Jahr über die wichtigsten hydrologischen Messwerte in der Bundesrepublik Deutschland informiert mit ausgewählten charakteristischen Daten über Abfluss, Bodenfeuchte, Grundwasserstand, Wasserbeschaffenheit u. a. Das «*IHD-Jahrbuch*» wird bearbeitet von den hydrologischen und meteorologischen Dienststellen der Länder und des Bundes und herausgegeben von der *Bundesanstalt für Gewässerkunde* in Koblenz und der *Deutschen Forschungsgemeinschaft* in Bonn. Der Hydrologische Atlas und das Jahrbuch dienen der Wissenschaft und der Praxis, aber auch dem internationalen wissenschaftlichen Austausch. Das Unesco-Emblem für das Internationale Hydrologische Programm auf der Titelseite des Hydrologischen Atlas' zeigt an, dass dieses Werk ein Beitrag zum internationalen Programm der Unesco ist.

### Für Praxis und Wissenschaft

Im Hydrologischen Atlas sind Erfahrungen aus der Praxis und eine fast unübersehbare Datenmenge, die im Bereich der Bundesrepublik Deutschland im Laufe von Jahrzehnten im Zuge wasserwirtschaftlicher Routine-Aufgaben, z. B. des Hochwasserschutzes, der Entwässerung, der Wasserversorgung und der wasserbaulichen Massnahmen unter einem beachtlichen Zeit- und Kostenaufwand gewonnen wurde, verarbeitet worden. Aus dem Mosaik der punktuellen Messungen und Kenntnisse wurde ein *flächendeckendes Bild der räumlichen und zeitlichen Beziehungen hydrologischer Erscheinungen* entwickelt, das Aussagen gestattet über Gebiete, für die noch keine Messergebnisse vorliegen und das die überregionalen Zusammenhänge und Unterschiede zeigt.

Die Angaben im Text- und Atlasband über *Grundwasser, Wasserbeschaffenheit* und über die *Regeneration* der Wasservorkommen sind für alle Bereiche der Wasserversorgung von Wert. Für *Schifffahrt, Energieversorgung* und *Wasserbau* gehört die Kenntnis der Hoch-, Mittel- und Niedrigwasserführung der Flüsse und die Wahrscheinlichkeit des Auftretens bestimmter Wasserführungen zu den Planungsgrundlagen. Vom Abfluss bei Niedrigwasser hängt ab,

wieviel *Abwasser* und *Abwärme* dem Fluss zugeführt werden kann. Hier zeigt sich die Bedeutung überregionaler Darstellungen, denn diese Fragen können im Zusammenhang mit Standortfragen nicht auf der Grundlage von Messungen lokaler Art, sondern nur auf der Grundlage grossräumiger vergleichbarer Daten entschieden werden, zumal die Niedrigwasserzeiten in den einzelnen Landschaften auf verschiedenen Jahreszeiten auftreten können.

Ebenso wichtig sind für die Praxis die Atlasinformationen über die *Jahreszeit* und die *Höhe der grössten Hochwasser*, die alle zwei oder zehn Jahre zu erwarten sind und über die in den einzelnen Regionen zu erwartenden *ergiebigsten Niederschläge*, die einmal im Jahr und einmal in zehn Jahren überschritten werden. Diese Informationen über *Schadenhochwasser* und *Schaden-niederschläge* sind für den *Brücken- und Kanalbau*, für den *Flussbau*, aber auch für die *Stadtentwässerung* notwendig. Langjährige Messreihen sind im Bereich der Hydrologie relativ selten, weil die Datenerhebung sehr kostspielig ist. Viele Messreihen hatten nur den Zweck, die Datengrundlage für bestimmte Wasserbauvorhaben zu liefern und wurden nach wenigen Jahren eingestellt.

Bei der wissenschaftlichen Bearbeitung des Hydrologischen Atlas' wurde die Erkenntnis gewonnen, dass in manchen Gebieten, z. B. südlich der Donau, eine zehnjährige Beobachtungsreihe bereits genügt, um die durchschnittliche Abflusshöhe und das mittlere Hochwasser mit einer grossen Genauigkeit erfassen zu können. Nördlich der Donau muss teilweise aber länger als 60 Jahre beobachtet werden, um entsprechende Aussagen mit gleicher Genauigkeit machen zu können. Bisher glaubte man, bei allen Messpunkten Vergleichbarkeit und gleiche Genauigkeit zu gewährleisten, wenn allen Messungen der gleiche Beobachtungszeitraum zugrunde gelegt wird.

### Einfluss des Menschen

Der Wert *langjähriger homogener hydrologischer Beobachtungsreihen* wurde erst spät erkannt, und so ist es heute schwierig, z. B. den *Einfluss des Menschen* auf hydrologische Vorgänge etwa durch *Veränderung der Bodennutzung*, durch *Bebauung, Flussbegradigung* oder die *Anlage von Stauseen* überzeugend nachzuweisen. Die neuen Erkenntnisse über die Bedeutung der Beobachtungsdauer bei hydrologischen Messungen können in Zukunft die Anlage kostspieliger Beobachtungsnetze verbessern.

*Abfluss* und *Verdunstung* reagieren auf jede Veränderung im Einzugsgebiet der

Flüsse und am Flussbett wie ein sensibles Messgerät. Die ständigen Veränderungen in der Agrar- und Siedlungslandschaft verändern auch die hydrologischen Bedingungen. Dies bringt eine weitere Problematik in die langjährigen Beobachtungsreihen: Im Laufe von 30 Jahren können sich im Flussbett und im gesamten Flusseinzugsgebiet durch Baumassnahmen und anderes die Verhältnisse derart ändern, dass die Abflussbedingungen am Ende der Beobachtungsperiode anders als am Anfang sind.

Text- und Atlasband sind nicht nur eine hydrologische Bestandesaufnahme, die es gestattet, den Einfluss zukünftiger Massnahmen auf die hydrologischen Erscheinungen festzustellen, sondern sie geben auch zu vielen Fragen der Gegenwart Informationen und Antworten, zu Fragen, die im Zusammenhang mit dem Problem der Veränderung der Umwelt durch den Menschen in der Öffentlichkeit Beachtung finden. Karten und Textbeispiele weisen darauf hin, dass es in *Mitteleuropa kaum noch natürliche Wasserläufe* gibt. Die Wasserbeschaffenheit und der Wasserkreislauf wurden durch den Menschen verändert. Ein Hochwasser, das z. B. vor 100 Jahren im Rhein bei Worms einen Spitzenabfluss von 5,400 m<sup>3</sup>/Sekunde hatte, würde heute einen Spitzenabfluss von 7,400 m<sup>3</sup>/Sekunde erreichen. Auch an anderen Flüssen wurden die Hochwasserspitzen höher und schneller, z. B. verkürzte sich die Laufzeit an der Donau unterhalb von Ulm infolge von Flusskorrekturen und Kraftstufenausbau (nach *Unbehauen* von zehn auf zwei Stunden für eine 25 km lange Flussstrecke).

In Text, Diagrammen und Atlaskarten werden mehrere Beispiele für die Veränderungen an den Gewässern, im *Industrie- und Städtebau* sowie manche Änderungen in der *landwirtschaftlichen Nutzung* führen meist zu einem schnelleren und grösseren Abfluss in den Flüssen und Strömen. Wasser, das früher bei ausgedehnten Überflutungen oder bei nicht durch Beton und Asphalt versiegelten Flächen oder aus den langsam fliessenden, windungsreichen Flüssen zum Grundwasser gelangte, wird heute rasch über die Oberflächengewässer aus dem Land geschafft.

### Trendanalysen

Die im Hydrologischen Atlas veröffentlichten Trendanalysen des Abflusses von 1901–1970 bestätigen eine leichte Abflusszunahme in den Flüssen. Selbst dann, wenn man den Einfluss einer in der Zwischenzeit erfolgten Niederschlags-erhöhung in der Analyse aus-

schaltet, zeigt sich keine Verminderung des Abflusses in den Oberflächengewässern.

Der *relativ starke Abfluss in den Flüssen erfolgt möglicherweise auf Kosten des Grundwasserabflusses*. Der Abfluss in den Flüssen wurde durch wasserbauliche Massnahmen, z. B. Flussbegradigungen, Entwässerungen, aber auch durch Bebauung, Asphaltierung und durch landwirtschaftliche Massnahmen gefördert; nur lokal, z. B. durch Bewässerung, wird bisher eine Grundwasseranreicherung betrieben. So kommt es zu der grotesken Erscheinung, dass kleinere Flüsse und Quellen infolge der Verminderung der Wasserspeicherung in Boden und Gestein und des geringeren unterirdischen Abflusses versiegen, aber in den verbleibenden, grösseren oberirdischen Fliessgewässern etwas mehr als früher und schneller als früher abfließt. Die Abflussvorgänge sind extremer, die Hochwasserspitzen höher und ihre Laufgeschwindigkeiten grösser geworden; auch dazu werden Beispiele im Atlas gegeben. Eine Verstärkung der Niedrigwasserzeiten kann zwar vermutet, infolge unzureichender Daten und Datengenauigkeit zurzeit noch nicht überzeugend nachgewiesen werden.

Obwohl keine Verminderung des Wassers in Flüssen und Strömen, sondern eher eine *geringfügige Zunahme* festgestellt wird, wird auch eine *Zunahme der Verdunstung* angesprochen, wie sie von R. Keller schon 1970 für die Bundesrepublik Deutschland und von dem sowjetischen Hydrologen *M. I. Lvovitch* im gleichen Jahr für die Festländer der Erde allgemein festgestellt worden war. Die Verdunstungserhöhung in den letzten Jahrzehnten in der Bundesrepublik Deutschland wird auf den erhöhten Wasserverbrauch durch Bevölkerung und Industrie, insbesondere aber auf die Intensivierung der Landwirtschaft zurückgeführt.

## Niederschlag und Verdunstung

Die Notwendigkeit der Förderung der hydrologischen Grundlagenforschung wird in unbeantworteten Fragen, die der Atlas aufwirft, offenkundig. Es mag überraschen, dass die *genaue Erfassung von Niederschlag und Verdunstung* heute noch *eines der Grundprobleme der Hydrologie* ist. Seit vielen Jahrzehnten wird der Niederschlag gemessen, aber der Hydrologe weiss immer noch nicht, wieviel Niederschlag wirklich an die Erdoberfläche gelangt.

### Fehlmessungen bei Niederschlag

Neuere Forschungen stellten Fehlmessungen bei Niederschlag bis zu 40 Prozent fest, und im Durchschnitt kann für

die Bundesrepublik Deutschland damit gerechnet werden, dass 10 Prozent Niederschlag mehr als die Messung anzeigt, wirklich auf den Boden fallen. Selbst die Angabe einer solchen Durchschnittszahl über die Niederschlagsfehlmessung ist gewagt, da die Werte von Landschaft zu Landschaft sehr stark variieren. Warum wird die Fehlmessung, die seit Jahrzehnten durchgeführt wird, nicht behoben? Eine einfache Frage – aber ein schwieriges Problem. Früher genügte die Genauigkeit, und für meteorologische Zwecke genügt sie auch heute noch. Aber viele der heutigen hydrologischen Probleme können nur mit genaueren Messungen gelöst werden. Die Umstellung des gesamten Niederschlagsmessnetzes auf neue Geräte würde erhebliche Kosten verursachen, die Vergleichbarkeit der neuen Messreihen mit den bisherigen würde gefährdet, und vor allem ist die praktische Messmethode, welche die Wassereinnahmen unseres Landes aus dem Niederschlag genau erfassen könnte, noch nicht gefunden. Seit einigen Jahren laufen mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft Versuche, den Niederschlag mit Hilfe von *Radar* flächenhaft zu erfassen.

Die genaue Erfassung der Niederschläge könnte zu besseren Lösungen wasserwirtschaftlicher Aufgaben führen, in der «Stadt-Hydrologie» z. B. für die *Bemessung der Kanalnetze* im Hinblick auf zu erwartende Hochwasser, für die *Bemessung von Kläranlagen* und für die *Erfassung des Oberflächenabflusses* u.a.m. Ferner würden die *Hochwasservorhersagen* und die Aufstellung von *Wasserbilanzen* genauer. Diese Probleme bestehen auch in anderen Ländern.

### Unsicherheit bei der Verdunstungsmessung

Der grösste Teil der Niederschläge in der Bundesrepublik Deutschland verdunstet. Die wirkliche Verdunstung kann messtechnisch nicht erfasst werden. In vielen wasserwirtschaftlichen Planungen ist eine *Schätzung* der Verdunstung notwendig, jedoch erfolgen die Ermittlungen nach verschiedenen physikalischen, meteorologischen oder hydrologischen Verfahren. Über die Vergleichbarkeit der Verfahren gibt es bisher kaum Untersuchungen. Im Hydrologischen Atlas wurde deshalb die Verdunstung nach den verschiedenen gebräuchlichen Verfahren und nach einer *verbesserten Strahlungsbilanzmethode* nach *Henning* für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland berechnet und erstmals vergleichend dargestellt, um die beträchtlichen und regional unterschiedlichen Differenzen zu veranschaulichen. Ein Ergebnis des Vergleiches: Bei den vier in Atlas und Textband genannten Verfahren der Verdunstungsbestimmung schwanken die jähr-

lichen Mittelwerte der Verdunstung von der Gesamtfläche der Bundesrepublik Deutschland zwischen 450 und 525 mm. Die Differenz entspricht einer Menge von 75 Liter Wasser von jedem Quadratmeter Fläche der Bundesrepublik; man kann auch sagen: das Ausmass der *Unsicherheit* in der Bestimmung der Verdunstungsgrösse entspricht dem gesamten mittleren Niederschlag eines Monats oder mehr als der Hälfte des Wasserbedarfs der Bundesrepublik.

Es ergab sich, dass keineswegs dort am meisten verdunstet, wo es am wärmsten, sondern dort, wo das *Verhältnis von Wasserangebot und Strahlungsenergieangebot* am günstigsten ist; das ist u. a. im Vorland des westlichen Schwarzwaldes und der Alpen der Fall. Die Kenntnis der Verdunstungshöhe ist für die Bewässerung in der Landwirtschaft und allgemein für die Ermittlung des nutzbaren Wasserangebotes, das sich aus der Differenz von Niederschlag und Verdunstung ergibt, von Bedeutung.

## Grundwasser, ein Bodenschatz

Ohne die genaue Bestimmung der Verdunstung und der Niederschlagshöhe kann die Frage nach dem in Deutschland verfügbaren Wasser nicht genau beantwortet werden. Im Durchschnitt der Jahre 1931–1960 wurden 837 mm Niederschlagshöhe im Jahr gemessen; 520 mm verdunsteten – das sind 520 Liter von jedem Quadratmeter –, und es bleiben für den Abfluss in Flüssen und im Grundwasser 317 mm übrig. Tatsächlich haben die Messstellen an den «Grenzübergängen» der Flüsse zum Ausland 313 mm Abfluss von der Fläche der Bundesrepublik erfasst. Für den Grundwasserabstrom bleibt dann kaum noch etwas übrig. Das bedeutet, dass fast alles *Grundwasser*, das in der Bundesrepublik Deutschland *als wichtiger Bodenschatz* existiert, vor Verlassen des Landes in die Flüsse und Ströme übertritt und nur ein minimaler Teil im Untergrund in das Ausland und in das Meer gelangt. Bei dieser Bilanz sind die in etwa gleicher Höhe kommenden Zuflüsse vom Ausland her in die Bundesrepublik ausgeklammert.

## Neue Vorstellungen über den Wasserkreislauf

Dies war der Stand der Erkenntnisse vor dem Abschluss des Atlas-Programmes. Die neu gewonnenen Forschungsergebnisse aus den verschiedenen Teilbereichen der Hydrologie könnten zu einer veränderten Vorstellung des Modells vom Wasserkreislauf führen. Die Niederschlagsmessung zeigt etwa

10 Prozent zuwenig Niederschlag an; d. h. die jährliche Wassereinnahme in der Bundesrepublik ist etwa 100 Liter je Quadratmeter grösser als bisher angenommen. Wo bleibt dieses Wasser? Sind auch der Abfluss und die Verdunstung grösser als bisher angenommen? Der Abfluss in den Flüssen wird sehr genau bestimmt; daher bleibt zunächst die Frage, ob die Verdunstung wesentlich grösser als 520 mm sein kann. Eine wesentlich höhere Verdunstung ist aus Gründen des Energiehaushaltes sehr unwahrscheinlich, denn für Verdunstung wird Strahlungsenergie gebraucht und diese ist begrenzt, was im Atlas zahlenmässig belegt ist. Es bleibt daher nur noch die Möglichkeit, dass der *Grundwasserabstrom doch wesentlich grösser als zuletzt angenommen* ist. Oder fliesst das Grundwasser über tiefer liegende Stockwerke ungemessen und bisher unbemerkt ab? Ist das Grundwasser in mehr als 800 oder 1000 m Tiefe doch am Wasserkreislauf stärker beteiligt? Die Beantwortung dieser bisher ungelösten Fragen ist von Bedeutung, denn es erneuern sich nur die Wasservorkommen, und es sind auf die Dauer gesehen nur die Wasservorkommen zu nutzen, die am Wasserkreislauf beteiligt sind. Wohin fliesst aber dieses Grundwasser?

### Grundwasser

Mit dem *Grundwasser* befassen sich insgesamt neun Atlas-Karten und 90 Textseiten des Werkes. Die Grundwasserkarten gehören zu den detailliertesten Atlasblättern. Darin zeigt sich die wirtschaftliche Bedeutung der Grundwasservorkommen. 90 Prozent der öffentlichen Wasserversorgung und etwa 30 Prozent der Industriewasserversorgung werden in der Bundesrepublik aus dem Grundwasser gedeckt. Viele konkrete Zahlenangaben über Grundwasserförderung, Grundwasser-

beschaffenheit und -lagerung zeigen Grenzen und Möglichkeiten der Nutzung in den verschiedenen Landschaften an. Die Grundwasser in der Bundesrepublik Deutschland sind so *verschiedenartig*, dass mehr als 150 Signaturen und Farben in den Atlaskarten zu ihrer Darstellung verwandt werden mussten. Diese von den *Geologischen Landesämtern* und *Ämtern für Bodenforschung* bearbeiteten Karten beruhen weniger als andere hydrologische Karten auf den Angaben von Messstationen mit langjährigen Beobachtungsreihen, sondern in erster Linie auf den Erkenntnissen, die bei der praktischen Arbeit im Gelände gewonnen wurden.

### Offene Fragen

Der *Fortschritt* in der Lösung aktueller hydrologischer Probleme wird von der *Verbesserung der Messmethoden*, der *Datenqualität* und der *Grundlagenforschung* abhängen. Man kann aufgrund physikalisch-ökologischer Überlegungen annehmen, dass sich Energie- und Wasserbilanz durch den Einfluss des Menschen und durch natürliche Variationen ändern. Im Bereich hydrologischer Prozesse ist der Trend oder gar das Ausmass der Änderungen infolge einer unzureichenden Datengrundlage oft nicht feststellbar, weil Änderungen und Messfehler in der gleichen Grössenordnung liegen. Besser feststellbar ist die Veränderung der Wasserbeschaffenheit, weil dazu die Messtechnik weiter entwickelt wurde. So konnte auch die Realität der im Jahre 1970 von *R. Keller* festgestellten fünfprozentigen Zunahme der mittleren jährlichen Niederschlagssummen im Zeitraum 1931-1960 im Vergleich zum Zeitraum 1891-1930 angezweifelt werden, weil diese Steigerung noch gerade im möglichen Fehlerbereich liegt. Auf der Grundlage von 1500 Stationen wurde

im Atlas eine *Differenzkarte der jährlichen Niederschlagssummen* beider Perioden entwickelt. Diese Karte zeigt für viele Niederschlagsmessstellen eine Niederschlagszunahme von mehr als 14 Prozent und bei anderen eine Abnahme von 8-10 Prozent. Diese Veränderungen der jährlichen Niederschlagssummen können nicht auf Messfehlern beruhen.

Haben diese offenbar reellen Veränderungen der Niederschlagsverteilung, die über die Fehlergrenze hinausgehen, nur meteorologische Ursachen oder gibt es auch anthropogene Einflüsse? Kann eine Erhöhung der Verdunstung und eine gleichzeitige Veränderung der atmosphärischen Bedingungen, z. B. durch die Energiewirtschaft oder durch die Verstädterung und Industrialisierung, zu einer Niederschlagserhöhung in benachbarten Bergländern beitragen? Führt die Intensivierung der Landwirtschaft, etwa durch Ausdehnung der Bewässerungswirtschaft, durch Trockenlegen von Sumpf- und Moorflächen in der näheren Umgebung zu einer merklichen Veränderung der Verdunstungs- und Niederschlagsprozesse?

Das Gesamtwerk gibt eine inhaltsreiche vielseitige Information zur Hydrologie der Bundesrepublik Deutschland. Die Vielfalt der Themen und ihre abwechslungsreiche textliche und kartographische Interpretation regen an, über Wert, Verhalten und Zusammenhänge des so einfach erscheinenden Wassers nachzudenken. Viele Fragen werden beantwortet, viele neu aufgeworfen.

Hydrologischer Atlas der Bundesrepublik Deutschland; im Auftrag der Deutschen Forschungsgemeinschaft unter der Gesamtleitung von Reiner Keller. 2 Bände, DM 298.-, Harald Boldt Verlag, Postfach 110, D-5407 Boppard.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. R. Keller, Geographisches Institut der Universität, Werderring 4, D-7800 Freiburg i. Br.

### Planung

## Gut planen – wohnlich bauen

### Eine Tagung der VLP in Zürich

Die *Schweizerische Vereinigung für Landesplanung* (VLP) führte am 16. Jan. 1979 im *Kongresshaus Zürich* eine Tagung durch, zu der Bundesrat *K. Furgler*, Regierungsrat *J. Stucki* (Baudirektor des Kantons Zürich), *Th. Guggenheim*, (Direktor des Bundesamtes für Wohnungswesen, Bern) und *H. Feldmann* (Präsident des Hauseigentümerversandes Bern) geladen waren. Das Zürcher Treffen der VLP hatte sich

das Thema «Gut planen – wohnlich bauen» gestellt. Gemeint waren hier Anforderungen an eine Planung, die flexibel genug sein muss, um notwendige Zwischenkorrekturen während der Planungs- und Durchführungsphase zuzulassen und die vor einer ständigen Infragestellung der Planungsgrundlagen durch das Recht geschützt ist, um mittel- und auch langfristige Investitionen absichern und durchsetzen zu kön-

nen. Weiterhin sollten allgemeine sozialpolitische, planungsrechtliche, wohnbaupolitische und nicht zuletzt bodenrechtliche Aspekte des Planens und Bauens gegenübergestellt werden.

### Für den Menschen

Dass es bei der Suche nach einem Planungsansatz zunächst immer um den «Menschen an sich» gehen müsse, der natürliche Bedürfnisse und ihm staatlich zuerkannte Menschenrechte habe, betonte Bundesrat Furgler in seinem einleitenden Referat. Die *Raumplanung solle keine Sachzwänge manifestieren*, denen sich die Betroffenen dann notgedrungen anzupassen haben, sondern im