

# Ermittlung der Konfliktbetroffenheit in Wassereinzugsgebieten

B. BUDDÉ · DORTMUND

## Determination of conflicts in water catchment areas

DK 711:628.192

[G2] [K3]

Raumordnung – Wassereinzugsgebiete

Physical planning – Catchment areas

Aménagement du territoire – Bassins d'alimentation

### 1 Problemstellung

Die Entwicklung der Wasserversorgung der Ballungsräume der Bundesrepublik Deutschland ist seit Ende der Wiederaufbauphase nach dem 2. Weltkrieg durch den Zwang gekennzeichnet, die Wasserbeschaffung mehr und mehr in deren Randbereiche und entlegene ländliche Regionen zu verlagern. Im Hinblick auf den für das Versorgungssystem üblichen Zeithorizont für Planung und Betrieb der Anlagen und die zu gewährleistende Versorgungssicherheit geschah dies, um den Bedarf quantitativ und qualitativ auf Dauer decken zu können. Gleichzeitig verlief die reale Raumentwicklung jedoch so, daß von einem gravierenden Defizit der langfristig vorausschauenden Flächenvorsorgepolitik zur Sicherung der Naturgrundlagen der Wasserversorgung auf allen Planungsebenen gesprochen werden kann.

Aus der Sicht der Wasserversorgung läßt sich diese räumliche Entwicklung als „Zangenwirkung“ darstellen (Bild 1). Die verschiedenen Raumnutzungen beanspruchen sowohl über ihren Wasserverbrauch/-bedarf als auch über die von ihnen

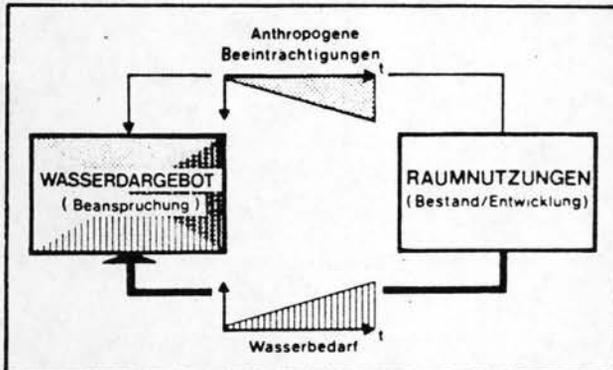


Bild 1 Wirkungsformel „Raumentwicklung-Wasserversorgung“

verursachten qualitativen und quantitativen Beeinträchtigungen das vorhandene Wasserdargebot, wobei bei ungünstigen natürlichen Gegebenheiten und/oder starkem Nutzungsdruck defizitäre Bereiche, d. h. Wassermangelgebiete entstehen (können). So verstärken sich zusehends die existierenden regionalen Ungleichgewichte zwischen Dargebot (hydrogeologische Raumausstattung) und Bedarf (Siedlungs- und Verbrauchsschwerpunkte) durch die überkommenen Nutzungsstrukturen (Entnahmerechte) und die reale dargebotsbeeinträchtigende Raumentwicklung [1].

### 2 Zielsetzung

Die skizzierten zunehmend negativen Wechselwirkungen zwischen Raumentwicklung und Wasserversorgung als Problem der Raumordnung sind inzwischen nicht nur in den Mittelpunkt des raum- und regionalwissenschaftlichen Interesses gerückt, sondern führten auch, z. B. in Nordrhein-Westfalen, zur vorgezogenen Fortschreibung des Landesentwicklungsplanes (LEP) III mit der gegenüber dem derzeit gültigen LEP veränderten, eindeutigen Schwerpunktsetzung „Umweltschutz durch Sicherung von natürlichen Lebensgrundlagen“ [2, 3, 4, 5]. Gegenstand des vom gleichen Ministerium Anfang dieses Jah-

res herausgegebenen Freiraumberichts sind u. a. die vom zunehmenden Freiraumverbrauch ausgehenden negativen Wirkungen auf das Wasserdargebot. Dabei wurde jedoch nur die zeitliche Entwicklung des Einflußfaktors „Siedlungsfläche“ analytisch aufgearbeitet [6]. Andere aktuell und potentiell dargebotsbeeinträchtigende Flächennutzungen bleiben bei der o. g. Analyse unberücksichtigt; im LEP-III-Entwurf wird daher ganz entsprechend als „praktikabler Indikator für Umweltgefährdung durch Flächenverbrauch“ der aus fortgeschriebenen Daten des Liegenschaftskatasters ermittelte „Siedlungsflächenanteil“ herangezogen [5]. Aus einer Vielzahl von Untersuchungen geht aber inzwischen hervor, daß dargebotsbeeinträchtigende Wirkungen von Flächennutzungen/-inanspruchnahmen wie intensiv bewirtschafteten Ackerflächen, Immissionsbegleitflächen stark befahrener Straßen, Deponien/Halden, Abgrabungen u. ä. ausgehen, die den nutzbaren Anteil des Grundwasserdargebots stetig einschränken (vgl. stellvertretend [7]).

Ziel eines weitergehenden Forschungsprojektes war es daher u. a., die zeitlich-räumliche Entwicklung diesbezüglicher Flächeninanspruchnahmen in Wassereinzugs-/Wasserschutzgebieten der öffentlichen Wasserversorgung für ein Ballungsgebiet zu ermitteln [8]. Nach dem o. g. Flächenwirksamkeitskriterium wurden der Grad und die Struktur der Konfliktbetroffenheit empirisch erfaßt. Damit soll den mit der Wasserversorgung befaßten Planungs- und Entscheidungsträgern eine Arbeitshilfe an die Hand gegeben werden, um raumwirksame Konzepte und Maßnahmen zur Sicherung der (Trink-)Wasserversorgung argumentativ zu stützen und im Abwägungsprozeß der Raumordnungsverfahren besser zur Geltung bringen zu können.

### 3 Methodischer Ansatz

Der Wasserhaushalt läßt sich allgemein durch die Bilanzgrößen Niederschlag, Abfluß und Verdunstung beschreiben. Flächennutzungen können in diesen Kreislauf dergestalt eingreifen, daß sie die hydrologische Ausstattung von Dargebotsräumen verändern. Diese Eingriffe äußern sich in quantitativen und qualitativen, ober- und unterirdischen Abflußveränderungen, die unter Umständen spürbaren Einfluß auf die Nutzbarkeit des verfügbaren Wasserdargebots nehmen können.

Bezüglich der Veränderungen der hydrogeologischen Ausstattung eines Untersuchungsraumes können je nach Art der anthropogenen Eingriffe grundsätzlich folgende Wirkungsarten unterschieden werden:

- Oberflächenversiegelung
- Vorwiegend flächenhaft/linienförmig-gleichmäßiger Schadstoffeintrag (örtlich/stofflich)
- Vorwiegend wechselnder Schadstoffeintrag (örtlich/stofflich)
- Entfernung von Deckschichten und Grundwasserleitern
- Geländeabsenkung durch untertägigen Massenverlust
- Schadstoffeintrag in Uferfiltrations- und Grundwasseranreicherungsgebiete durch belastete Oberflächengewässer
- (Unfälle bei Lagerung und Transport wassergefährdender Stoffe).

Diese Wirkungsarten lassen sich einzelnen verursachenden Raumnutzungen zuordnen und der realen Flächenausdehnung entsprechend räumlich konkretisieren. Mit dem sich daraus ergebenden gesamtträumlich dargebotsbezogenen „Wirkungsbild“ ist die Beeinträchtigungssituation bedeutsamer Dargebotsräume beschreibbar. Wird nun die dargebotsrelevante Realnutzungsstruktur zu ausgewählten Zeitpunkten des Betrachtungszeitraums aufgenommen und überlagert, wird erkennbar, inwieweit dem Ressourcenschutz adäquat zu cha-

rakterisierende Raumnutzungen im betrachteten Zeitraum zugunsten anderer mit Dargebotsveränderungen verbundenen Flächenansprüchen aufgegeben wurden.

Die methodische Konzeption entspricht im wesentlichen der Struktur kartographisch-geographischer Informationssysteme, die auf Flächendateien und Textdateien beruhen. Derartige EDV-gestützte Landschafts-Informationssysteme, die eine auf die Bestandteile des Naturhaushaltes bezogene „Laufende Raumb Beobachtung“ ermöglichen, befinden sich in den USA und Kanada seit einiger Zeit bereits in der Anwendungsphase, in der Bundesrepublik Deutschland erst in der Aufbau- und Ergänzungsphase [9, 10, 11, 12, 13, 14].

Für jede der o.g. definierten Wirkungsarten wird in Form einer Textdatei ein beschreibend-analytisches „Wirkungsprofil“ erstellt. Diesen Wirkungsprofilen sind thematische Karten zugeordnet, die über die zeitliche Entwicklung der Flächeninanspruchnahme der (potentiell) dargebotsverändernden Raumnutzungen informieren. Durch kartographische Überlagerung der wirkungsbezogenen realen Flächen mit der idealtypischen Struktur des Wasserdargebots wird abschließend eine flächendeckende Synthesekarte, das Wirkungsbild erzeugt, dem die Wirkungsprofile inhaltlich zugeordnet sind.

Reduziert man diese Wirkungsbilder auf die Einzugsgebiete der Gewinnungsanlagen, läßt sich deren Konfliktbetroffenheit ermitteln. Die Konfliktbetroffenheit wird durch den Flächenan-

teil eines Einzugsgebietes ausgedrückt, der von anthropogenen Beeinträchtigungspotentialen (Wirkungsarten) betroffen ist. Ein zeitlicher Vergleich der Konfliktbetroffenheit durch die definierten Wirkungsarten ermöglicht Aussagen über die Entwicklung des widerstreitenden Nutzungsdrucks auf die Einzugsgebiete. Als Einzugsgebiete wurden die in Kartenwerken zum Stand 1980 dargestellten geplanten und festgesetzten Wasserschutzgebiete zugrunde gelegt. Zur Ermittlung der zeitlichen Entwicklung der Konfliktbetroffenheit wurde die flächenhafte Ausdehnung der Wirkungsarten zu den Zeitpunkten 1954/55 und 1980 in die o.g. Einzugsgebiete übertragen und EDV-gestützt auf einer CORAGRAPH-Zeichenanlage ausgewertet [15, 16, 17].

#### 4 Ergebnisse

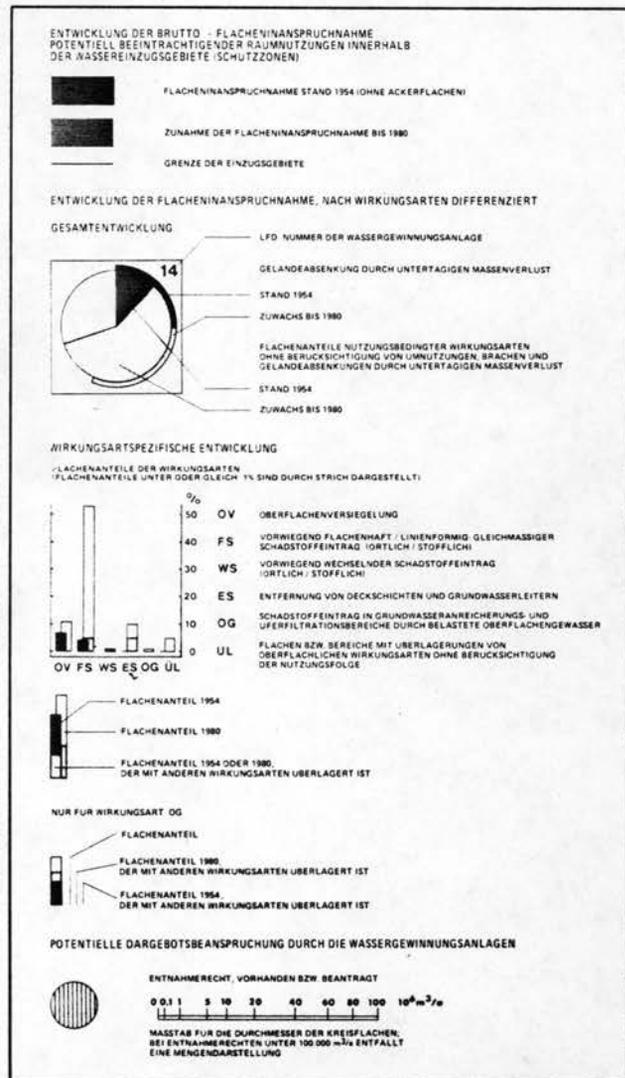
##### 4.1 Zeitliche Entwicklung der räumlichen Konfliktbetroffenheit

Die Analyse wurde für insgesamt 50 Einzugsgebiete durchgeführt, die funktional zur Wasserversorgung des Ruhrgebietes gezählt werden müssen. Sie umfaßt die Dargebotsräume Niederrhein, Ruhrtal und Halterner Sande.

Wie zu erwarten war, bildet sich auch in den Einzugsgebieten der drei Dargebotsräume die raumstrukturelle Entwicklung ab. Dieses Ergebnis ist nicht sonderlich überraschend, da allge-



**Bild 2**  
Kartenausschnitt „Entwicklung der Konfliktbetroffenheit der Wassereinzugsgebiete“



mein bekannt ist, daß wasserwirtschaftliche Belange bei der raumplanerischen Abwägung oftmals nachrangig eingestuft wurden und werden. Betrachtet man jeden Dargebotsraum für sich allein, werden unterschiedliche Eingriffsstrukturen erkennbar (vgl. Tafel 1).

**Tafel 1** Entwicklung der Konfliktbetroffenheit der Einzugsgebiete der Gewinnungsanlagen der öffentlichen Wasserversorgung in den Dargebotsräumen Niederrhein, Ruhrtal und Halterner Sande (1954/1980)

| Dargebotsraum                   | Einzugsgebiets-Nr. | Durchschnittliche Konfliktbetroffenheit in % der Einzugsgebietsfläche |            |                   |
|---------------------------------|--------------------|---|------------|-------------------|
|                                 |                    | Stand 1954  | Stand 1980 | Zunahme 1954/1980 |
| Niederrhein<br>— linksrheinisch | 1 bis 19           | 19,5  | 70,7       | 51,2              |
|                                 | — rechtsrheinisch  | 20 bis 31   | 28,0       | 59,3              |
| Halterner Sande                 | 32 bis 35          | 17,0  | 35,5       | 18,5              |
| Ruhrtal                         | 36 bis 50          | 47,4  | 68,3       | 20,9              |

Während der Dargebotsraum Niederrhein von starker Zunahme der Konfliktbetroffenheit gekennzeichnet ist, weisen die altbetroffenen Einzugsgebiete im Ruhrtal einen geringeren flächenhaften Wirkungspotentialzuwachs auf. Den geringsten Zuwachs haben die Einzugsgebiete im Dargebotsraum Halterner Sande zu verzeichnen. Bemerkenswert ist, daß die Konfliktbetroffenheit der Einzugsgebiete am linken Niederrhein zu

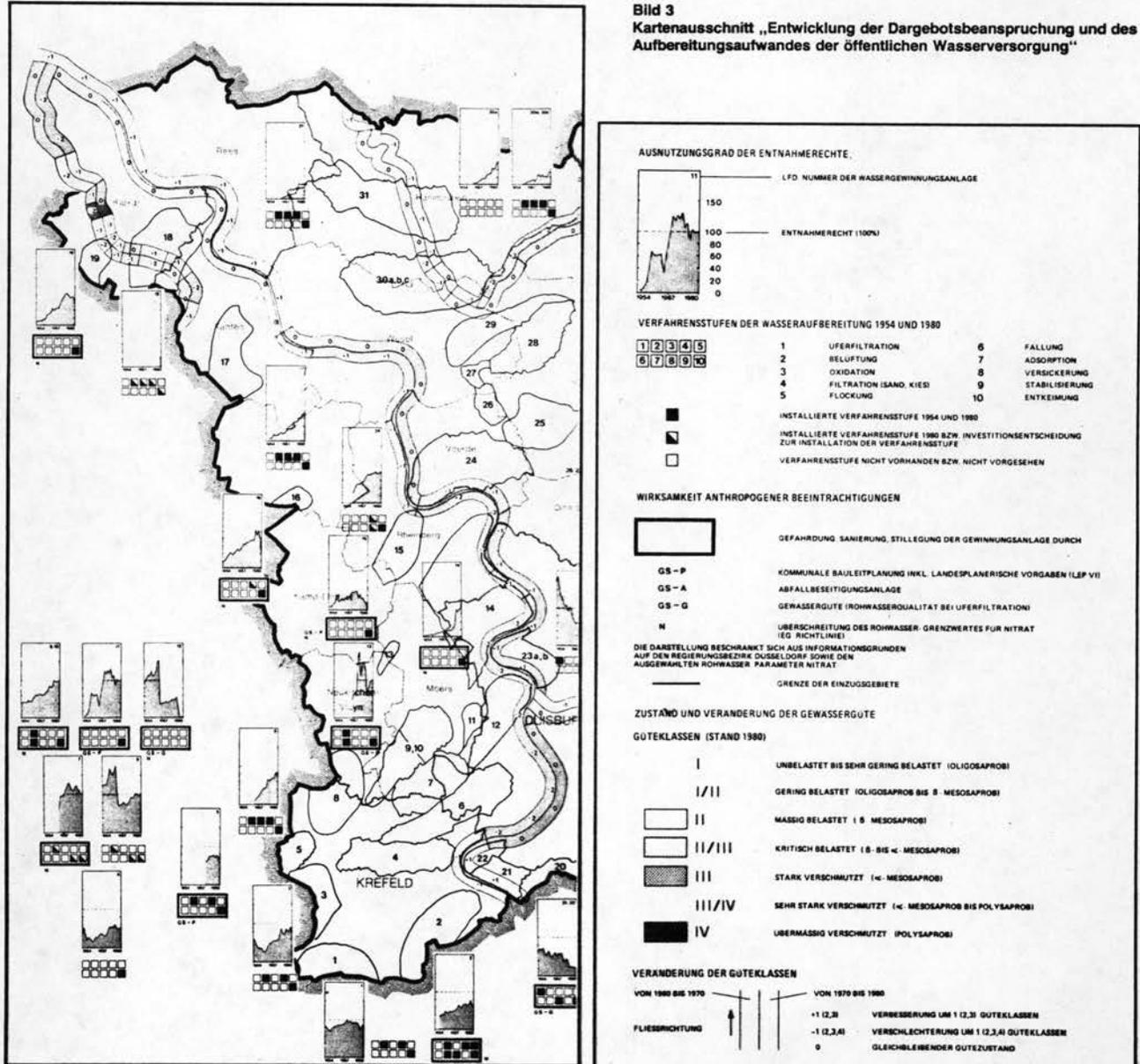
Beginn des Untersuchungszeitraums 1954 in der gleichen Größenordnung lag wie die des Dargebotsraumes Halterner Sande, inzwischen aber das durchschnittliche Wirkungspotential der altbetroffenen Einzugsgebiete des Ruhrtales übersteigt. Selbst anhand dieses groben Maßes wird der überdurchschnittlich große Nutzungsdruck auf die versorgungswirtschaftlich bedeutsamen Teile des linken Niederrheins deutlich.

Das Zahlenwerk wird durch eine kartographische Darstellung ergänzt, die ausschnittsweise Bild 2 zu entnehmen ist.

#### 4.2 Zeitliche Entwicklung des Aufbereitungsaufwandes

Bei der Analyse stand die Beantwortung der Frage im Vordergrund, wie sich das in den Einzugsgebieten herausgebildete Eingriffs- und Wirkungspotential qualitativ und/oder quantitativ auf der Rohwasserseite der Gewinnungsanlagen auswirkt. Wirkungsanalytische Erkenntnisse über diese komplexen Zusammenhänge liegen überwiegend für Anlagen vor, die Oberflächenwasser zur künstlichen Dargebotserhöhung heranziehen. Wirkungszusammenhänge zwischen landwirtschaftlicher Nutzung von Flächen im Einzugsgebiet (Düngemittelsatz) und Nitratbelastung des Rohwassers wurde an westmünsterländischen und niederrheinischen Einzugsgebieten und Anlagen untersucht [18]. Während für einige Schadstoffe wie z.B. Nitrat eine eindeutige Ursachenzuweisung inzwi-

**Bild 3** Kartenausschnitt „Entwicklung der Dargebotsbeanspruchung und des Aufbereitungsaufwandes der öffentlichen Wasserversorgung“



schen möglich ist, stößt die Erfassung der kausalen Zusammenhänge zwischen verursachenden Flächen- und/oder Gewässernutzungen und dem resultierenden Aufbereitungsaufwand der Wasserwerke noch auf einige Probleme. Insbesondere scheint die Frage der Zurechenbarkeit volkswirtschaftlicher Kosten (Externe Effekte) zum nachweislich gestiegenen Aufbereitungsaufwand nicht allgemeingültig zu beantworten zu sein [19]. Zum gesamten Einflußfaktorenkomplex sind nämlich auch die gestiegenen normativen Güteanforderungen an Roh- und Reinwasser (z. B. EG-Richtlinien) zu zählen.

Trotz der genannten Schwierigkeiten in bezug auf die Datenbasis wurde der Versuch unternommen, die zeitliche Entwicklung des Aufbereitungsaufwandes zum Eingriffspotential der einzelnen Einzugsgebiete auf kartographischem Wege in Beziehung zu setzen.

Die Kennzeichnung des jeweiligen Aufbereitungsaufwandes der einzelnen Anlagen erfolgte nach rein technischen Kriterien. Zur Vereinheitlichung der Gesamtaussage für das Untersuchungsgebiet wurden die Anlagenspezifika jedes Wasserwerkes in ein Raster von 10 ihrer physikalisch-chemischen Wirkungsweise entsprechend definierte Verfahrensstufen überführt. Die jeweilige apparative verfahrenstechnische Gestaltung verursachte z. T. Zuordnungsprobleme, die aber durch Abstimmung mit der technischen Leitung der Wasserwerke weitgehend gelöst werden konnten. Erkennbare und feststellbare negative Auswirkungen der Raumentwicklung auf die Gewinnungs- und Aufbereitungssituation der Anlagen waren durch Primärerhebung nicht erschöpfend zu ermitteln. Hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang die inzwischen regelmäßigen Erhebungen im Regierungsbezirk Düsseldorf zur aktuellen Belastungssituation der Entnahmestellen [20]. Für die anderen Dargebotsräume waren zur Zeit der Projektarbeit vergleichbare Synopsen nicht verfügbar; Abhilfe wird das vom Minister f. Ernährung, Landwirtschaft u. Forsten Nordrhein-Westfalen (NW) initiierte und in Aufbau befindliche Grundwassergüteüberwachungssystem mit jährlicher Berichterstattung schaffen.

Aufgrund der hohen Bedeutung der Oberflächengewässer Rhein, Ruhr und Halterner Stausee (Steuer, Halterner Mühlentbach) für die öffentliche Wasserversorgung des Untersuchungsraumes wurde die Güteveränderung dieser Gewässer in die entsprechende kartographische Darstellung mit aufgenommen (Bild 3). Eine der Nutzungsart Trinkwasserversorgung adäquate Gütebeurteilungsmethode steht bisher nur für den Rhein zur Verfügung (IAWR-Index), so daß zur Vereinheitlichung der Aussage hilfsweise auf den LAWA-Index zurückgegriffen werden mußte.

Am linken Niederrhein sind von 31 Einzugsgebieten/Aufbereitungsanlagen bis 1980 schon 13 in unterschiedlicher Art und Intensität beeinträchtigt. Überraschend klar stellt sich der Wirkungszusammenhang von landwirtschaftlicher Nutzung und Nitratbelastung des Rohwassers in den Einzugsgebieten 2, 9/10, 14, 15, 16 und 19 dar (Bilder 2 und 3). Weitere nicht gekennzeichnete Anlagen liegen knapp unterhalb des Grenzwertes der entsprechenden EG-Richtlinie.

Im Dargebotsraum Ruhrtal sind die besonderen Anforderungen an die Aufbereitung gut erkennbar. Während 1954 am Oberlauf im wesentlichen Langsandsfiltration und Sicherheitschlorung, im Mittel- und Unterlauf aber bereits weitere Verfahrensstufen notwendig waren, sind bis 1980 in einigen Wasserwerken entlang des untersuchten Ruhrabschnittes (durch Kartenausschnitt in Bild 3 nicht erfaßt) bis zu vier Verfahrensstufen zusätzlich installiert worden. Diesen Indikator allein zum Nachweis der rohwasserseitigen Güteveränderung zu verwenden, ist problematisch, da die Investitionsentscheidungen nicht nur auf trinkwasserhygienisch-technischen, sondern auch auf betriebswirtschaftlichen Überlegungen basieren.

Die Situation der beiden Einzugsgebiete/Anlagen im Dargebotsraum Halterner Sande stellt sich unterschiedlich dar. Während das im Raum Dorsten aus dem zweiten Grundwasserstockwerk geförderte, anthropogen nahezu unbeeinträchtigte Rohwasser keine zusätzliche Aufbereitung notwendig machte, mußte im Wasserwerk Haltern durch Fällung dem Phosphat-

Tafel 2 Von Flächennutzungskonflikten betroffene Gewinnungs- und Aufbereitungsanlagen öffentlicher Wasserversorgungsunternehmen

| Nr. des/der Einzugsgebietes/ Gewinnungsanlage | Konfligierende Nutzung   | Wirkung / Maßnahme   |
|---|--|--|
| 20 / 21 / 22                                  | Ablagerung von Sonderabfällen (Sondermülldeponie Ratingen-Breitscheid) im Einzugsgebiet  |  |
| 24  | 1. Steinkohlenabbau mit Bergsenkungen<br>2. Sand- / Kiesabbau in Schutzzone II und III beabsichtigt  | Simulation der Auswirkungen mit Hilfe eines Grundwassermodells (Ruhr-Universität Bochum, Institut für angewandte Geologie)           |
| 32 a  | Durchquerung der Fassungsanlage durch Bundesstraße (B224)  | Bau von 3 Schutzbrunnen  |
| 32 b  | Fernstraßenbau BAB 31 (Emslandlinie)   | Trasse durch Brunnengalerie und geplante Schutzzone II; wahrscheinliche Aufgabe von Erweiterungs- und Ersatzflächen                  |
| 36  | 1. Bebauungsplanung / Siedlungsentwicklung der Stadt Fröndenberg (GE-Gebietsausweisung)<br>2. Landwirtschaftliche Düngung (Gülle, Mineraldünger) | Anstieg der Nitratwerte im unmittelbar an den Filterbecken vorbeifließenden Rammbach von 12 auf 34 mg NO <sub>3</sub> /l (1975-1980) |
| 39  | Fernstraßenbau BAB 45 (Sauerlandlinie)   | Stilllegung der Hauptfilteranlage Wandhofen wegen fehlendem Sicherheitsabstand (1964); Ersatz durch Neuanlage Westhofen              |
| 46 a  | Durch Aufstau des Baldeneyses starker Anstieg des Manganerhaltes   | Stilllegung der Anlage (1954)  |
| 50 a/b  | 1. Ausbau der B 223 (1968)<br>2. Erdölraffinerie in Schutzzone III   | Stilllegung von 13 Förderbrunnen und 5.000m <sup>2</sup> Filterbecken (1968)   |

eintrag in die Stauseezuflüsse durch Siedlungsabwässer und Düngeraustrag von landwirtschaftlichen Flächen entgegengewirkt werden.

Über die in Bild 3 nur für den Regierungsbezirk Düsseldorf dargestellten konfliktbetroffenen Anlagen hinaus haben auch in den anderen Dargebotsräumen Nutzungskonflikte zur direkten Beeinträchtigung der Gewinnungs-/Aufbereitungsanlagen geführt (Tafel 2).

## 5 Ausblick

Das dargestellte Konzept zur Beobachtung der Raumentwicklung in Wassereinzugsgebieten bietet sich als

- Begleitinformationssystem für die Grundwassergüteüberwachung,
  - Ergänzung zur laufenden Raumbesichtigung mit Hilfe sozioökonomischer Kenngrößen (Bundesforschungsanstalt f. Landeskunde u. Raumordnung)
  - Ergänzung/Erweiterung der ebenfalls in Aufbau befindlichen Landschafts-Informationssysteme
- an.

## Schrifttum

- [1] Raumordnungsbericht 1982. Bundestags-Drucksache 10/210. Bonn, 22. 6. 1983, S. 70 ff.
- [2] Brösse, U.: Die Begrenzung des regionalen Entwicklungspotentials durch die natürliche Ressource Wasser, in: Gleichwertige Lebensbedingungen durch eine Raumordnungspolitik des mittleren Weges. Veröff. d. Akad. f. Raumforschung u. Landesplanung: Forschungs- u. Sitzungsberichte, Bd. 140, Hannover: Curt R. Vincentz Verlag 1983.
- [3] Raumordnung und Wasserversorgung. Bundesforschungsanstalt f. Landeskunde u. Raumordnung (Hrsg.), Informationen zur Raumentwicklung, Heft 2/3, Bonn 1983.
- [4] Landesentwicklungsplan III. MBl. NW, Nr. 67, v. 8. 7. 1976, S. 1288.
- [5] Minister f. Landes- u. Stadtentwicklung NW: Landesentwicklungsplan III - Umweltschutz durch Sicherung von natürlichen Lebensgrundlagen (Entwurf). Stand: Januar 1984.
- [6] Minister f. Landes- u. Stadtentwicklung NW (Hrsg.): Freiraumbericht. Sicherung von natürlichen Lebensgrundlagen durch schonenden Umgang mit Freiräumen. MLS informiert, 1/84.
- [7] Ermittlung des nutzbaren Grundwasserdargebots. 1. und 2. Teilband. Schriftenreihe des DVWK, Hefte 58/1 u. 58/2. Hamburg-Berlin: Verlag Paul Parey, 1982.

- [8] Budde, B., Nolte, J.: Raumentwicklung und Wasserversorgung des Ruhrgebietes 1954–1980. Opladen: Westdeutscher Verlag (in Vorbereitung).
- [9] a) Laufende Raumbewertung. BfLR (Hrsg.), Informationen zur Raumentwicklung, Heft 8/9, Bonn 1978.  
b) Aktuelle Daten und Prognosen zur räumlichen Entwicklung. BfLR (Hrsg.), Informationen zur Raumentwicklung, Heft 11/12, Bonn 1981.  
c) Aktuelle Daten und Prognosen zur räumlichen Entwicklung. BfLR (Hrsg.), Informationen zur Raumentwicklung, Heft 11/12, Bonn 1982.
- [10] Thie, J., Switzer, W. A., Chartrand, N.: Das „CANADA LAND DATA SYSTEM“ und seine Anwendungsmöglichkeiten in Landschaftsplanung und Bewirtschaftung der Ressourcen. Natur und Landschaft, 57. Jg., 1982, Heft 12, S. 433–440.
- [11] Alberta Energy and Natural Resources, Resource Evaluation and Planning Division. Natural Resources Information Directory 1983, Edmonton (Alberta) 1983.
- [12] Grass, W.: Landschafts-Informationssystem. – Ziel und Aufgabe. – Natur und Landschaft, 57. Jg., 1982, Heft 12, S. 415–417.
- [13] Koepfel, H.-W.: Landschafts-Informationssystem. – Inhalt und Methodik. – Natur und Landschaft, 57. Jg., 1982, Heft 12, S. 417–421.
- [14] Schmidt, A.: Verwirklichung der Raumordnung durch stärkere ökologische Orientierung, in: Verwirklichung der Raumordnung: Veröff. d. Akad. f. Raumforschung u. Landesplanung: Forschungs- und Sitzungsberichte, Bd. 145. Hannover: Curt R. Vincentz Verlag, 1982.
- [15] Junius, H.: Automatische Zeichnung von topographischen Kartenelementen im Maßstab 1:5000. Vermessungswesen u. Raumordnung, 36. Jg., 1974, Heft 2, S. 47–55.
- [16] Numerisch gesteuerte Zeichenanlage CONTRAVES CORAGRAPH DC I. Handbuch der Allgemeinen Zeichenprogramme (AZP), Bulletin S. 104 d 7012, Zürich-Stuttgart 1971.
- [17] Junius, H.: Programm FLAECHE VI. Dortmund 1982.
- [18] Obermann, P.: Hydrochemische/hydrmechanische Untersuchungen zum Stoffgehalt von Grundwasser bei landwirtschaftlicher Nutzung. MELF NW (Hrsg.), Besondere Mitteilungen zum Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuch, Nr. 42, Düsseldorf 1981.
- [19] Heinz, L.: Analyse zunehmender Umweltbelastung und ihre Auswirkung

- auf Wasserpreis und Finanzsituation der öffentlichen Wasserversorgungswirtschaft. Studie, gefördert v. Minister f. Wissenschaft u. Forschung NW, Institut f. Umweltschutz, Univ. Dortmund (bisher unveröffentlicht).
- [20] Ingenieurbüro Schlegel – Dr.-Ing. Spiekermann, Düsseldorf: Großraum-Wasserversorgung Niederrhein. Bedarfsplanung zu den Anmeldeunterlagen. Im Auftrag der Planungsgesellschaft Wasserverbund Niederrhein GmbH, Düsseldorf (Stand: Sept. 1981).

### Zusammenfassung

Die räumliche Entwicklung führte und führt dazu, daß immer mehr Einzugsgebiete der öffentlichen Wasserversorgung Flächennutzungsstrukturen aufweisen, die die Leistungsfähigkeit und Nachhaltigkeit des natürlichen Wasserhaushaltes beeinträchtigen. Für Planungs- und Entscheidungsträger der Wasserversorgung, aber auch der Raumordnung kann es daher von Interesse sein, ein Informationssystem in der Art der „Laufenden Raumbewertung“ zur Verfügung zu haben, das über die Konfliktbetroffenheit von Wassereinzugsgebieten einen raschen Überblick verschaffen kann. Für das Versorgungssystem des Ruhrgebietes wurde die entsprechende Entwicklung zwischen 1954 und 1980 in einer umfassenden Wirkungsanalyse aufgezeigt.

### Summary

The development of rural areas has altered the character of utilization within water supply catchment areas in such a manner, that the efficiency and persistency of this natural resource is threatened. The surveillance of a wide territory in conjunction with a central data bank could be of interest to planning and executing bodies of public water supply systems as well as regional planners and would rapidly point out situations in conflict to water catchment areas. Such an analysis was set up for the water supply network of the Ruhrgebiet for the years of 1954 to 1980.

### Anschrift des Verfassers

Dr.-Ing. Bernhard Budde, c/o Stadt Dortmund, Amt für öffentliche Ordnung, Postfach 907, 4600 Dortmund 1

## Gesteuerter Grundwasserhaushalt im Eicher Rheinbogen

W. BIEDENKOPF · WÜRZBURG

### Ground water management in the Eicher Rheinbogen

DK 556.332.2:556.38.001.57

[C2] [G2]

Grundwasserhaushalt – Grundwasserbewirtschaftung – Modelluntersuchungen

Groundwater balance – Groundwater management – Model tests  
Régime des eaux souterraines – Aménagement des eaux souterraines – Essais sur modèle

### 1 Allgemeines

Seit Jahrzehnten wird aus dem zu Rheinland-Pfalz gehörenden Teil der Oberrheinischen Tiefebene Wasser zur Versorgung der benachbarten Städte, aber auch von Gemeinden im Binnenland entnommen, ohne daß man sich anfänglich Gedanken über die ökologischen Folgen machte. Speziell zwischen Worms und der Nierstein-Nackenheim-Schwelle waren bis vor kurzem die Entnahmemengen von einer Größenordnung, daß nachteilige Auswirkungen entweder nicht eintraten oder aber vernachlässigbar gering waren.

Angesichts der bekannten Dürreschäden im hessischen Ried wurde die Absicht der Stadt Mainz, aus dem Eicher Rheinbogen (etwa 12 km nördlich Worms) Wasser zur Versorgung der Landeshauptstadt zu entnehmen, Anlaß zu Maßnahmen, wie sie in dieser Art und in diesem Umfang bisher nicht durchgeführt wurden. Zunächst sollten für Mainz jährlich  $10 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , später  $20 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  entnommen werden. Dazu kam bald ein Bedarf der Stadt Worms von ebenfalls etwa  $10 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ . Schließlich wird das nördlich benachbarte Wasserwerk Guntersblum des Rhein-Selz-Verbandes seine Entnahme von jetzt knapp  $4 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  auf etwa  $10 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  steigern müssen.

Im künftigen Einzugsgebiet befindet sich das etwa 320 ha große Naturschutzgebiet Gimbsheimer Altrhein. Außerdem meldeten die Landwirte schwerwiegende Bedenken an.

### 2 Das Grundwassermodell

Um die Entnahmefolgen abschätzen zu können, wurde im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft, Weinbau und Forsten des Landes Rheinland-Pfalz ein Grundwassermodell bearbeitet. Dieses wies mit simulierten Entnahmen, zunächst für Mainz allein, später auch für die anderen Beteiligten, voraussichtliche Grundwasserabsenkungen nach, die keinesfalls hingenommen werden konnten. Daher wurden in diesem Modell bereits Abwehr- und Ersatzmaßnahmen berücksichtigt.

Die Abwehrmaßnahmen sollen den gesamten Grundwasserhaushalt möglichst großflächig stabilisieren und die unvermeidlichen Absenkungstrichter auf die unmittelbare Umgebung der Brunnen beschränken.

Die Ersatzmaßnahmen sollen jenen Landwirten Schäden ersparen, die bisher aus einfachen Feldbrunnen Beregnungswasser mittels Schlepperpumpen entnommen haben, dies später aber wegen des in Brunnennähe abgesunkenen Grundwasserspiegels nicht mehr können, da die mögliche Saughöhe dort überschritten wird.

### 3 Die Ersatz- und Abwehrmaßnahmen

Das dazu benötigte Wasser, das keine Trinkwasserqualität zu haben braucht, wird aus drei ufernahen Brunnen und damit also mittelbar aus dem Rhein entnommen (Bild 1). Diese Brunnen sind so weit vom Fluß entfernt, daß man stets mit mindestens 50 Tagen Fließzeit rechnen kann. Dieses Wasser ist infolge der Bodenpassage gegenüber der fließenden Welle des Rheins etwas vorgereinigt. Über eine etwa 2 km lange Druckleitung gelangt es in einen Baggersee. Durch dessen Ufer infiltriert ein Teil in den umgebenden Untergrund. Ein anderer

mein bekannt ist, daß wasserwirtschaftliche Belange bei der raumplanerischen Abwägung oftmals nachrangig eingestuft wurden und werden. Betrachtet man jeden Dargebotsraum für sich allein, werden unterschiedliche Eingriffsstrukturen erkennbar (vgl. Tafel 1).

**Tafel 1** Entwicklung der Konfliktbetroffenheit der Einzugsgebiete der Gewinnungsanlagen der öffentlichen Wasserversorgung in den Dargebotsräumen Niederrhein, Ruhrtal und Halterner Sande (1954/1980)

| Dargebotsraum                   | Einzugsgebiets-Nr. (CATCHMENT AREA-Nr.) | Durchschnittliche Konfliktbetroffenheit in % der Einzugsgebietsfläche |            |                   |
|---------------------------------|---|---|------------|-------------------|
|                                 |   | Stand 1954  | Stand 1980 | Zunahme 1954/1980 |
| Niederrhein<br>- linksrheinisch | 1 bis 19                                | 19,5  | 70,7       | 51,2              |
|                                 | 20 bis 31                               | 28,0  | 59,3       | 31,3              |
| Halterner Sande                 | 32 bis 35                               | 17,0  | 35,5       | 18,5              |
| RuhrtaI                         | 36 bis 50                               | 47,4  | 68,3       | 20,9              |

Während der Dargebotsraum Niederrhein von starker Zunahme der Konfliktbetroffenheit gekennzeichnet ist, weisen die altbetroffenen Einzugsgebiete im Ruhrtal einen geringeren flächenhaften Wirkungspotentialzuwachs auf. Den geringsten Zuwachs haben die Einzugsgebiete im Dargebotsraum Halterner Sande zu verzeichnen. Bemerkenswert ist, daß die Konfliktbetroffenheit der Einzugsgebiete am linken Niederrhein zu

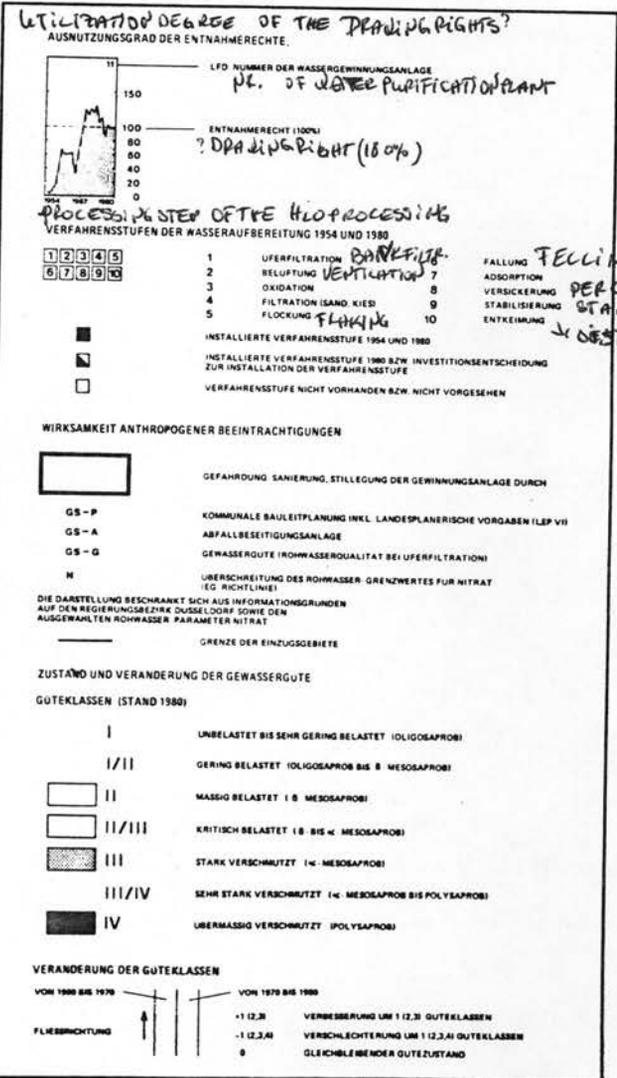
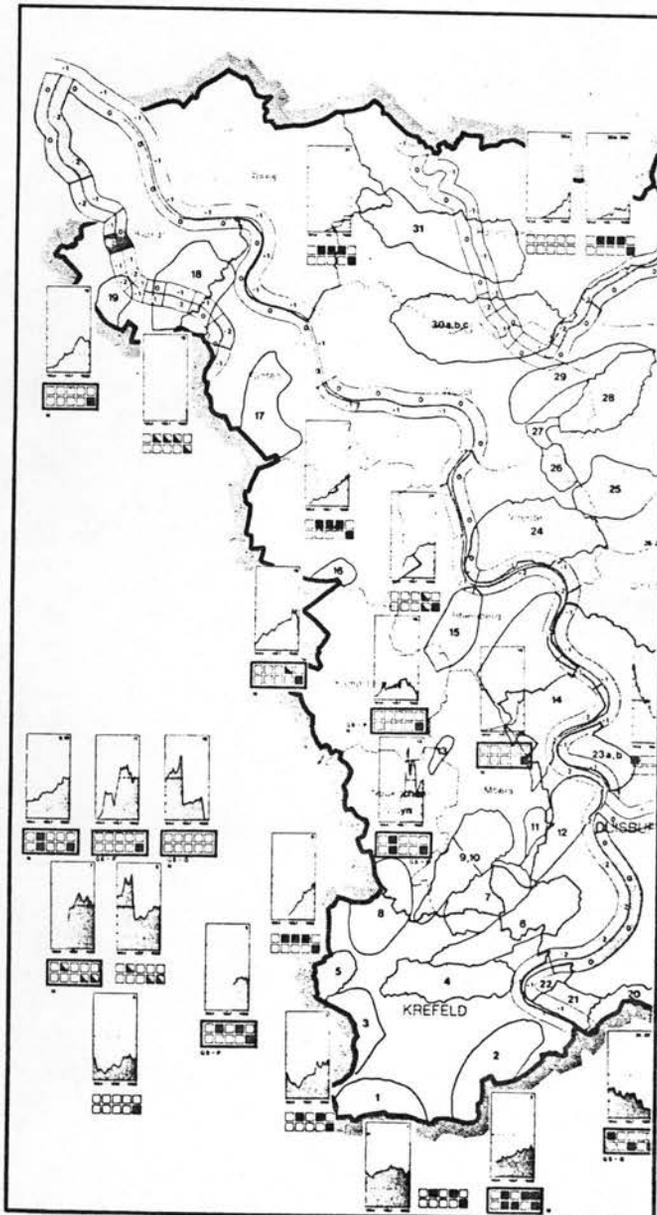
Beginn des Untersuchungszeitraums 1954 in der gleichen Größenordnung lag wie die des Dargebotsraumes Halterner Sande, inzwischen aber das durchschnittliche Wirkungspotential der altbetroffenen Einzugsgebiete des Ruhrtales übersteigt. Selbst anhand dieses groben Maßes wird der überdurchschnittlich große Nutzungsdruck auf die versorgungswirtschaftlich bedeutsamen Teile des linken Niederrheins deutlich.

Das Zahlenwerk wird durch eine kartographische Darstellung ergänzt, die ausschnittsweise Bild 2 zu entnehmen ist.

#### 4.2 Zeitliche Entwicklung des Aufbereitungsaufwandes

Bei der Analyse stand die Beantwortung der Frage im Vordergrund, wie sich das in den Einzugsgebieten herausgebildete Eingriffs- und Wirkungspotential qualitativ und/oder quantitativ auf der Rohwasserseite der Gewinnungsanlagen auswirkt. Wirkungsanalytische Erkenntnisse über diese komplexen Zusammenhänge liegen überwiegend für Anlagen vor, die Oberflächenwasser zur künstlichen Dargebotserhöhung heranziehen. Wirkungszusammenhänge zwischen landwirtschaftlicher Nutzung von Flächen im Einzugsgebiet (Düngemittelsatz) und Nitratbelastung des Rohwassers wurde an westmünsterländischen und niederrheinischen Einzugsgebieten und Anlagen untersucht [18]. Während für einige Schadstoffe wie z.B. Nitrat eine eindeutige Ursachenzuweisung inzwi-

**Bild 3** Kartosektion u. DEVELOPMENT AND STRESS OF THE Kartenausschnitt „Entwicklung der Dargebotsbeanspruchung und des Aufbereitungsaufwandes der öffentlichen Wasserversorgung“



PROZESSSTUFEN DER WASSERAUFBEREITUNG  
IN DEN EINZUGSGEBIETEN  
NIEDERRHEIN,  
RUHRTAL  
UND HALTNER SANDEN  
(1954/1980)

FALLUNG  
ADSORPTION  
VERSICKERUNG  
STABILISIERUNG  
ENTKEIMUNG  
FELLDIG  
PERCOLATION  
STABILISANT  
KÖSTLICHE NUTZUNG

# DETERMINATION OF CONFLICTS IN WATER CATCHMENT AREAS

## PHYSICAL PLANNING - CATCHMENT AREAS

### 1. PROBLEM SETTING

THE DEVELOPMENT OF WATER SUPPLY IN AGGLOMERATION REGIONS IS CHARACTERIZED BY SHIFTING THE WATER PROVISION MORE AND MORE INTO MARGINAL AREAS OF THE AGGLOMERATION REGIONS OR INTO RURAL AREAS. BUT THE DIFFERENT WATER USAGES ARE STRESSING ABOVE THE WATER CONSUMPTION ALSO THE WATER SUPPLY SO THAT, WITH UNFAVOURABLE NATURAL SITUATIONS OR EXTREME USAGE, WATER-DEFICIT AREAS CAN OCCUR. SO THE UNEQUAL BALANCE BETWEEN SUPPLY AND NEED INCREASES.

### 2. OBJECT IN VIEW

THE INCREASING NEGATIVE RECIPROCAL ACTIONS BETWEEN AREA-DEVELOPMENT AND WATER SUPPLY LEAD TO THE INTRODUCTION OF A NEW ANALYSIS METHOD LEP III (COUNTRY DEVELOPMENT PLAN) WHICH SUPPLIED ADDITIONAL INFORMATION. MEANWHILE IT IS FOUND THAT IMPAIRING EFFECTS OF AREA USAGES LIKE INTENSIVELY USED ARABLE AREAS, IMMISSION AREAS OF STREETS WITH INCREASED TRAFFIC, DEPOSITS etc., ARE ALSO IMPAIRING CONTINUOUSLY THE AMOUNT OF GROUNDWATER. GOAL OF ANOTHER PROJECT IS TO DETERMINE THE TERRITORIAL DEVELOPMENT IN TIME CONCERNING THE AREA USAGES IN WATER RESERVATION AREAS AND - CATCHMENT AREAS OF THE PUBLIC WATER SUPPLY FOR AN AGGLOMERATION AREA.

### 5. METHODOICAL START

THE WATER HOUSEHOLD IS IN GENERAL DESCRIBED BY THE BALANCE DIMENSION PRECIPITATION, FLOW <sup>OFF</sup> AND EVAPORATION. AREA USAGES CAN INTERFERE WITH THE CYCLE IN THE WAY THAT THE HYDROLOGICAL SITUATION OF AREAS IS CHANGED. DIFFERENT TYPES OF INTERFERENCE CAN BE RELATED TO THE AREA USAGES AND THE AREA EXPANSION AND CAN BE CONCRETIZED. THIS CONCEPTION IS MAINLY EQUIVALENT TO THE CARTOGRAPHIC - GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS WHICH ARE BASED ONLY ON AREA DATA AND TEXT DATA. SUCH LANDSCAPE-INFORMATION SYSTEMS WHICH ALLOW A CONTINUOUS OBSERVATION OF THE AREAS, ARE ALREADY IN USE IN USA AND CANADA WHILE HERE STILL IN THE EXPERIMENTAL PHASE.

### 6. RESULTS

#### 6.1. TEMPORARY DEVELOPMENT OF THE SPACIAL CONFLICT EFFECT:

ANALYZED WERE IN 1954 - 1980 THREE LARGE SUPPLY-AREAS NIEDERRHEIN, RHEIN <sup>VALLEY</sup> HALTENER SANDE. THE SUPPLY AREA NIEDERRHEIN IS CHARACTERIZED BY STRONG CONFLICT EFFECT. A LOWER AREAL EFFECT POTENTIAL - INCREASED IS FOUND IN THE RHEIN VALLEY AND HALTENER SANDE - SUPPLY-AREAS.

#### 6.2. TEMPORARY DEVELOPMENT OF THE PROCESSING EXPANSE,

THE ANALYSIS WAS BASED MAINLY ON THE QUESTION HOW THE INTERFERENCE AND EFFECT POTENTIAL IN THE CATCHMENT-AREAS AFFECTS THE WATER OF THE <sup>UNREFINED?</sup> REFINEMENT PLANTS. EFFECT RELATIONS BETWEEN AGRICULTURAL USAGE OF AREAS

IN THE CATCHMENT AREA (USE OF FERTILIZERS) AND NITRATE STRESS OF THE WATER WERE EXAMINED IN V-MÜNSTER AND NIEDERRHEIN-CATCHMENT AREAS. IT WAS TRIED TO RELATE CARTOGRAPHICALLY THE TEMPORARY DEVELOPMENT OF THE REFINEMENT EXPANSE WITH THE INTERFERENCE POTENTIAL. IT IS FOUND THAT FROM 31 CATCHMENT AREAS REFINEMENT PLANTS AT THE LEFT NIEDERRHEIN 13 ARE ALREADY AFFECTED IN DIFFERENT WAYS AND INTENSITIES. THE EFFECT RELATION BETWEEN AGRARIAN USAGE AND NITRATE-STRESS OF THE WATER IS CLEARLY SEEN. IN THE CATCHMENT AREA FUHRTEL THE PROCESSING-REQUIREMENTS INCREASED SINCE 1954. WHILE 1954 (W) SAND FILTRATIONS, ~~SICHERHEIT~~ SCHLÖRUNG AND OTHER PROCESSING STEPS IN THE MIDDLE- AND LOWER COURSE WERE USED, IN 1980 THESE INCREASED IN SEVERAL REFINEMENT PLANTS TO FOUR MORE <sup>ADDITIONAL</sup> REFINEMENT <sup>PROCESSING</sup> STEPS. THE HALTENER SANDE SHOWS A DIFFERENT PICTURE. WHILE THE AREA DORSTEN, WHERE H<sub>2</sub>O IS TAKEN FROM THE GROUNDWATER CONDUCTOR AND THEREFORE NOT INFLUENCED BY MAN, NEEDS NEARLY NO REFINEMENT AT ALL, THE WATERPLANT HALTERN NEEDS TO COUNTERACT PHOSPHATE INTRUSION FROM SETTLEMENT SEWAGE WATER AND FERTILIZATIONS ON AGRICULTURAL AREAS, & INTO THE LAKE INFLOWS.

## 5. OUTLOOK

THE SHOWN CONCEPT OF OBSERVING AREA DEVELOPMENTS IN CATCHMENT AREAS IS USEFUL AS:

- ACCOMPANY SYSTEM FOR THE CONTROL OF GROUNDWATER -

Purity

- SUPPLEMENT OF THE CURRENT AREA DEVELOPMENT WITH THE HELP OF SOCIOECONOMIC VALUES.
- SUPPLEMENT/EXTENSION OF THE ALSO BUILT LANDSCAPE INFORMATION SYSTEMS.

# Ermittlung der Konfliktbetroffenheit in Wassereinzugsgebieten

B. BUDDÉ · DORTMUND

## Determination of conflicts in water catchment areas

DK 711:628.192

[G2] [K3]

Raumordnung – Wassereinzugsgebiete

Physical planning – Catchment areas

Aménagement du territoire – Bassins d'alimentation

### 1 Problemstellung

Die Entwicklung der Wasserversorgung der Ballungsräume der Bundesrepublik Deutschland ist seit Ende der Wiederaufbauphase nach dem 2. Weltkrieg durch den Zwang gekennzeichnet, die Wasserbeschaffung mehr und mehr in deren Randbereiche und entlegene ländliche Regionen zu verlagern. Im Hinblick auf den für das Versorgungssystem üblichen Zeithorizont für Planung und Betrieb der Anlagen und die zu gewährleistende Versorgungssicherheit geschah dies, um den Bedarf quantitativ und qualitativ auf Dauer decken zu können. Gleichzeitig verlief die reale Raumentwicklung jedoch so, daß von einem gravierenden Defizit der langfristig vorausschauenden Flächenvorsorgepolitik zur Sicherung der Naturgrundlagen der Wasserversorgung auf allen Planungsebenen gesprochen werden kann.

Aus der Sicht der Wasserversorgung läßt sich diese räumliche Entwicklung als „Zangenwirkung“ darstellen (Bild 1). Die verschiedenen Raumnutzungen beanspruchen sowohl über ihren Wasserverbrauch/-bedarf als auch über die von ihnen

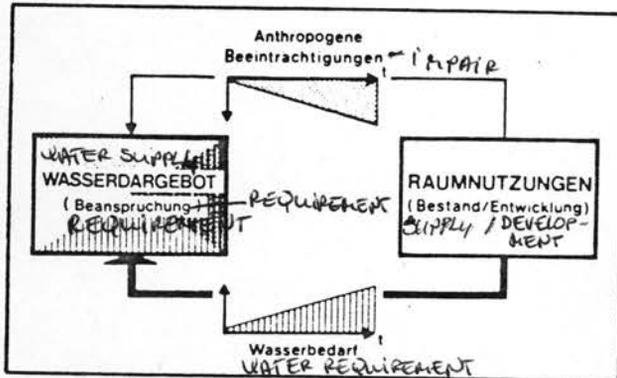


Bild 1 Wirkungsschema „Raumentwicklung-Wasserversorgung“  
EFFECT OF SPATIAL AREAS DEVELOPMENT - WATER SUPPLY  
verursachten qualitativen und quantitativen Beeinträchtigungen das vorhandene Wasserdargebot, wobei bei ungünstigen natürlichen Gegebenheiten und/oder starkem Nutzungsdruck defizitäre Bereiche, d. h. Wassermangelgebiete entstehen (können). So verstärken sich zusehends die existierenden regionalen Ungleichgewichte zwischen Dargebot (hydrogeologische Raumausstattung) und Bedarf (Siedlungs- und Verbrauchsschwerpunkte) durch die überkommenen Nutzungsstrukturen (Entnahmerechte) und die reale dargebotsbeeinträchtigende Raumentwicklung [1].

### 2 Zielsetzung

Die skizzierten zunehmend negativen Wechselwirkungen zwischen Raumentwicklung und Wasserversorgung als Problem der Raumordnung sind inzwischen nicht nur in den Mittelpunkt des raum- und regionalwissenschaftlichen Interesses gerückt, sondern führten auch, z. B. in Nordrhein-Westfalen, zur vorgezogenen Fortschreibung des Landesentwicklungsplanes (LEP) III mit der gegenüber dem derzeit gültigen LEP veränderten, eindeutigen Schwerpunktsetzung „Umweltschutz durch Sicherung von natürlichen Lebensgrundlagen“ [2, 3, 4, 5]. Gegenstand des vom gleichen Ministerium Anfang dieses Jah-

res herausgegebenen Freiraumberichts sind u. a. die vom zunehmenden Freiraumverbrauch ausgehenden negativen Wirkungen auf das Wasserdargebot. Dabei wurde jedoch nur die zeitliche Entwicklung des Einflußfaktors „Siedlungsfläche“ analytisch aufgearbeitet [6]. Andere aktuell und potentiell dargebotsbeeinträchtigende Flächennutzungen bleiben bei der o. g. Analyse unberücksichtigt; im LEP-III-Entwurf wird daher ganz entsprechend als „praktikabler Indikator für Umweltgefährdung durch Flächenverbrauch“ der aus fortgeschriebenen Daten des Liegenschaftskatasters ermittelte „Siedlungsflächenanteil“ herangezogen [5]. Aus einer Vielzahl von Untersuchungen geht aber inzwischen hervor, daß dargebotsbeeinträchtigende Wirkungen von Flächennutzungen/-anspruchnahmen wie intensiv bewirtschafteten Ackerflächen, Immissionsbegleitflächen stark befahrener Straßen, Deponien/Halden, Abgrabungen u. ä. ausgehen, die den nutzbaren Anteil des Grundwasserdargebots stetig einschränken (vgl. stellvertretend [7]).

Ziel eines weitergehenden Forschungsprojektes war es daher u. a., die zeitlich-räumliche Entwicklung diesbezüglicher Flächenanspruchnahmen in Wassereinzugs-/Wasserschutzgebieten der öffentlichen Wasserversorgung für ein Ballungsgebiet zu ermitteln [8]. Nach dem o. g. Flächenwirksamkeitskriterium wurden der Grad und die Struktur der Konfliktbetroffenheit empirisch erfaßt. Damit soll den mit der Wasserversorgung befaßten Planungs- und Entscheidungsträgern eine Arbeitshilfe an die Hand gegeben werden, um raumwirksame Konzepte und Maßnahmen zur Sicherung der (Trink-)Wasserversorgung argumentativ zu stützen und im Abwägungsprozeß der Raumordnungsverfahren besser zur Geltung bringen zu können.

### 3 Methodischer Ansatz

Der Wasserhaushalt läßt sich allgemein durch die Bilanzgrößen Niederschlag, Abfluß und Verdunstung beschreiben. Flächennutzungen können in diesen Kreislauf dergestalt eingreifen, daß sie die hydrologische Ausstattung von Dargebotsräumen verändern. Diese Eingriffe äußern sich in quantitativen und qualitativen, ober- und unterirdischen Abflußveränderungen, die unter Umständen spürbaren Einfluß auf die Nutzbarkeit des verfügbaren Wasserdargebots nehmen können.

Bezüglich der Veränderungen der hydrogeologischen Ausstattung eines Untersuchungsraumes können je nach Art der anthropogenen Eingriffe grundsätzlich folgende Wirkungsarten unterschieden werden:

- Oberflächenversiegelung
- Vorwiegend flächenhaft/linienförmig-gleichmäßiger Schadstoffeintrag (örtlich/stofflich)
- Vorwiegend wechselnder Schadstoffeintrag (örtlich/stofflich)
- Entfernung von Deckschichten und Grundwasserleitern
- Geländeabsenkung durch untertägigen Massenverlust
- Schadstoffeintrag in Uferfiltrations- und Grundwasseranreicherungsgebiete durch belastete Oberflächengewässer
- (Unfälle bei Lagerung und Transport wassergefährdender Stoffe).

Diese Wirkungsarten lassen sich einzelnen verursachenden Raumnutzungen zuordnen und der realen Flächenausdehnung entsprechend räumlich konkretisieren. Mit dem sich daraus ergebenden gesamtträumlich dargebotsbezogenen „Wirkungsbild“ ist die Beeinträchtigungssituation bedeutsamer Dargebotsräume beschreibbar. Wird nun die dargebotsrelevante Realnutzungsstruktur zu ausgewählten Zeitpunkten des Betrachtungszeitraums aufgenommen und überlagert, wird erkennbar, inwieweit dem Ressourcenschutz adäquat zu cha-

rakterisierende Raumnutzungen im betrachteten Zeitraum zugunsten anderer mit Dargebotsveränderungen verbundenen Flächenansprüchen aufgegeben wurden.

Die methodische Konzeption entspricht im wesentlichen der Struktur kartographisch-geographischer Informationssysteme, die auf Flächendaten und Textdateien beruhen. Derartige EDV-gestützte Landschafts-Informationssysteme, die eine auf die Bestandteile des Naturhaushaltes bezogene „Laufende Raumbewachung“ ermöglichen, befinden sich in den USA und Kanada seit einiger Zeit bereits in der Anwendungsphase, in der Bundesrepublik Deutschland erst in der Aufbau- und Ergänzungsphase [9, 10, 11, 12, 13, 14].

Für jede der o.g. definierten Wirkungsarten wird in Form einer Textdatei ein beschreibend-analytisches „Wirkungsprofil“ erstellt. Diesen Wirkungsprofilen sind thematische Karten zugeordnet, die über die zeitliche Entwicklung der Flächenanspruchnahme der (potentiell) dargebotsverändernden Raumnutzungen informieren. Durch kartographische Überlagerung der wirkungsbezogenen realen Flächen mit der idealtypischen Struktur des Wasserdargebots wird abschließend eine flächendeckende Synthesekarte, das Wirkungsbild erzeugt, dem die Wirkungsprofile inhaltlich zugeordnet sind.

Reduziert man diese Wirkungsbilder auf die Einzugsgebiete der Gewinnungsanlagen, läßt sich deren Konfliktbetroffenheit ermitteln. Die Konfliktbetroffenheit wird durch den Flächenan-

teil eines Einzugsgebietes ausgedrückt, der von anthropogenen Beeinträchtigungspotentialen (Wirkungsarten) betroffen ist. Ein zeitlicher Vergleich der Konfliktbetroffenheit durch die definierten Wirkungsarten ermöglicht Aussagen über die Entwicklung des widerstreitenden Nutzungsdrucks auf die Einzugsgebiete. Als Einzugsgebiete wurden die in Kartenwerken zum Stand 1980 dargestellten geplanten und festgesetzten Wasserschutzgebiete zugrunde gelegt. Zur Ermittlung der zeitlichen Entwicklung der Konfliktbetroffenheit wurde die flächenhafte Ausdehnung der Wirkungsarten zu den Zeitpunkten 1954/55 und 1980 in die o.g. Einzugsgebiete übertragen und EDV-gestützt auf einer CORAGRAPH-Zeichenanlage ausgewertet [15, 16, 17].

#### 4 Ergebnisse

##### 4.1 Zeitliche Entwicklung der räumlichen Konfliktbetroffenheit

Die Analyse wurde für insgesamt 50 Einzugsgebiete durchgeführt, die funktional zur Wasserversorgung des Ruhrgebietes gezählt werden müssen. Sie umfaßt die Dargebotsräume Niederrhein, Ruhrtal und Halterner Sande.

Wie zu erwarten war, bildet sich auch in den Einzugsgebieten der drei Dargebotsräume die raumstrukturelle Entwicklung ab. Dieses Ergebnis ist nicht sonderlich überraschend, da allge-



Bild 2 MAP SECTION & DEVELOPMENT OF THE CONFLICT AFFECTED OF THE CATCHMENT AREAS  
Kartenausschnitt „Entwicklung der Konfliktbetroffenheit der Wassereinzugsgebiete“

