

Wasserressourcen am Oberrhein in Geschichte, Gegenwart und Zukunft

Christian Leibundgut

1. Einleitung

Die Geschichte, den aktuellen Zustand und die Zukunft der Wasserressourcen im Oberrheingebiet kann dieser Beitrag nur ansatzweise und exemplarisch beschreiben. Zu komplex sind die Verzahnungen der einzelnen Wasserressourcen untereinander und mit den übrigen Ressourcen des Gebietes. Dazu kommt, dass das Wassersystem Oberrhein nicht mit den politischen Grenzen zusammenfällt, das System beiderseits des Rheins aber vielfältig intern verbunden ist. Mit Blick auf die Zukunft werden die einzelnen Ressourcen jeweils mit einem Unterkapitel „Gefährdung“ versehen, das dem Leser eine Risikoabschätzung des Rohstoffes Wasser erlauben soll.

Unter den zahlreichen natürlichen Ressourcen im Oberrheingebiet ist das Wasser die wohl wichtigste. Nicht umsonst wird es oft als das „Gold“ des Oberrheingebietes bezeichnet. Dennoch, Wasser ist nur eine der regionalen Ressourcen, wie es das Leitthema dieses Bandes „Landes-schätze unserer Zukunft“ impliziert. Ausgehend von den vier Elementen Feuer, Wasser, Luft und Erde können kurz die Querverbindungen zu weiteren Ressourcen aufgezeigt werden. Unter dem Stichwort „Erde“ sind es die Böden und die Erze. Im Oberrheingebiet sind die Böden in der Ebene, in den Talböden der Rheinzufüsse und an den Vorbergen überdurchschnittlich gut, Böden, die (eine oft intensive) Landwirtschaft erlauben. In den Mittelgebirgen des Schwarzwaldes und der Vogesen sind sie jedoch überwiegend karg. Entsprechend ist die Schutzfunktion der Böden für das Wasser im Untergrund geringer. Der in früherer Zeit weit verbreitete Bergbau weist auf Erzvorkommen hin (vgl. die Beiträge zu Bodenschätzen). Die Auswirkungen dieser ehemaligen Ressourcennutzung sind im Kontext dieses Artikels durch die Schwermetallbelastung der Gewässer und des Quell- und Grundwassers bis in unsere Tage hinein spürbar.

Das Element Feuer spielt im Oberrheingebiet eine dominante Rolle, vorab in der Landschaftsgestaltung. Heute noch sichtbar ist der tertiäre Vulkan Kaiserstuhl mit den Sedimenten im Osten und den vulkanischen Gesteinen im Westen. Als Ressource spielt er nur noch indirekt mit seinen besonders für den Weinbau geeigneten Löss- und Vulkanböden, dem Untergrund (vulkanische Gesteinsressourcen wie Phonolith) und dem Relief (Weinbau) eine Rolle. Eine zentrale Rolle hingegen spielt dieses Element für die Thermalwässer, die als Ressource für die zahlreichen Thermal- und Heilbäder sowie für die Getränkeindustrie dienen. Aktuell kommt auch zunehmend die nicht unproblematische Nutzung der Erdwärme ins Gespräch.

Die Ressource Luft ist aktuell als Windenergiequelle in kontroverser Entwicklung. Anders als bei der Erdwärme oder dem Wasser, wo große Potenziale vorhanden sind, weist die Windenergie im Oberrheingebiet nur ein geringes Potenzial auf, das wirtschaftlich nicht nachhaltig genutzt werden kann und nur über Subventionen (EEG) lebensfähig ist. Bei ganzheitlicher Betrachtung wird schnell klar, dass damit ein großes Potenzial der oberrheinischen Landschaft (Erholung, Gesundheit, Tourismus) in grösster Weise heruntergestuft oder zerstört würde. Für die Ressource

Energie werden mit großer Sicherheit in absehbarer Zukunft neue Produktionsformen gefunden und problematische Energieträger wie Windenergie überflüssig gemacht werden. Eine zerstörte Landschaft hingegen ist auf sehr lange Zeit hinaus als Ressource mit zahlreichen Funktionen nicht mehr nutzbar. Damit würden auch die Wasserläufe, Wasserfälle und Teiche als belebende Elemente der Landschaft ihr Potenzial für die touristische Nutzung verlieren.

Das Element Wasser weist im Oberrheingebiet einen besonders hohen Stellenwert auf. Es ist das wichtigste Nahrungsmittel des Menschen, ohne Wasser gibt es kein Leben auf der Erde. Es hat formende Eigenschaften, ist also mitverantwortlich für das heutige Erscheinungsbild der Landschaften am Oberrhein. Viele Oberflächengewässer entspringen im Raum des Schwarzwaldes, diese Gewässer durchfließen anschließend die Ebenen, wo sie das Grundwasser speisen und intensiv zur Wasserversorgung genutzt werden. Dem Wasser kommt außerdem als Lebensraum einer vielfältigen Tierwelt Bedeutung zu. Es kann jedoch auch zerstörerisch wirken – so war der Oberrhein in den Ebenen noch im letzten Jahrhundert für seine verheerenden Hochwasser bekannt. Wasser als Lebensmittel ist auch immer Gefahren ausgesetzt. Aus den vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten des Wassers resultieren Nutzungskonflikte, die nur mit viel Sensibilität unter Berücksichtigung aller Interessengruppen austariert werden können.

2. Grundlagen der Wasserressourcen im Oberrheingebiet

Den Wasserressourcen liegt das hydrologische System zugrunde. Der Oberrheingraben ist im Westen und Osten durch die Wasserscheiden von Vogesen und Schwarzwald begrenzt sowie südlich und nördlich durch den Querschnitt dieses Systems mit namhaftem Zufluss und Abfluss von Rheinwasser und Grundwasser (Abb. 1). Unter Vernachlässigung der internen Austausche präsentiert sich die Wasserhaushaltsgleichung für dieses System als

$$N + Z_o - Z_u = V + A_o + A_u \pm S$$

Dabei sind: N = Niederschlag, Z_o = oberirdischer Zufluss (Fließgewässer), Z_u = unterirdischer Zufluss (Grundwasser), V = Verdunstung, A_o = oberirdischer Abfluss, A_u = unterirdischer Abfluss, $\pm S$ = Speicheränderungen (Grundwasser, Bodenwasser, Wasser der ungesättigten Zone).

Aus der Sicht der Ressourcennutzung stellt die Interaktion zwischen dem ober- und dem unterirdischen Wasser im Oberrheingebiet einen dominanten hydrologisch-wasserwirtschaftlichen Prozess dar. Sichtbares Scharnier dieser Prozesse sind die Auen. Durch mannigfaltigen internen Austausch von Wasser ist das hydrologisch-wasserwirtschaftliche System des Oberrheingebietes wesentlich komplizierter, als es das Schema der Abbildung 1 ausdrückt. Die Wechselwirkung der Infiltrations- und Exfiltrationsprozesse zwischen den Fluss- bzw. den Bachwassern und dem Grundwasser erfolgt in beiden Richtungen und ist räumlich sehr differenziert.

Das Wasserdargebot kann mit den Wasserressourcen gleichgesetzt werden. Allerdings sind diese Größen nicht vollständig nutzbar. Das Dargebot wird geschmälert durch die Variabilität (Bsp. Abfluss im Rhein) und durch Belastungen (Gewässerverschmutzung). Diese führen dazu, dass für bestimmte Nutzungen die Mengen der Ressourcen eingeschränkt werden. Daraus resultieren schließlich die verfügbaren Wasserressourcen oder das Potenzial, das den nachhaltig nutzbaren Ressourcen gleichkommt.

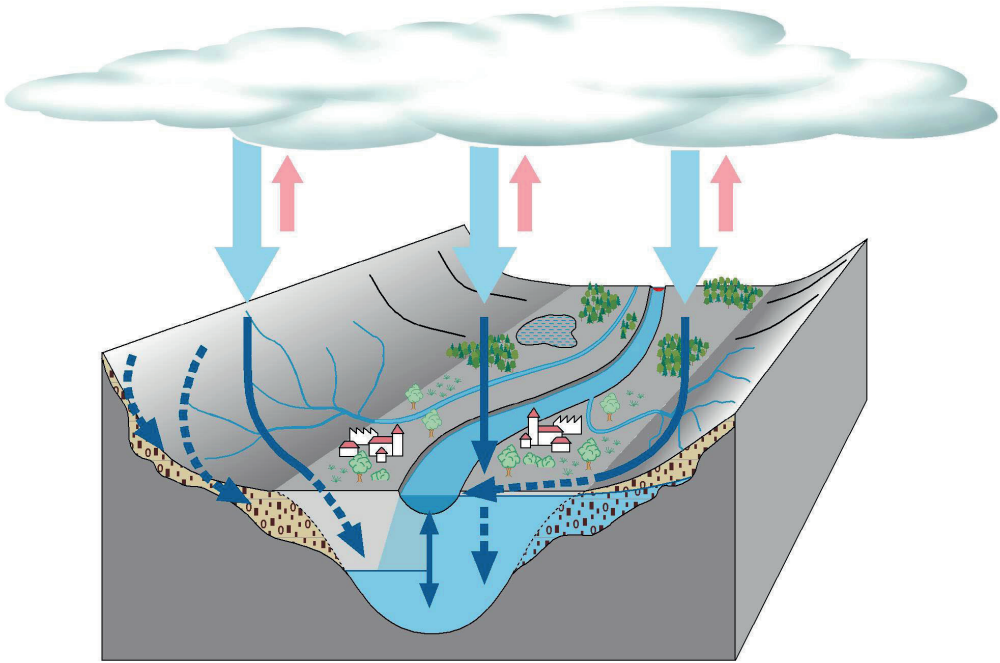


Abb. 1: Hydrologisches Modell des Wasserkreislaufs im Oberrheingebiet. Grafik: Jürgen Strub.

Die Variabilität kann an den beiden Prozessen Hochwasser und Niedrigwasser am Beispiel der Elz in Gutach veranschaulicht werden. Bei einem Wasserstand von 292 cm flossen am 22.12.1991 333 Kubikmeter pro Sekunde ab. Dies entspricht ungefähr dem 40-Fachen des langjährigen Mittelwassers und einer Abflussspende von 1.099 l/s km². Dieses höchste bis heute gemessene *Hochwasser* ist als eines der berühmtesten Weihnachtshochwässer bekannt. In deren Verlauf wird eine bereits vorhandene Schneedecke im Schwarzwald durch eine hereinbrechende regenreiche Warmfront schnell geschmolzen, wobei die Speicherkapazitäten der Böden rasch erschöpft sind, Schneeschmelzwasser und Niederschlagswasser werden also rasch abflusswirksam. Statistische Auswertungen für diesen Pegel zeigen, dass zwar die meisten Hochwässer um Weihnachten auftreten, dass aber Hochwässer im Verlauf des ganzen Jahres auftreten können, z. B. bei intensiven Gewitterniederschlägen im Spätsommer. Die höchste je gemessene Abflussspende im Kreis wurde an der Wildgutach am 28.10.1935 mit 2.060 l/s km² gemessen.¹

Die niedrigsten *Niedrigwasser* treten im Oberrheingebiet hauptsächlich im Spätsommer und Herbst auf (Ausnahme Rhein). Sie sind typisch für die Rheinzuflüsse sowohl von den Vogesen als auch vom Schwarzwald her. Regelmäßig kommt es zum Trockenfallen dieser kleinen Flüsse und Bäche mit entsprechenden Folgen für die aquatischen Biozönosen der betroffenen Fließgewässerabschnitte. So fällt der Leopoldskanal unterhalb Riegel im Mittel an 30 Tagen/Jahr trocken, in Extremjahren sogar an bis zu 110 Tagen. Daraus resultiert auch das abnorme Verhältnis zwischen mittlerem Hochwasser und mittlerem Niedrigwasser (MHQ/MNQ) von 6.000 für den Pegel bei

¹ CHRISTIAN LEIBUNDGUT, Gewässer, Abfluß, Grundwasser, in: Der Landkreis Emmendingen, Bd. 1, hg. von der Landesarchivdirektion Baden-Württemberg und dem Landkreis Emmendingen, Stuttgart 1999, S. 53–63.

Riegel. Beobachtungen im Trockensommer 2003 zeigten aber, dass eine rasche Wiederbesiedlung stattfand und keine nachhaltige Schädigung der Biozönose auftrat. Hingegen kam es mancherorts zum Totalausfall der Fisch- und der Teich- und Flussmuschelbestände.²

Das Wasserdargebot besteht primär aus dem Gebietsniederschlag sowie aus dem Zufluss Rhein an der Schweizer Grenze in Basel (vgl. Abb. 1). Ein wesentlicher Teil des Dargebotes tritt somit als Rheinwasser (rund 1.000 m³/sec) in das Oberrheingebiet ein. Der Niederschlag ist recht unterschiedlich verteilt: im langjährigen Mittel relativ viel (um 1.100–2.100 mm) in den Mittelgebirgen und relativ wenig (um 700–800 mm) in der Oberrheinebene.³

3. Die Wasserressourcen (historisch und gegenwärtig) im Überblick und im Ressourcenverbund

Aus dem Dargebot können die einzelnen Wasserressourcen abgeleitet werden, die ihrerseits verschiedene Nutzungsgruppen aufweisen:

- Quellen, Grundwasser → Wasserversorgung (Bewässerung)
- Thermal- und Mineralwässer → in der Bäder- und Getränkeindustrie genutzt
- Quellen → Heilwasser

- Fließgewässer → Bewässerung: traditionell → modern
- Fließgewässer → Wasserkraft: Mittelgebirge, Rhein
- Fließgewässer → Transportmittel: Flussschifffahrt, Flößerei
- Fließgewässer (Seen, Weiher) als Fischhabitate → Fischerei
- Fließgewässer (Grundwasser) → Kühlwasser
- Fließgewässer → Vorflut-Funktion (Entwässerung, Abwässer)
- Fließgewässer (Seen, Weiher) → Erholung, Tourismus, Regenerationspotenzial
- Fließgewässer und Weiher (Oberflächengewässer) → Wasser als die Ressource der aquatischen Ökosysteme (blaues Wasser) mit Dienstleistungsfunktionen (HESS Hydroecological System Services)

Die Aufstellung zeigt die zwei wichtigsten hydrologischen Wasserressourcen Fließgewässer und Grundwasser, die über ihre Nutzung zu Schätzen des Oberrheingebietes werden, was gleichermaßen für ganz Baden-Württemberg gilt. Wasser ist jedoch auch eine sensible Ressource, die einer sorgfältigen, auf Nachhaltigkeit ausgerichteten Nutzung bedarf.⁴ Zudem ist sie nur eine von vielen Ressourcen. Die Nutzung all dieser Ressourcen hat unter ganzheitlicher Betrachtung zu erfolgen, sollen sie auch in Zukunft Landesschätze bleiben. Politische Vorgaben ohne Berücksichtigung der Nach- und Ganzheitlichkeit sind wenig hilfreich. So ist zum Beispiel die aktuelle Zeitgeistströmung der sogenannten Energiewende mit der Priorisierung der Energiegewinnung

² Das Niedrigwasserjahr 2003, hg. von der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie, Bd. 85), Karlsruhe 2004.

³ CHRISTIAN LEIBUNDGUT, Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg (WaBoA), hg. vom Umweltministerium Baden-Württemberg, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Stuttgart 2007.

⁴ CHRISTIAN LEIBUNDGUT, Nachhaltige Sicherung von Wasserressourcen – das NFP 61 im Spiegel globaler und nationaler Herausforderungen, in: Wasser Energie Luft 102, Heft 3 (2010), S. 222–228; DERS., Nachhaltige Wassernutzung – Was das NFP 61 dazu beitragen kann, in: Gas, Wasser, Abwasser 12 (2011), S. 879–885.

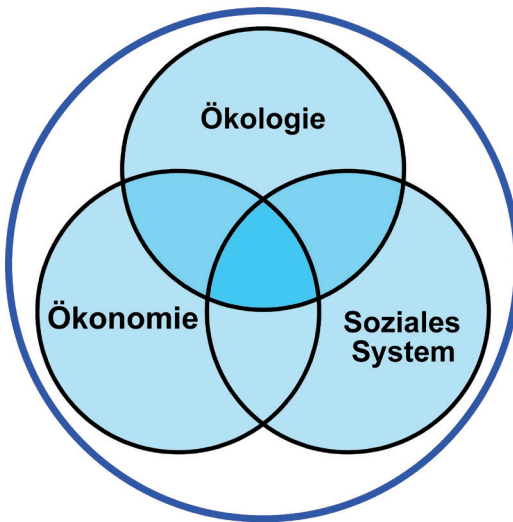


Abb. 2: Schematische Darstellung der Nachhaltigkeit mit den Bereichen Ökologie, Ökonomie und Soziales System. Aus: LEIBUNDGUT, Nachhaltige Sicherung von Wasserressourcen (wie Anm. 4), S. 222.

vor den anderen Nutzungskomplexen höchst risikoreich. Die damit verbundene Entwertung anderer Ressourcen wird sich volkswirtschaftlich auf lange Sicht nicht auszahlen und die Ressourcennachhaltigkeit insgesamt bleibt auf der Strecke. Sie ist nur über eine integrale Behandlung der Ressourcennutzung zu erreichen (Abb. 2), wie dies in Baden-Württemberg seit Jahrzehnten angestrebt und mit gutem Erfolg realisiert worden ist. Es wird davor gewarnt, diese geordnete Entwicklung durch ein Rückfallen in eindimensionales Denken zunichtezumachen.

Eine verantwortungsvolle, auf langfristige Erhaltung ausgerichtete Nutzung der Wasserressourcen ist umso wichtiger, als dass Einschränkungen wie Klimawandel und anthropogene Einflüsse wie Gewässerverschmutzung den heutigen Wert der Ressource ohnehin mindern.

4. Die einzelnen Ressourcennutzungen

4.1 Quellen und Grundwasser: Wasserversorgung (Trinkwasser, Brauchwasser)

Wasser ist das wichtigste Nahrungsmittel des Menschen. Im Oberrheingebiet wird die Wasserversorgung in den Mittelgebirgen und Vorbergzonen typischerweise über Quellen, in der Oberrheinebene durch Grundwasser aus den Kiesaquiferen sichergestellt. Die Quellen wurden nicht nur zu allen Zeiten genutzt, sie stellten auch eine Voraussetzung für die Besiedlung dar. Die archäologisch älteste bekannte Quelfassung stammt aus der Hallstattzeit, sie liegt in Friesenheim.⁵ Heute liegt der Anteil der Quellen an der mengenmäßigen Gesamtwasserversorgung unter 10 %. Ab dem 19. Jahrhundert wurde die Exploitation des Porengrundwassers zunehmend gesteigert. Heute stellt dies das Rückgrat der Wasserversorgung im Gebiet dar. Sichtbar ist es in den Baggerseen und den weithin erkennbaren Wassertürmen in der Ebene.

Die Mittelgebirge sind quellenreich, auch wenn die lokale/regionale Häufigkeit mit den wechselnden geologischen Einheiten unterschiedlich ist. Die Abbildung 3 vermittelt beispielhaft einen Eindruck über das reiche Vorkommen von Quellen im kristallinen Dreisam-Einzugsgebiet. Es ist dieser Reichtum an Quellen als Grundlage für kleine Wasserversorgungen, der die Besiedlung mit der typischen Streusiedlung in den Mittelgebirgen überhaupt erst erlaubt. Die Quellschüttun-

⁵ EKKEHARD KLEM, Quellen – Brunnen – Wasserversorgung der Gemeinde Friesenheim (Beiträge zur Heimatgeschichte Friesenheim, Bd. 5), Friesenheim 1989.

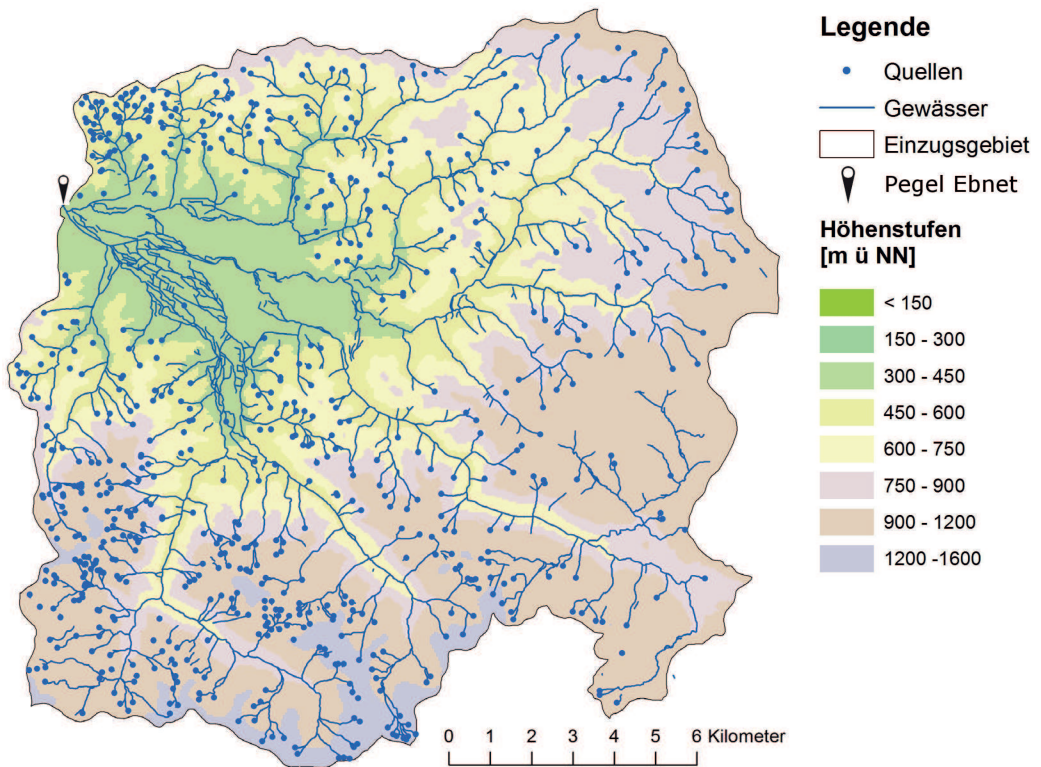


Abb. 3: Quellen und Gewässernetz im Dreisam-Einzugsgebiet vom Pegel Ebnet stromaufwärts zeigen exemplarisch den Quellenreichtum der kristallinen Mittelgebirge. Aus: UHLENBROOK / LEIBUNDGUT, Abflußbildung bei Hochwasser (wie Anm. 7), S. 16.

gen im Grundgebirge sind allerdings in der Regel klein, jene der Buntsandsteingebiete mittel bis groß (bis mehrere 10 l/s).⁶

Die Quellaustritte haben viele Gesichter. Im Wesentlichen können Sickerquellen (Abb. 4) und Kluftquellen (Abb. 5) unterschieden werden. In der Ebene sind Quellen als Gießen (Grundwasseraufstöße) typisch (Abb. 6). Infolge der naturbedingten Variabilität sind Quellwasserversorgungen manchmal problematisch, da die Grundgebirgsgesteine nur in den obersten wenigen Metern so stark verwittert sind, dass geeignete und ausreichende Hohlräume (Poren oder Klüfte) für die Aufnahme und Speicherung von Wasser vorhanden sind. Über diesen Festgesteinen liegen teilweise Hangschuttdecken oder Reste sandiger Grundmoränen geringer Mächtigkeit mit nur mäßigem Porenraum. Die Quellen zeigen deshalb in diesem Raum in nassen Zeiten starke Schüttung, die bei anhaltender Trockenheit jedoch rasch zurückgeht. Dies zeigt das meist geringe Speichervermögen der Quelleinzugsgebiete. Die ergiebigsten Quellen finden sich in der Regel im Bereich von Störungen.⁷

⁶ DIETHARD H. STORCH / GÜNTER STRAYLE, Ergiebigkeitsuntersuchungen in Festgesteinsaquiferen, hg. vom Geologischen Landesamt Baden-Württemberg (Informationen, Bd. 6), Freiburg i. Br. 1994.

⁷ STEFAN UHLENBROOK / CHRISTIAN LEIBUNDGUT, Abflußbildung bei Hochwasser in verschiedenen Raumskalen, in: Wasser & Boden 49, Heft 9 (1997), S. 13–22; STEFAN UHLENBROOK / CHRISTIAN LEIBUNDGUT, Process-ori-

Eine weiterentwickelte Form der Quellennutzung, in Verbindung mit dem ehemaligen Bergbau, sind die Brunnenstollen. Deren Bau ist ungleich aufwendiger als die bloße Fassung einer Quelle. Die Kontaminationsgefahr ist oft niedriger und die Versorgungssicherheit höher. Der Giesenstollen (Abb. 7) der Wasserversorgung in Lahr ist ein typisches Beispiel dieser weitverbreiteten Technik.⁸

Waldkirch kann als Beispiel einer Wasserversorgung im Bereich des Grundgebirgsschwarzwaldes gelten. Die öffentliche Wasserversorgung fand zunächst bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts aus Quellen mittels Holzdeicheln statt. 1843 wurden diese durch Graugussrohre ausgetauscht und erste Hausanschlüsse erstellt. Da das Quellwasser di-



Abb. 5: Kluftquelle im Schwarzwald. Kluftquellen sind Felsenquellen, die oft mit Geröll überdeckt sind. Foto: Matthias Ritter, 2010.



Abb. 4: Typische Sickerquelle aus den Hochflächen des Schwarzwaldes. Foto: Institut für Hydrologie Freiburg, 2004.

rekt ins Netz eingespeist wurde, kam es häufig zu Versorgungsengpässen wegen der stark schwankenden Quellschüttungen (Verhältnis ca. 1 : 20). Der auftretende Fehlbedarf wurde seit 1877 durch direkte Zugabe von Bachwasser gedeckt, was eine hygienische Gefährdung darstellte. Dieser Notbehelf bestand bis zum Jahr 1972. Seitdem wurde dem steigenden Bedarf durch einen ersten Tiefbrunnen in der Talfüllung der Elz Rechnung getragen. In den 50er und 60er Jahren stieg der Wasserbedarf durch intensive Bautätigkeit an, 1972 brach die Wasserversorgung in einer Trockenphase endgültig zusammen. Sie konnte erst durch den

ented catchment modelling and multiple-response validation, in: Hydrological Processes 16, Heft 2 (2002), S. 423–440.

⁸ OTTO LUEGER, Die Wasser-Versorgung der Stadt Lahr, Lahr 1884.



Abb. 6: Gieße (Grundwasseraufstoß) in den Rheinauen. Der blaue Streifen im Wasser markiert die Gieße mit dem aufquellenden reinen Grundwasser. Foto: Andreas Steinbrich, 2006.

Anschluss an den Wasserversorgungsverband Mauracher Berg mit Grundwasser aus dem Elz-Glotter-Schwemmfächer gesichert werden. Aber noch heute wird der Großteil des Bedarfs aus den Kandelquellen gedeckt.

Weitere Quellen aus dem Festgestein entspringen in der Vorbergzone. So bezog die Stadt Kenzingen über Jahrhunderte ihr Wasser aus der „Felsspaltenquelle“, erst seit 1978 wird diese Versorgung aus dem Oberrheinaquifer ergänzt. Das Wasser der Quellen, die aus dem Muschelkalk oder Löss entspringen, weist naturgemäß härteres, d. h. kalkreicheres Wasser auf als die Quellen des Grundgebirges. Der Buntsandstein liefert weiches Wasser.

Die mächtigen zerklüfteten Bänke im Mittleren Buntsandstein mit ausgeprägten Schichtfugen und weniger verfestigten Bereichen konnten längere Zeit den lokalen Wasserbedarf decken. Die Quellschüttungen liegen bei 0,5 bis 1,5 l/s, mit starken Schwankungen zwischen Minima und Maxima. Die hier häufigen Störungszonen können vielfach Drainagen bilden, die das Grundwasser aus verschiedenen Niveaus sammeln. Solche Quellen weisen bereits eine stärkere Schüt-



Abb. 7: Brunnenstollen Fassung: Stollenende mit dem Quellaustritt aus der Buntsandstein-Kluft rechts unten im Bild. Foto: Anton Hatt, 2014.

tung auf (z. B. 7 l/s für die Blümlismattquelle bei Mundingen). Auch hier gilt jedoch, dass der Bedarf nicht mehr allein aus den Quellen gedeckt werden konnte und so aus den Aquiferen der Freiburger Bucht oder der Rheinebene ergänzt werden musste. Die Gemeinde Freiamt jedoch deckt noch heute trotz großen Aufwandes ihren gesamten Wasserbedarf aus Festgesteinsquellen und Brunnen.⁹

Die Quellen im Kaiserstuhl entspringen im Löss oder an der Grenze dieses Gesteins zum unterliegenden Vulkangestein. Diese Quellen (und Brunnen) sind jedoch aus Quantitäts- und Qualitätsgründen (Beeinträchtigung durch intensive Landwirtschaft) bedeutungslos geworden. So beziehen die Kaiserstuhlgemeinden des Landkreises heute ihr Wasser aus dem Tiefbrunnen Sasbach.

Mit den Quellen waren in historischer Zeit auch immer Brunnen als die lokalen Örtlichkeiten der damaligen Wasserversorgung verbunden. Sie gehörten in allen Siedlungen, vom Einzelhof bis zur Stadt, zur Basisinfrastruktur, wie dies die Abbildung 8 des Dorfbrunnens in Friesenheim zeigt. So wurde die Wasserversorgung Freiburgs im Mösle schon zur Zeit des Münsterbaus

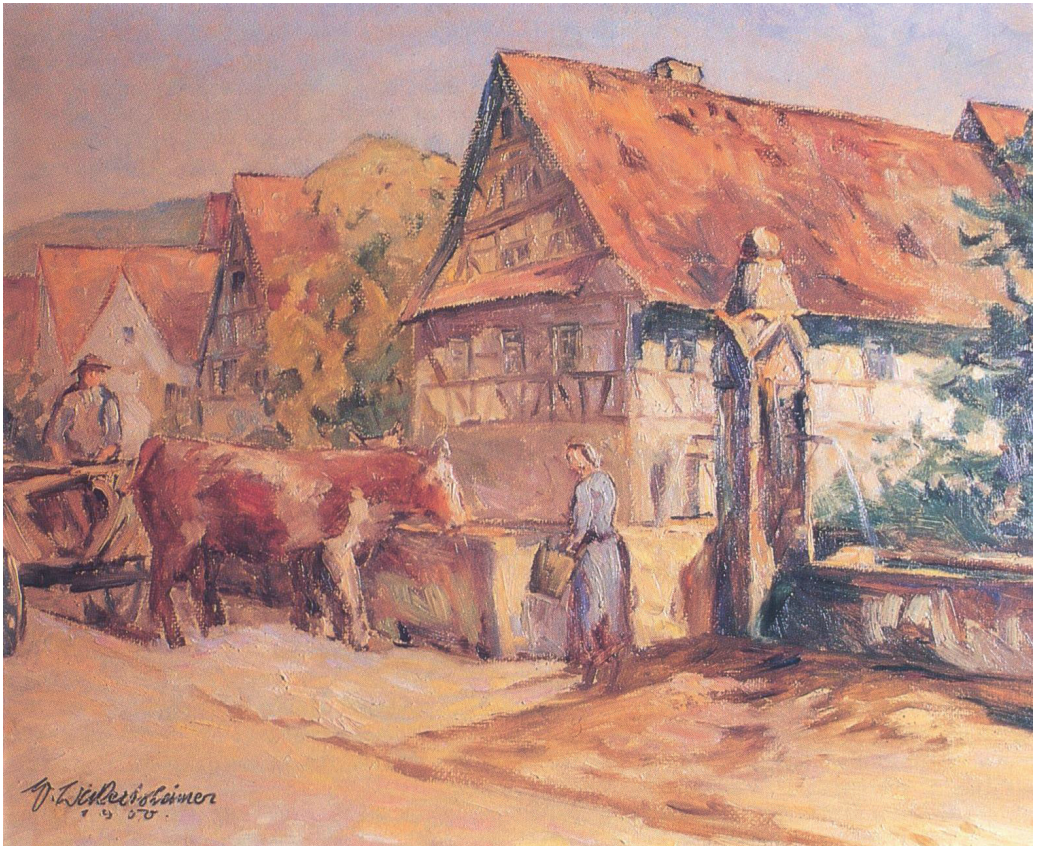


Abb. 8: Historischer Dorfbrunnen. Der Stockbrunnen in Friesenheim. Ölgemälde von Wilhelm Wickertsheimer 1950 (im Besitz des MGv Friesenheim).

⁹ LEIBUNDGUT, Gewässer, Abfluß, Grundwasser (wie Anm. 1).

(13./14. Jahrhundert) eingerichtet.¹⁰ Die Verteilung basierte auf einem ausgedehnten Netz von Brunnen, verzeichnet im Brunnenplan von 1732 (Abb. 9). Die reichlich vorhandene Ressource Trinkwasser wurde schon früher nicht nur aus Funktionsbrunnen, sondern auch aus zahllosen Zierbrunnen (Prunkbrunnen) geschöpft. Der Oberrhein besitzt eine reiche Brunnenkultur.¹¹ Während die Funktionsbrunnen zunehmend in Vergessenheit geraten, blüht die Zierbrunnenkultur.

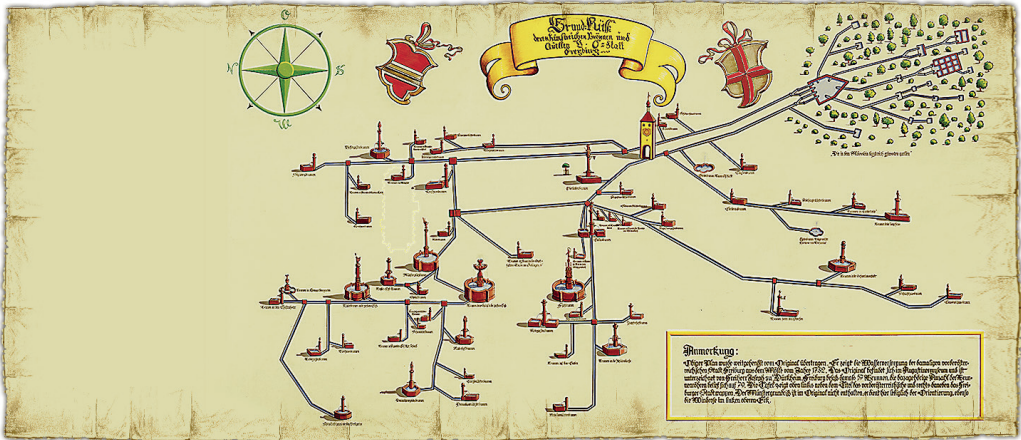


Abb. 9: Brunnenplan der Wasserversorgung Freiburg aus dem Jahre 1732 mit dem Fassungsgebiet Mösslein (57 Brunnen). Das Original befindet sich im Augustinermuseum. Plan: © badenova.

Gefährdung

Die Landwirtschaft mit der Weidewirtschaft stellt in den Mittelgebirgen eine potenzielle Gefährdung des Wassers in hygienischer Hinsicht dar. Aber auch die Forstwirtschaft (Pestizideinsätze) und der Verkehr (Salz und Gefahrenstoffe) sind potenzielle Risiken für die Quellsfassungen. Weiterhin ist davon auszugehen, dass die massiven Windkraftanlagen und deren Infrastruktur wie der Bau breiter Zufahrtswege und gewaltige Stahlbetonfundamente Auswirkungen auf Vorkommen, Schüttung und Qualität der Mittelgebirgsquellen haben werden.

Hingegen halten sich nach heutigem Wissen die Folgen des Klimawandels in Grenzen. Laut KLIWA-Ergebnissen sind für die Grundwasserneubildung kaum Änderungen (+/- 10 %) zu erwarten trotz abnehmender Menge an Schneeschmelzwasser, Verstärkung der Starkniederschläge und höherer Verdunstung im Sommer (erhöhter Pflanzenwasserbedarf). Dem steht gegenüber, dass erwartete erhöhte Winterniederschläge zu einer Erhöhung der Neubildung führen könnten. Die Situation für die Quellwasserversorgungen im Schwarzwald kann dank des gut gepufferten Systems durch große Kluftspeicher für die Zukunft zuversichtlich beurteilt werden.

¹⁰ RICHARD FUNK, Quellen, Brunnen, Deichele. Freiburgs Wasserversorgung von den ersten Anfängen im Mittelalter bis zur Neuzeit (Freiburger Stadtheft, Bd. 13), Freiburg i. Br. 1967.

¹¹ DIETRICH MAIER, Karlsruher Brunnen: Modelle – Bilder – Photographien, hg. von den Stadtwerken Karlsruhe, Künzelsau 2004.

4.2 Grundwasser (Porengrundwasser der Talaquifere)

In den Talgründen der Rheinzuflüsse aus den Mittelgebirgen liegen einzelne Porengrundwasservorkommen, die zur Versorgung regionaler Bereiche beitragen. Ein Beispiel sind die Vorkommen im Zartener Becken, die für die Trinkwasserversorgung der Stadt Freiburg genutzt werden. Die großen Grundwasservorkommen, und damit die Trink- und Brauchwasser-Ressourcen, liegen jedoch in der Rheinebene. Diese lässt sich in Rheinniederung (Aue), Niederterrasse und Grabenrandbereich gliedern. Für die Trinkwasserversorgung sind im Wesentlichen die oberen Teile des Aquifers von Bedeutung (Abb. 10). Gut zu erkennen ist die aktuelle Rinne des Rheins (Eintiefung 5–18 m). Die mittlere Durchlässigkeit des Aquifers im mittleren und südlichen Teil beträgt 10^{-3} bis 10^{-2} m/s. Die mittlere nutzbare Porosität liegt bei 15 %.¹²

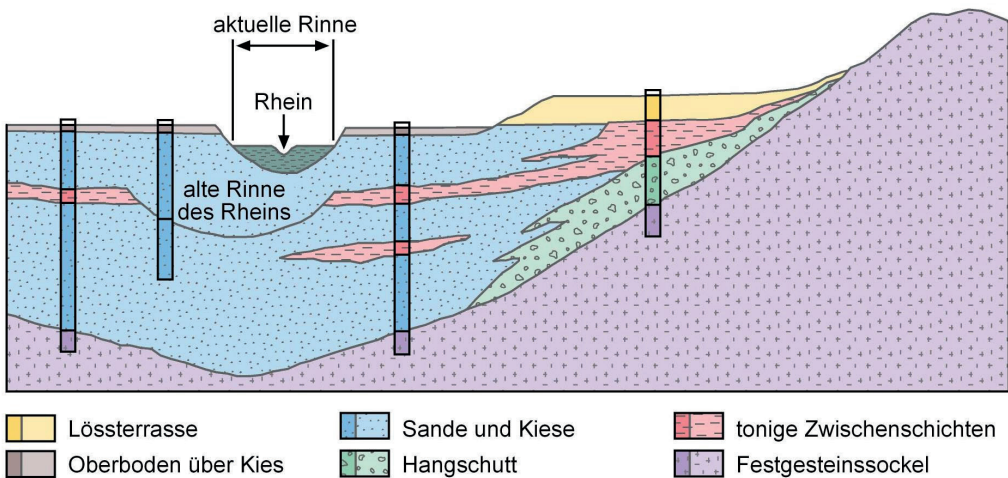


Abb. 10: Querprofil durch die Schotterebene des Oberrheingraben und das angrenzende Schwarzwald-Mittelgebirge. © Philippe Elsass, Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM); Originalgrafik überarbeitet: Jürgen Strub.

Aufgrund ihres Porenvolumens stellen die drei quartären Kieslager den größten Porenaquifer Europas dar.¹³ Mit einem Volumen von etwa 80 Mrd. m³, was knapp das Doppelte des Bodenseeinhaltes darstellt, ist er zwar im weltweiten Vergleich nicht der größte, hingegen ist er der ergiebigste. Die Ursache liegt in der raschen Erneuerungszeit von durchschnittlich 40 Jahren. Damit stehen die 80 Mrd. m³ relativ schnell wieder zur Verfügung und erhöhen damit das Wasserangebot. Auch die Neubildungsrate von 2 Mrd. m³/Jahr stellt einen Spitzenwert dar. Dies entspricht der Menge verfügbaren Wassers im Sinne der Nachhaltigkeit. Das Wasser aus dem Oberrheinaquifer vermag

¹² BRUNO W. BERTLEFF / DIETHARD H. STORCH, Wechselwirkungen zwischen Baggerseen und Grundwasser, hg. vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (Informationen, Bd. 10), Freiburg i. Br. 2001.

¹³ GUNTHER WIRSING / ALEXANDER LUZ, Hydrogeologischer Bau und Aquifereigenschaften der Lockergesteine im Oberrheingraben (Baden-Württemberg), hg. vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB-Informationen, Bd. 19), Freiburg i. Br. 2007.

zu 75 % den Trinkwasserbedarf dieser Region, den Industriebedarf zur Hälfte und den Bewässerungsbedarf der Landwirtschaft vollständig zu decken.¹⁴

Diese vorteilhaften Verhältnisse sind in der regionalen Besonderheit der intensiven Interaktionen zwischen Fließgewässern und dem Grundwasser begründet. Insbesondere die Rheinzuflüsse geben viel Wasser an das darunterliegende Grundwasser ab. Die für die Grundwasserneubildung wichtigen Interaktionen des Rheins mit dem Grundwasser sind unter anderem im Raum Hartheim detailliert untersucht worden.¹⁵ Die Abbildung 11 illustriert den Wechsel der Grundwasserfließrichtungen zu Niedrigwasser- und Hochwasserphasen des Rheins. Bei Hochwasser infiltriert der Rhein in den Aquifer hinein, während in Niedrigwasserphasen das Grundwasser dem Rhein zufließt. Das mittlere Gefälle des Oberrheinaquifers liegt bei etwa 1 ‰; die Grundwasser-Fließ-

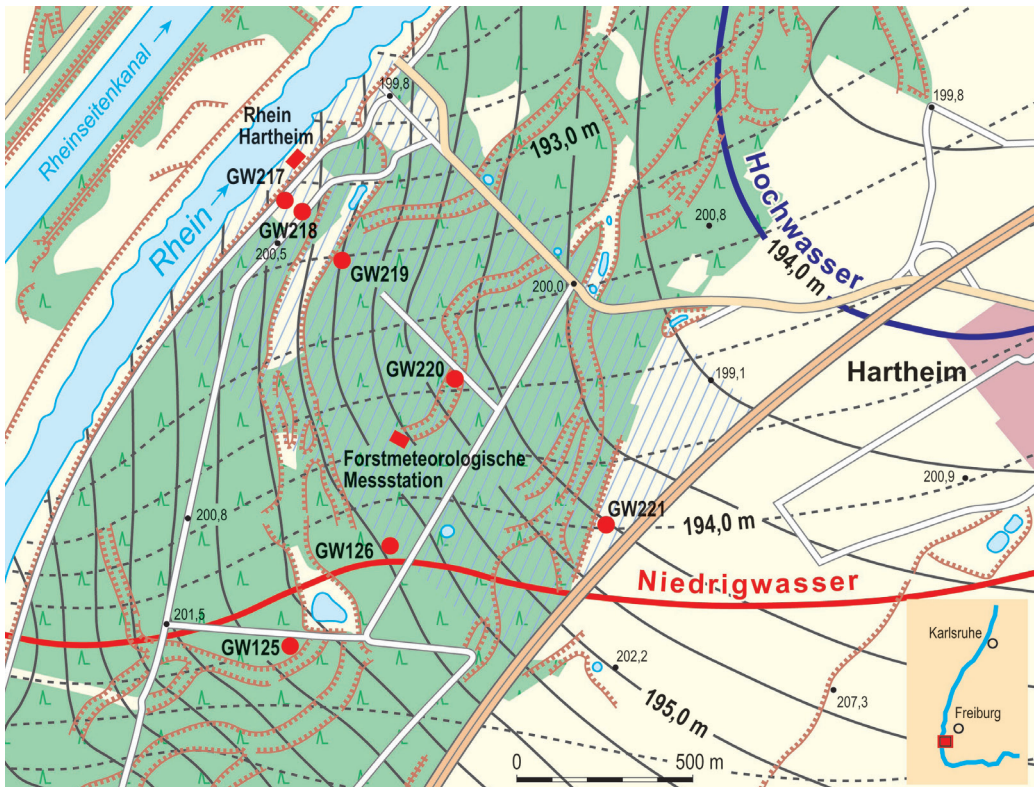


Abb. 11: Ausschnitt des Oberrheinaquifers bei Hartheim. Die Grundwasserisohypsen (schwarz) bei Hochwasserstand im Rhein zeigen die Auffüllung des Aquifers während dieser Phase. Bei Niedrigwasser im Rhein fließt das Grundwasser wieder zurück in den Rhein (rote Isohypse). Aus: KÖNIGER u. a., Isotope hydrological investigations (wie Anm. 15), S. 365. Grafik: Jürgen Strub.

¹⁴ WIRSING / LUZ, Hydrogeologischer Bau (wie Anm. 13).

¹⁵ PAUL KÖNIGER u. a., Isotope hydrological investigations on groundwater origin in the flood plain of the Upper Rhine Valley, in: New Approaches Characterizing Groundwater Flow. Proceedings of the XXXI International Association of Hydrogeologists Congress, Munich, Germany, 10-14 September 2001, Bd. 1, hg. von KLAUS-PETER SEILER und STEFAN WOHNICH, Leiden 2001, S. 363–366.

geschwindigkeit liegt im Bereich von ein bis zwei Metern pro Tag. Die Basis des Aquifers bildet das vorwiegend tonig-schluffige Pliozän.

Die Wassergewinnung aus dem Oberrheinaquifer ist mit rund 660 Mio. m³/Jahr beachtlich, stellt aber lediglich ein Drittel des verfügbaren Dargebotes dar. Die Nutzung des Grundwassers teilen sich die Industrie mit 66 %, die öffentliche Wasserversorgung mit 25 % und die Landwirtschaft mit 9 % auf. Für die Beregnung werden dem Grundwasser und den Baggerseen auf baden-württembergischer Seite im Durchschnitt der letzten 20 Jahre pro Jahr rund 6 Mio. m³, aus elsässischer Seite 81 Mio. m³/Jahr entnommen.¹⁶

Da die Zahlen der Wassergewinnung für das Untersuchungsgebiet nicht vorliegen, werden nachstehend exemplarisch jene aus dem Versorgungsgebiet der badenova für das Jahr 2013 präsentiert. Dieses Versorgungsgebiet umfasst weite Teile des Oberrheingebietes zwischen Rheinfelden und Offenburg, sodass die Zahlen bezüglich der Prozentanteile einigermaßen repräsentativ für das gesamte Gebiet sein dürften. Die beiden Gemeinden St. Peter und Inzlingen werden heute noch vollständig, die Stadt Lahr zu knapp 50 % mit Quellwasser versorgt.¹⁷

Tabelle 1: Wassergewinnung im Versorgungsgebiet der badenova im Jahre 2013, gerundet (Quelle: badenova).

Grundwasser	28.353 m ³ /a	93,7 %
Quellwasser	1.912 m ³ /a	6,3 %
Gesamt in 2011	30.265 m ³	100 %

Gefährdung

Der vorteilhaften Quantitätsseite des Grundwassers aus dem Oberrheinaquifer stehen einige Einschränkungen aus qualitativer Sicht gegenüber. Ein Hauptproblem liegt bei der *Nitratbelastung* infolge des diffusen Eintrags aus den intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen. Insbesondere die Sonderkulturen und der Maisanbau tragen zu dieser Situation bei. In einem großen Teil der Oberrheinebene ist bereits der Richtwert (25 mg/l) oder sogar der Grenzwert (50 mg/l) überschritten (Abb. 12). Zahlreiche Brunnen mussten aufgegeben werden. Die landwirtschaftliche Intensivnutzung im Oberrheingebiet nimmt heute 50 % der ackerbaulichen Fläche ein, nur noch 11 % werden als Grünland genutzt. Intensivnutzungen an den Hängen und am Fuß des Schwarzwaldes und der Vogesen (Rebbau, Sonderkulturen) haben kontaminierte Hangzuflüsse in den Aquifer zur Folge. Infolge der Intensivnutzung sind großflächig auch die Pestizid-Konzentrationen im Grundwasser erhöht. Da beide Stoffgruppen im Trinkwasser nur aufwendig und im großen Stil zu entfernen sind, muss für die Sanierung beim Einsatz eingegriffen werden. Die Ressource Wasser steht hier in einem Konflikt mit der Nahrungsproduktion. Beide sind letztlich unentbehrlich. Auf lange Sicht wird deshalb eine umweltschonendere Produktion nötig sein, um das Grundwasser nachhaltig zu sichern. Die in der Abbildung 12 wiedergegebene flächenhafte Verteilung der Nitratgehalte im oberflächennahen Grundwasser hat sich in den vergangenen Jahren nicht signifikant geändert. Tendenziell konnte bis etwa 2010 eine leichte Verbesserung fest-

¹⁶ Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben 2002/2003, hg. von der Région Alsace und dem Landesamt für Umweltschutz (LfU) Baden-Württemberg, Straßburg 2008.

¹⁷ Briefliche Mitteilung der badenova von 2011.

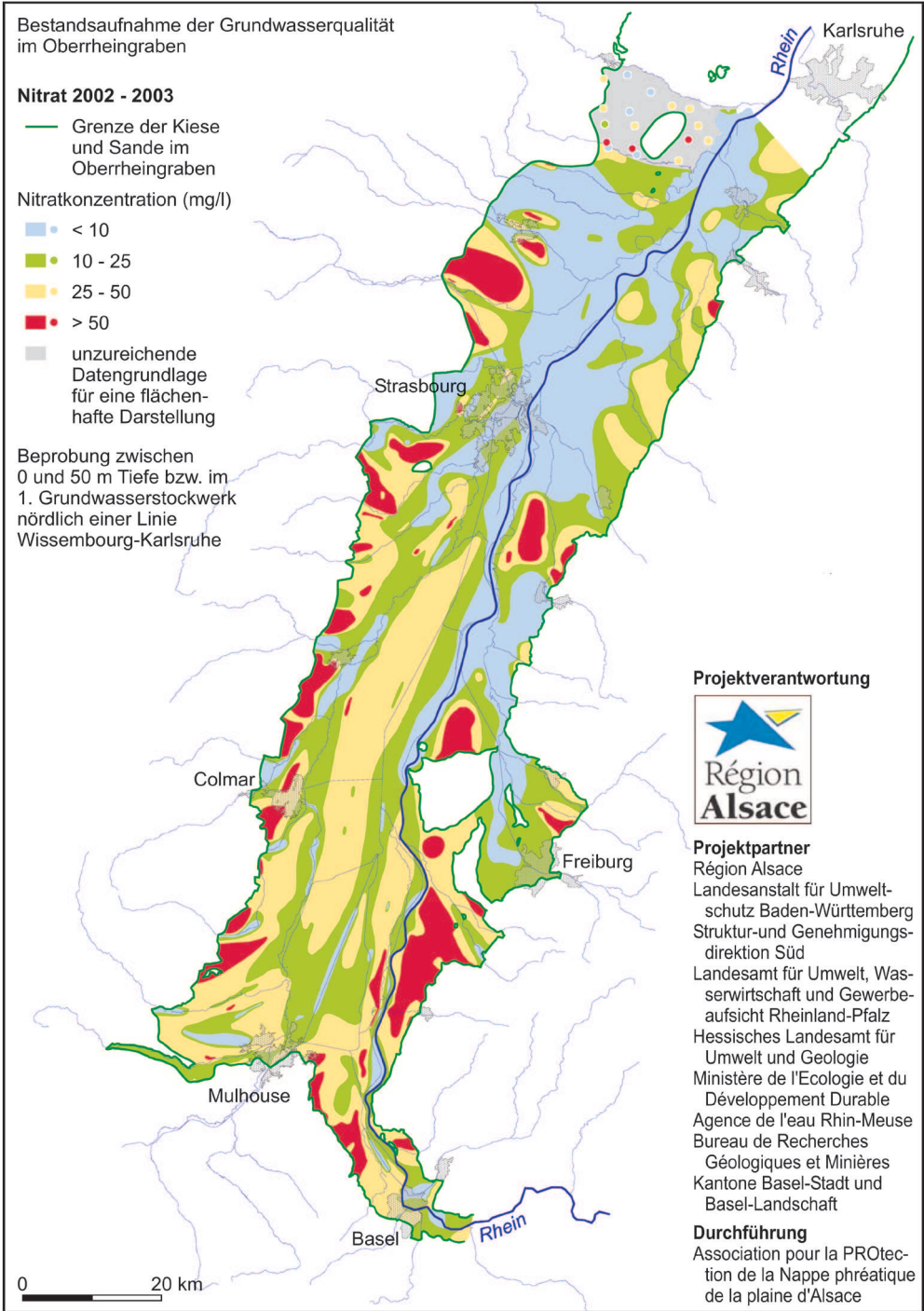


Abb. 12: Nitratgehalte im Oberrheingraben 2002–2003. Aus: Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität (wie Anm. 16), S. 101, verändert.

gestellt werden. Ab da hat sich der Trend wieder umgekehrt. Im tieferen Bereich wurden keine signifikanten Zunahmen des Nitratgehaltes festgestellt. Anthropogene Stoffe sind aber vorhanden und zeigen, dass der tiefere Grundwasserleiter vor Kontaminationen nicht absolut geschützt ist.¹⁸

Die Situation dürfte sich noch verschlimmern, wenn im Zuge des Ausbaues der alternativen Energien der Energiepflanzenanbau erweitert wird. Da dafür tiefere Standards für den Dünger- und Pestizideinsatz gelten, wird es sich prinzipiell negativ auf die Grundwasserqualität auswirken. Neben einer verschärften Ressourcenproblematik sehen wir hier auch ein gravierendes ethisches Problem. Die Frage muss gestellt werden, ob in einer Welt, die ein schier unlösbares Hungerproblem hat, Energiepflanzen anstelle von Nahrungsmitteln angebaut werden dürfen.

Eine weitere Kontamination, die ebenfalls aus einem Ressourcenkonflikt besteht, ist die regional hohe Belastung des Grundwassers mit Salzen, die aus dem ehemaligen Kalibergbau stammen. Die beiden großen Kontaminationsherde liegen im südlichen Oberrhein auf beiden Seiten des Rheins. Die aus den Abraumhalden durch Lösungsvorgänge ins Grundwasser versickernden Wässer hatten zur Folge, dass der „natürliche“ Chloridgehalt des Grundwassers von etwa 30–60 mg/l auf über 200 mg/l angestiegen ist. Damit ist der Trinkwassergrenzwert überschritten und das Wasser für Trinkwasserzwecke unbrauchbar. Der Einfluss reicht bereits bis über Sélestat hinaus (Abb. 13). Während in lokalen Bereichen geringe Veränderungen festzustellen sind, hat sich die Situation gesamthaft stabilisiert.¹⁹

Zu dieser direkten Kontamination des Grundwassers durch Salzabwässer aus dem ehemaligen Bergbau kommt noch eine weitere, indirekte hinzu. Aus den Abraumhalden im Elsass (Wittelsbach) wurde bis 1976 das salzhaltige Abwasser direkt versickert und seither über einen Kanal unterhalb Fessenheims dem Rhein zugeleitet. Über dessen Infiltrationen werden in der Folge die rheinnahen Aquiferabschnitte bis in den nördlichen Oberrhein kontaminiert (vgl. Abb. 13). Darauf ist zu erkennen, dass einzelne Abschnitte entlang des Rheins Chloridgehalte über 100 mg/l aufweisen. Mit der geplanten Sanierung des Schachtes *Stocamine* im Elsass soll dem Rhein eine weitere Belastung zugemutet werden. Neben den beiden Indikatorstoffen Nitrat und Chlorid bereiten die Pestizidrückstände und deren Abbauprodukte Sorgen für die Zukunft.

Dem Grundwasser droht langfristig auch noch die Zeitbombe der *Altlasten*. Wie die Abbildung 14 zeigt, sind sie auf beiden Seiten des Rheins zahllos. Untersuchungen haben ergeben, dass die aktuelle, direkte Bedrohung von Fassungsgebieten der Wasserwerke gering ist,²⁰ das Langzeitrisiko bleibt dennoch.

Eine potenzielle Gefahr für die Qualität des Grundwassers stellen auch der *Kiesabbau* und dessen Nachlass, die Baggerseen, dar. Die Gewinnung eines Rohstoffes in hervorragender Qualität aus der bedeutendsten Kies- und Sandlagerstätte des Landes hat ihren Preis. Mit der Freilegung des Grundwasserkörpers bei der Auskiesung wird eine direkte Gefährdung durch Einträge von der Oberfläche her geschaffen, und weiterhin kommt es generell zu einer visuellen Beeinträchtigung der Landschaft. Weil die Flurabstände in den Rheinauen mit ein bis fünf Metern, auf der Niederterrasse bis zehn Metern, gering sind, legen Kiesgruben mit einer Tiefe von über zehn Metern den Grundwasserspiegel frei. Die geringen Flurabstände machen die Aquifere, die von

¹⁸ Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität (wie Anm. 16).

¹⁹ Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität (wie Anm. 16).

²⁰ GUNTER ADOLPH, ERGO – Entwicklung eines Bewertungskonzeptes und orientierende Risikoabschätzung zur Gefährdung des Trinkwassers durch Altlasten im Oberrheingraben, Diss. Freiburg 2008 (vgl. Freiburger Schriften zur Hydrologie, Bd. 28, u. d. T.: Kombination von Isotopenmethoden und Grundwassermodellen in der Altlastenbearbeitung, Freiburg 2009).

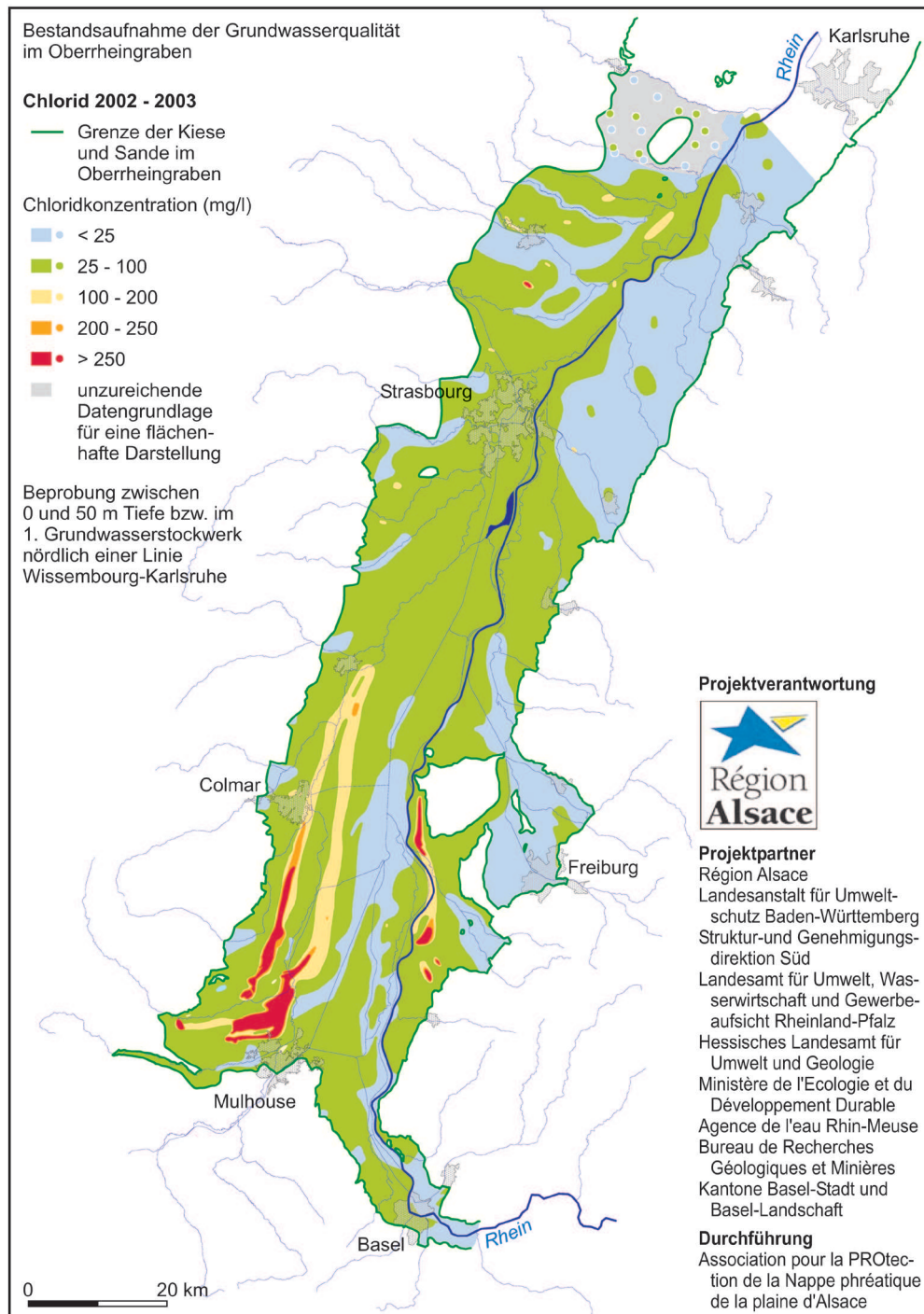
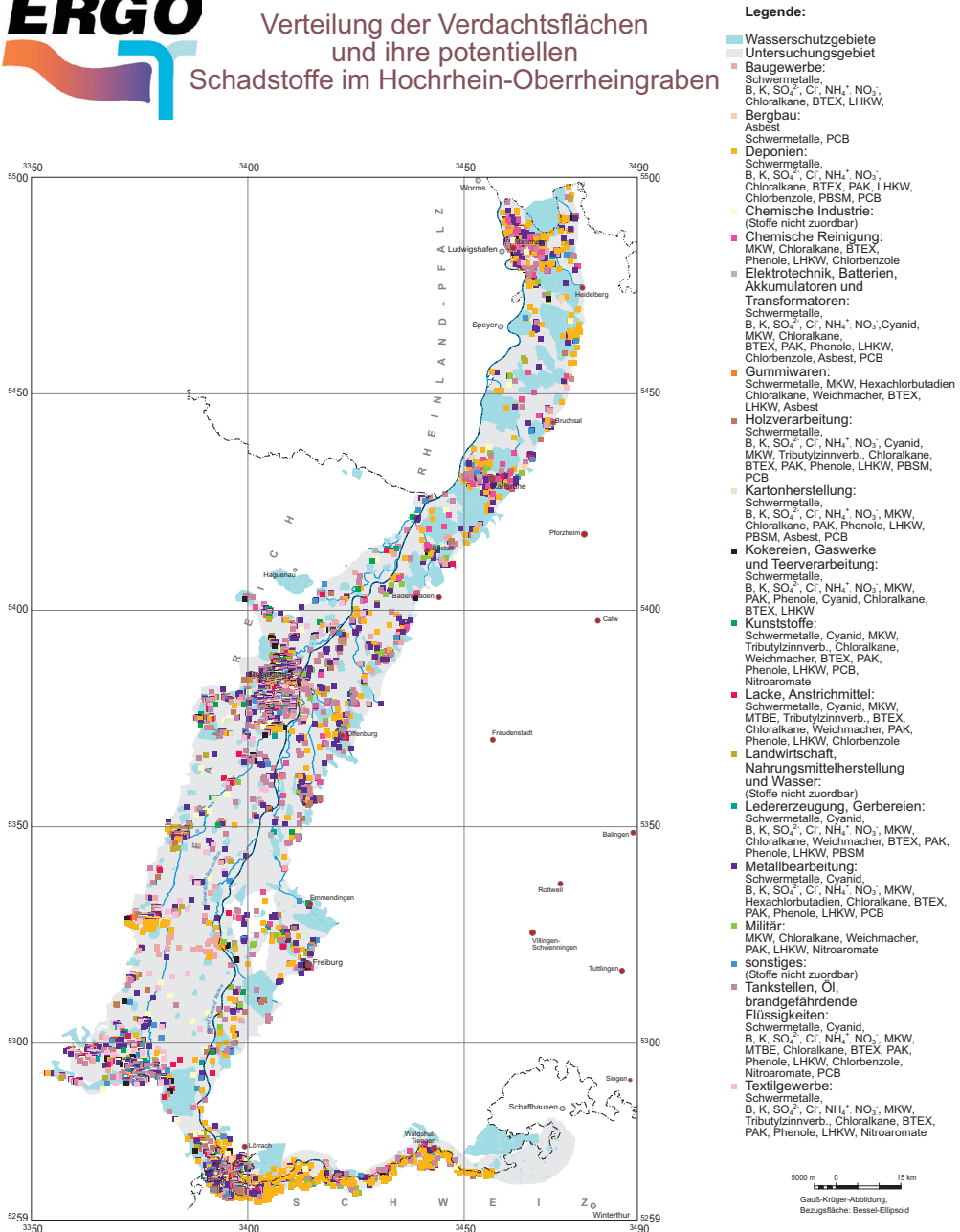


Abb. 13: Chloridgehalte im Oberrheingraben 2002–2003. Aus: Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität (wie Anm. 16), S. 120, verändert.



Verteilung der Verdachtsflächen und ihre potentiellen Schadstoffe im Hochrhein-Oberrheingraben



Autor: Gunter Adolph
Datengrundlage: LUBW, BRGM
AUE BL, BS und Aargau

Projektgruppe: Prof. Dr. Ch. Leibundgut
Prof. Dr. Ch. Külls
G. Adolph

Abb. 14: Karte der potenziellen Altlasten im Oberrheingebiet. Die Signaturen werden hier nicht spezifiziert, es soll nur der Gesamteindruck vermittelt werden. Aus: ADOLPH, ERGO (wie Anm. 20), S. 49.

gut durchlässigen Deckschichten überlagert sind, besonders anfällig gegenüber den oben angesprochenen flächenhaften oder punktförmigen Einträgen. Allerdings können Baggerseen unter bestimmten Bedingungen als Stoffsenke wirken und so zu einer Verbesserung der Grundwasserqualität führen.²¹

Zusammenfassend wird festgestellt, dass die Ressource Grundwasser einen bedeutenden Schatz im Oberrheingebiet darstellt. Die Wasserversorgung befindet sich deshalb von der Menge her in feudaler Situation. Auch die Qualität des Wassers ist heute gesamthaft von hoher Güte. Für die Qualitätsseite sind allerdings die Risiken relativ groß. Eine weiterhin sorgfältige Überwachung und ein wirksamer Schutz sind geboten.

4.3 Thermal-, Mineral- und Heilwässer

Entsprechend der geologischen Verhältnisse ist das Oberrheingebiet für den Bäderbetrieb geradezu prädestiniert. Obwohl die Nutzung dieser Ressource am Oberrhein und in anderen Regionen Baden-Württembergs seit der Römerzeit eine große Tradition hat und auch in der Wertschöpfung einen vergleichsweise hohen Stellenwert aufweist, kann dieser Schatz des Landes hier nur ansatzweise behandelt werden. Die Nutzung der Wässer ist vielfältig: als Arznei, zur Inhalation, balneologisch, therapeutisch, für Wellness in vielen Formen und als Getränk. Die Wärme stammt aus dem Wärmestrom der Erde und die gelösten Mineralstoffe aus dem durchströmten Gestein.²² Im Oberrheingebiet stehen 47 Thermal- und Heilbäder in Kurorten zur Verfügung.²³

4.4 Heilende und heilige Quellen

Neben den bisher besprochenen materialistischen Aspekten weisen Quellen noch eine andere Seite auf. Seit jeher haben die Menschen versucht, ihr tägliches Trinkwasser möglichst aus Quellen, Brunnen oder Bergstollen zu schöpfen. Dieses Wasser aus dem verborgenen Untergrund der Erde galt als rein, frisch und klar. Dort, wo Grund- und Quellwasser erschlossen werden konnte, war die wichtigste Lebensgrundlage für eine dauerhafte Ansiedlung und Existenz gesichert.

Seit alters her umgab die lebensspendende Quelle eine Aura des Geheimnisvollen, das sie auch zu einem Gegenstand von Bewunderung und tiefer Verehrung machte. Die Quelle galt als ein Sinnbild für den Ursprung des Lebens, als Spenderin von Kraft, (geistiger) Stärkung und Erneuerung, als eine Mittlerin zu einer verborgenen, tiefgründigen Welt und der in ihr waltenden höheren Geistigkeit. Mythen, Märchen, Sagen und Legenden ließen sich von diesem Phänomen inspirieren, in Volksglaube und heidnischen Riten wurden Quellen als Kultorte verehrt. An einigen dieser alten Quellheiligtümer wurden später Kapellen, Kirchen oder sogar Klöster errichtet. Dem heiligen Quellwasser wurde die Kraft der Heilung und der Erlösung zugesprochen. Heilung im spirituellen Sinne galt als die Wiedererlangung der Einheit mit dem Göttlichen (heil sein = ganz sein), Kranksein als ein Bild der Entfernung von Gott, der Verblendung, Prüfung und Strafe.

²¹ BERTLEFF / STORCH, Wechselwirkungen (wie Anm. 12).

²² WILHELM SCHLOZ / INGRID STÖBER, Kurze Erläuterung zur Karte der Mineral-, Heil- und Thermalwässer, Solen und Sauerlinge in Baden-Württemberg, hg. vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB-Fachberichte, Bd. 1), Freiburg i. Br. 2002.

²³ Siehe dazu: <http://www.heilbaeder-bw.de/Heilbaeder-Kurorte>.

Außergewöhnliche Quellen entwickelten sich zu Wallfahrtsorten wie die Odilienquelle des Klosters auf dem Mont St. Odile in den Vogesen oder von St. Ottilien auf dem Schlossberg bei Freiburg (Abb. 15). Wie auch hier wurden Quellen häufig bei Augenleiden und Erblindung aufgesucht. Das Benetzen der Augen (als Spiegel der Seele) mit dem klaren Quellwasser sollte dem Suchenden die Kraft des Sehens, auch als ein Ausdruck innerer Erhellung und Erkenntnis, wiedergeben. Auch bei Erkrankungen des Bewegungsapparates, unerklärlichen nicht heilbaren Krankheiten und in seelischen Nöten war die Quelle oft letzte Zuflucht und Hoffnung. Weitere bekannte Kraftquellen im Oberrheingebiet, denen heilsames Wirken und Verehrung zugesprochen wird, sind z. B. die Schlatter Quellgrotte, die Brunnenquellen der Klöster von St. Ulrich und St. Trudpert, die St. Landolinsquelle von Ettenheimmünster, die St. Johannesquelle oder die Quelle der Ringsheimer Kapelle. Nach christlichen Legenden stehen einige der Quellen in bedeutungsvollem und wundersamem Zusammenhang mit der Missionstätigkeit frommer Mönche ab dem 7./8. Jahrhundert.



Abb. 15: St. Ottilienquelle Freiburg. Foto: Christian Leibundgut, 2015.

Im Illwald bei Sélestat wird nicht einer Quelle, sondern dem Flusswasser der Ill Heilwasserwirkung zugesprochen. Heute steht dort die Kapelle „Notre Dame du Chêne“ (Abb. 16). Der Wallfahrtsort stammt aus der Zeit vor der großen Korrektur des Rheins, als in den weitflächigen Feuchtgebieten der Ebene noch die Malaria grassierte. Pilger suchten dort Heilung von diesem tückischen Fieber.



Abb. 16: Chapelle de Notre Dame im Illwald bei Sélestat. Foto: Ingeborg Vonderstrass, 2005.

Die Nutzung des Wassers als einer Quelle von Heilung wird meist nicht als die Inwertsetzung im materialistischen Sinne einer Ressource erkannt, obwohl derartige Heilungen für die Allgemeinheit kostenlos sind. Dazu kommt in der neueren Zeit, dass diese Orte auch für den Tourismus entdeckt worden sind, was dem regionalen Landschaftspotenzial durchaus zuteil kommen kann.

4.5 Fließgewässer: Bewässerung

Die Bewässerung war im alten Siedlungsgebiet des Oberrheins nach heutigem Wissen zu allen Zeiten eine landwirtschaftliche Nutzungstechnik der Intensivierung.²⁴ Sie war allgemein als Wiesenbewässerung bekannt, obgleich für frühere Zeiten auch Ackerbewässerung angenommen werden darf (Abb. 17). Historisch ist sie im Oberrheingebiet bis ins 12. Jahrhundert zurück mit Dokumenten belegt.²⁵ Um 1925 waren noch 34 % der südbadischen Wiesen gewässert. In etlichen badischen Gemeinden wurden allerdings auch um 1950 immer noch nahezu alle Wiesen gewässert (Abb. 18). Bewässert wurden die Wiesen unter Ausnutzung der im Wasser enthaltenen Nähr- und Schwebstoffe, die der Düngung und der Bodenverbesserung dienten. Einige Wiesen konnten erst durch die damit erzielte Kolmatierung bewirtschaftet werden. Die Bewässerung gehörte besonders auch in historischen Zeiten zu den Schätzen des Landes, weil damit höhere Erträge in der Grünlandnutzung erzielt werden konnten, was sich auf die gesamte landwirtschaftliche Produktion auswirkte.²⁶

Bewässert wurde aber nicht nur in der Oberrheinebene, sondern auch in den Mittelgebirgen Schwarzwald und Vogesen sowie in vielen Teilen des Landes.²⁷

Die Auffassung der Wiesenwässerung im Oberrheingebiet begann ab etwa 1930, landesweit gesehen hauptsächlich nach dem Zweiten Weltkrieg. Sie gehört heute bis auf wenige rehabilitierte Gebiete der Vergangenheit an. Diese Kulturlandschaftsrelikte werden nicht mehr aus landwirtschaftlichen Gründen betrieben, sondern dienen Zielen des Natur- und Landschaftsschutzes.²⁸

Die Bewässerung spielt heute als Feldbewässerung wieder eine große Rolle in der landwirtschaftlichen Produktion. Anders als bei der Wiesenbewässerung, die über Berieselung von Wasser aus den Fließgewässern bewässerte, verwendet die moderne Feldbewässerung hauptsächlich Grundwasser, das in Brunnen unmittelbar vor Ort gewonnen wird und es im Sprinklervverfahren

²⁴ CHRISTIAN LEIBUNDGUT / IRENE KOHN, Traditionelle Bewässerung in Europa mit besonderer Berücksichtigung Deutschlands, in: Die Queichniederung – Porträt einer Landschaft, hg. von PETER KELLER (Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz/Beiheft, Bd. 45), Mainz 2013, S. 107–143.

²⁵ GERHARD ENDRISS, Die künstliche Bewässerung des Schwarzwaldes und der angrenzenden Gebiete, in: Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br. 42, Heft 1 (1952), S. 77–113; CHRISTIAN LEIBUNDGUT / BERND LISCHIEWSKI, Zur Wiesenbewässerung am Oberrhein, in: Historische Wassernutzung an Donau und Hochrhein sowie zwischen Schwarzwald und Vogesen, hg. von CHRISTOPH OHLIG (Schriften der Deutschen Wasserhistorischen Gesellschaft [DWhG] e. V., Bd. 10), Siegburg 2008, S. 239–248.

²⁶ CHRISTIAN LEIBUNDGUT, Grundzüge der Wiesenbewässerung in der Oberrheinebene – historisch und gegenwärtig, in: Das Natur- und Landschaftsschutzgebiet „Elzwiesen“. Herausragendes Naturpotential einer alten Kulturlandschaft, hg. von KARL WESTERMANN (Naturschutz am südlichen Oberrhein, Bd. 5), Freiamt 2009, S. 39–50.

²⁷ ENDRISS, Bewässerung des Schwarzwaldes (wie Anm. 25); WERNER KONOLD / S. POPP, Zur Geschichte der Wiesenwässerung im Bereich der württembergischen Donau, in: Historische Wasserwirtschaft im Alpenraum und an der Donau, hg. vom Deutschen Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V., Stuttgart 1994, S. 377–398; Wässerwiesen. Geschichte, Technik und Ökologie der bewässerten Wiesen, Bäche und Gräben in Kraichgau, Hardt und Bruhrain, hg. von DIETER HASSLER, MICHAEL HASSLER und KARL-HEINZ GLASER (Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg/Beiheft, Bd. 87), Ubstadt-Weiher 1995; SABINE SCHELLBERG, Meadow irrigation in the federal state Baden-Württemberg – Portrayal of a nearly forgotten land use system, in: Integrated Land and Water Resources Management in History, hg. von CHRISTOPH OHLIG (Schriften der Deutschen Wasserhistorischen Gesellschaft [DWhG] e. V., Sonderband 2), Siegburg 2005, S. 123–131; LEIBUNDGUT / KOHN, Traditionelle Bewässerung in Europa (wie Anm. 24).

²⁸ CHRISTIAN LEIBUNDGUT / INGEBORG VONDERSTRASS, Traditionelle Bewässerung als Kulturerbe Europas, in: Geographische Rundschau 65, Heft 7–8 (2013), S. 8–17.



Abb. 17: Traditionelle Bewässerung in den Elzwiesen. Über ein ausgedehntes Kanalsystem wird das Wasser flächenhaft verteilt. Die Wehranlagen im Vordergrund bestehen aus Buntsandstein. Foto: Ingeborg Vonderstrass, 2013.

verregnet (Abb. 19). Zahlen zum Wasserverbrauch sind sehr schwer eruierbar, da neben den bewilligten Entnahmen das Bewässerungswasser auch wild entnommen wird. Das Bewässerungswasser wird inzwischen in mehr als 2.000 Brunnen entnommen und über Sprinkler verteilt.

Gesichert ist, dass der Wasserverbrauch für Bewässerung auch in Baden-Württemberg in den letzten beiden Jahrzehnten stark gestiegen ist, obwohl er den globalen Wert von 70 % am Gesamtwasserverbrauch nicht erreicht. Die weitere Entwicklung ist schwer abschätzbar. Zum einen wegen der Auswirkungen des Klimawandels, die noch vor kurzem als recht gut gesichert galten, jedoch zunehmend wieder in Frage gestellt werden. Zum anderen wegen des Anbauwechsels von Nahrungs- und Futterpflanzen zu Energiepflanzen wie Mais, aber auch dem Abbau der Schutzvorschriften, wie sie bisher bestanden.²⁹ Die Energiepflanzen werden, anders als die konventionellen Pflanzen, auf maximale Produktivität bewässert. Der Verbrauch steigt damit sowohl spezifisch wie auch über die Flächenausweitung an. Wir haben es hier wiederum mit einem Beispiel eines nicht integralen Ressourcenmanagements zu tun.

Mit der Änderung der Bewässerungsverfahren von der Berieselung in der traditionellen (historischen) Bewässerung zu den Beregnungsverfahren hat sich auch die Versickerung von Bewäs-

²⁹ CHRISTIAN LEIBUNDGUT / INGEBOG VONDERSTRASS, Zeitenwende im Umweltschutz, in: Aqua Viva – die Zeitschrift für Gewässerschutz 1 (2013), S. 4–10.

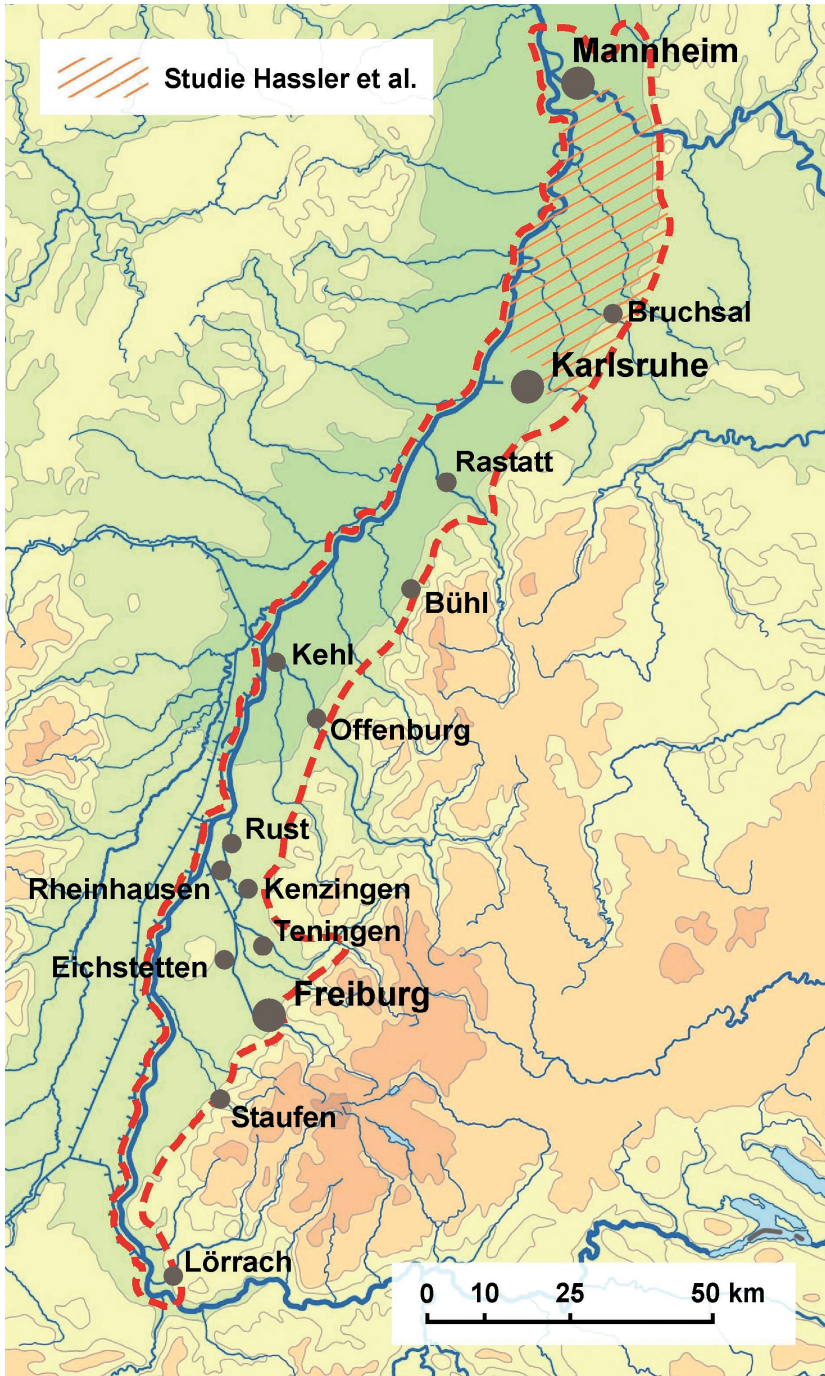


Abb. 18: Verbreitung der Wiesenbewässerung im badischen Oberrheingebiet (innerhalb roter Liniensignatur). Kreissignaturen und Schraffur bezeichnen die gut bekannten Gebiete. Aus: LEIBUNDGUT / LISCHESKI, Zur Wiesenbewässerung am Oberrhein (wie Anm. 25), S. 244.

serungswasser in das Grundwasser drastisch verändert. Beim Berieselungsverfahren fällt das „Nebenprodukt“ Grundwasserinfiltrationen an. Damit wurde das Grundwasser relativ stark angereichert. Ende der 1970er Jahre wurde für das 16 km² große Gebiet der Elzwiesen zwischen Kenzingen und Rust, das die Wässerungsgebiete miteinschloss, die Grundwasserneubildung aus Fließgewässerinfiltrationen und Wässerungsversickerungen zu 34 % der gesamten jährlichen Grundwasserneubildung berechnet.³⁰

Einen Hinweis auf den Wasserbedarf geben auch Bewässerungs-Infiltrations-Versuche, die in den Elzwiesen im Sommer und Herbst 1992 durchgeführt wurden. Die Gesamtwässerungsmenge in den untersuchten Elzwiesen lag 1992 bei über drei Metern

(3.000 mm), bezogen auf die bewässerte Fläche. Dies ergab eine durchschnittliche Bewässerungsmenge pro Tag von gut 100 mm, die täglich in die gewässerten Böden infiltrierte. Bei einem langjährigen Jahresniederschlag im Untersuchungsgebiet von knapp 600 mm entspricht eine Wässerungsmenge von rund 3.000 mm dem fünffachen Jahresniederschlag. Dies zeigt, dass mit der Wässerung weit mehr als nur das Wasserdefizit der Vegetation ausgeglichen wurde.³¹ Bei der Beregnung ist eine merkbare Grundwasseranreicherung nicht zu beobachten.



Abb. 19: Moderne Sprinklerbewässerung. Ressource ist das Grundwasser. Foto: Ingeborg Vonderstrass, 2006.

4.6 Fließgewässer: Wasserkraft

Historische Kleinwasserkraft

Die Ressource Fließgewässer oder genauer die kinetische Energie, die ein Wasserfluss enthält, wurde schon früh in der Geschichte auch in Baden-Württemberg genutzt. Es waren die klassischen Wasserradantriebe in Mühlen, Stampfen, Sägen, Pochen (Abb. 20). Im Bergbau trieb das Wasser zudem häufig auch Pumpen an.³² Die Gebiete dieser Nutzung lagen in den Mittelgebirgen beiderseits des Rheins; dies einmal, weil dort die nötigen Gefälle bestehen, um früher mittels Wasserrädern mechanische Energie und später mit Turbinen elektrische Energie zu erzeugen. Zu Wasserradzeiten und in der frühen Turbinenzeit waren es mechanische Antriebe, die zuerst durch Wasserkraft, dann durch die 1765 erfundene Dampfmaschine abgelöst wurden. Die Phase des Transmissionszeitalters endet mit dem Beginn des Elektrizitätszeitalters. Ab etwa 1830 wurden

³⁰ Bericht über Bewässerungen der Elzwiesen auf Gemarkung Kenzingen im April 1980 (Interner Bericht), hg. vom Regierungspräsidium Freiburg, Abt. 5 Wasserwirtschaft, Freiburg 1981, S. 54–57.

³¹ LEIBUNDGUT / LISCHESKI, Zur Wiesenbewässerung am Oberrhein (wie Anm. 25); LEIBUNDGUT, Grundzüge der Wiesenbewässerung (wie Anm. 26).

³² ANDREAS HAASIS-BERNER, Wasserkünste, Hangkanäle und Staudämme im Mittelalter. Eine archäologisch-historische Untersuchung zum Wasserbau am Beispiel des Urgrabens am Kandel im mittleren Schwarzwald (Freiburger Beiträge zur Archäologie und Geschichte des ersten Jahrtausends, Bd. 5), Rahden/Westfalen 2001.

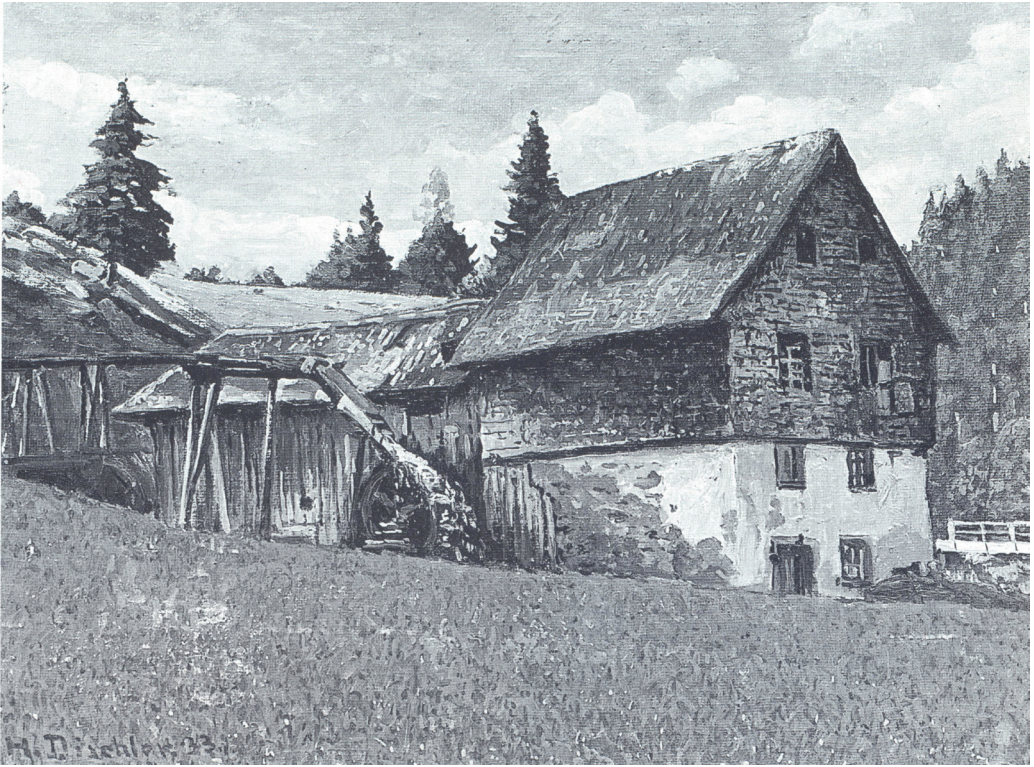


Abb. 20: Historische Schwarzwaldmühle zur Zeit der Wasserräder. Gemälde von Hermann Dischler 1866–1935. Aus: Kunstbuch-Katalog, Galerie Meier, Freiburg i. Br.

die Wasserräder durch die leistungstärkeren Turbinen ersetzt und damit die kinetische Energie über Generatoren direkt in elektrische Energie umgesetzt. Die Schwerpunkte der vor- und frühindustriellen Gewerbe und Industrie lagen demnach in den Mittelgebirgen. Erst später, als der Standortvorteil infolge der Transportierbarkeit der Elektrizität dahinfiel, verlagerten sie sich in die Ebene entlang der großen Verkehrswege.

Bis ins vergangene Jahrhundert hinein wurde die traditionelle Wasserkraft in den Mittelgebirgen intensiv genutzt. Oft fand sie in Kombination mit der traditionellen Bewässerung statt. Phasen verstärkter Wasserkraftnutzung liegen im 13./14., im 18. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts.³³ 1928 bestanden zum Beispiel entlang von Elz, Glotter, Alter Elz und Dreisam noch 980 Kraftwerke mit einer Ausbauleistung von insgesamt 12.480 PS, von denen jedoch die meisten aufgrund ihrer geringen Leistung inzwischen unrentabel geworden sind. Eine wichtige Lebensader der Industrialisierung an der Elz war der Kollmarsreuter Mühlbach. Dieser trieb 1850 noch sechs große Mahlmühlen und Kunstmühlen mit 21 Gängen, sieben Reibmühlen mit 13 Herden, vier Ölmühlen, zwei Sägemühlen, vier Schleifmühlen, drei Dreschmaschinen, eine mechanische Werkstätte, eine Walkmühle, zwei Lohmühlen, eine Obst- und Weinpresse, eine Hammerschmiede, eine große Hanfspinnerei, eine Kattundruckerei und eine große Papiermühle an; außerdem

³³ KORINNA THIEM, Die historische Landschaftsanalyse als Methode für die Fließgewässerbewertung am Beispiel des Münstertals im Schwarzwald (Culterra, Bd. 46), Freiburg i. Br. 2006.



Abb. 21: Einlaufbauwerk eines Kleinkraftwerkes bei Kirchzarten. Foto: Christian Leibundgut, 2012.

fanden sich entlang des Mühlbaches viele Gerbereien, Bleichereien und Färbereien.³⁴ Nach dem Zweiten Weltkrieg konnte der Energiebedarf durch Überlandleitungen flächendeckend befriedigt werden. Die Stromgewinnung aus eigenen Turbinen wurde unrentabel. So fanden sich im Jahr 1988 nur noch vier stromerzeugende Betriebe entlang des Kollmarsreuter Mühlbachs.

Mit dem zurzeit laufenden Umbau des Energiesektors erlebt die Kleinwasserkraft, insbesondere durch die Einspeisevergütung gefördert, seit 1990 eine Renaissance. So werden alte Kraftwerke aufgerüstet, um eine höhere Effizienz zu erreichen, und zahlreiche neue Kleinkraftwerke sind im Bau oder geplant (Abb. 21). 2006 wurden in Baden-Württemberg 1.200 Kleinkraftwerke mit einer Leistung von < 1 MW gezählt. Kleinkraftwerke mit einer Leistung von > 1 MW gab es 2006 63 an der Zahl. Die neuesten Statistiken für 2013 zeigen 1.262 Anlagen mit einer Leistung von 775 MW.³⁵ Diese Zahlen vermitteln eine Vorstellung für Baden-Württemberg. Entsprechende Zahlen für den Oberrhein sind nicht verfügbar.

³⁴ HERBERT BURKHARDT, Der Kollmarsreuter Mühlbach. Lebensader einer Landschaft während der vergangenen 800 Jahre, in: 's Eige zeige'. Jahrbuch des Landkreises Emmendingen für Kultur und Geschichte, Bd. 2, hg. von DR. VOLKER WATZKA, Emmendingen 1988, S. 131–140.

³⁵ Briefliche Mitteilung von Albert Ruprecht.

Gefährdung

Die Kleinwasserkraftnutzung leistet damit einen wertvollen Beitrag zur alternativen Energieversorgung. Allerdings bestehen auch bei dieser relativ umweltfreundlichen Wassernutzung Nebenwirkungen wie Ressourcenkonkurrenz mit der Landschaft, dem Hochwasserschutz, Tourismus/Erholung und der Ökologie des aquatischen Ökosystems. Betroffen ist vor allem die für die aquatische Fauna wichtige Durchgängigkeit der Fließgewässer, die mit Fischtreppen zwar teilweise wiederhergestellt werden kann, was aber doch nur eine Hilfsmaßnahme darstellt. Wasserkraft ist zwar erneuerbar, ihre Nutzung aber deshalb nicht a priori nachhaltig. Erneuerbar ist nur das Wasser, nicht aber der durch Nutzung beeinträchtigte Lebensraum, allgemein unter Schwall- und Sunk- und Restwasserproblematik bekannt.³⁶ Ausgewogene Lösungen können mit einer ganzheitlichen Analyse der jeweiligen Projekte erreicht werden. Allerdings vereiteln umstrittene Steuerungselemente wie das EEG, welche wie alle Subventionen zu einer Marktverzerrung führen, ein nachhaltiges Ressourcenmanagement nach ganzheitlichen Gesichtspunkten.³⁷

Großkraftwerke

Wasserkraftwerke decken einen bedeutenden Anteil des Strombedarfs im Oberrheingebiet. In Baden-Württemberg wird landesweit etwa 10 % der Gesamtstrommenge aus Wasserkraft erzeugt.

Der Abschnitt des Rheins vom Bodensee bis Basel wird als *Hochrhein* bezeichnet. Auf dieser Strecke mündet beim schweizerischen Koblenz die Aare ein, die hydrologisch gesehen allerdings der bedeutendere Fluss ist, denn der mittlere Abfluss ist mit $560 \text{ m}^3/\text{s}$ um ein Viertel höher als der des Rheins ($440 \text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel Rekingen). Obwohl das kombinierte Einzugsgebiet von Aare und Rhein am Zusammenfluss nur ein Fünftel des Einzugsgebietes am Pegel Lobith an der deutsch-niederländischen Grenze beträgt, erreicht der mittlere Abfluss mit $1.000 \text{ m}^3/\text{s}$ schon fast die Hälfte des Wertes von Lobith. Das zeigt die Bedeutung der Alpen für die Wasserführung des Rheins. Ab Basel beginnt der *Oberrhein*. Die Zuflüsse aus dem Schwarzwald und den Vogesen erhöhen in der Summe den mittleren Abfluss um $190 \text{ m}^3/\text{s}$. Die mit Abstand wichtigsten Nebenflüsse auf der weiteren Strecke bis Bingen sind der Neckar und der Main, die im Mittel $135 \text{ m}^3/\text{s}$ bzw. $210 \text{ m}^3/\text{s}$ beisteuern. Während die Kleinwasserkraft im Oberrhein-



Abb. 22: Wasserkraftwerk Iffezheim-Rhein. Aus: HEINO KALWEIT / WERNER BUCK, Der Rhein unter der Einwirkung des Menschen – Ausbau, Schifffahrt, Wasserwirtschaft, hg. von der Internationalen Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (KHR) (Bericht I, 11), Lelystad 1993, S. 35.

³⁶ MARTIN PFAUNDLER / MARIO KEUSEN, Charakterisierung und Veränderungen von Schwall-Sunk-Phänomenen in der Schweiz – Eine hydrologische Datenanalyse, in: Wasser Energie Luft 99, Heft 1 (2007), S. 25–30.

³⁷ LEIBUNDGUT, Nachhaltige Sicherung von Wasserressourcen (wie Anm. 4); DERS., Nachhaltige Wassernutzung (wie Anm. 4).

gebiet an den Rheinzufüssen historisch große Bedeutung erlangte, trat der Rhein mit seiner Wasserkraft erst in neuerer Zeit auf den Plan. Voraussetzung war der Ausbau des Oberrheins, der mit dem Vollausbau 1928–1963 abgeschlossen wurde. An dem für die Wasserkraftnutzung günstigeren Hochrhein wurde bereits 1898 mit der Inbetriebnahme des Kraftwerkes Rheinfelden gestartet. Am Hochrhein liegen elf, am Oberrhein zehn große Wasserkraftanlagen (Abb. 22). Die Anlagen am Oberrhein weisen zusammen eine installierte Leistung von 1.509 MW auf.³⁸ Am Hochrhein ist die Energiegewinnung mit der Schweiz, am Oberrhein mit Frankreich aufgeteilt. Eine Leistungssteigerung konnte kürzlich durch den Einbau einer jeweils fünften Turbine in Gamsheim (28 MW) und Iffezheim (38 MW) realisiert werden. Zu den oben genannten Anlagen kommen neu aus den letzten Jahren noch die kleinen Wasserkraftanlagen in den Kulturwehren von Breisach und Kehl-Strasbourg hinzu. Beide Werke speisen ins französische Netz der EDF ein.

Acht der zehn großen Wasserkraftwerke am Rhein zwischen Basel und Strasbourg speisen ihren Strom aufgrund internationaler Verträge größtenteils auf französischer Seite ein. Der Energiegewinn aus den beiden Laufwasserkraftwerken Gamsheim (Leistung: 96 MW) und Iffezheim (108 MW) steht je zur Hälfte Frankreich und Deutschland zu. Die zehn Wasserkraftanlagen haben eine Gesamtleistung von 1.400 MW und ermöglichen damit die Stromversorgung von etwa einer Million Einwohnern. Dagegen hat die Vielzahl der kleinen und kleinsten Wasserkraftanlagen an den Mittel- und Oberläufen der Nebenflüsse energetisch gesehen einen geringen Stellenwert. Volkswirtschaftlich bedeutend sind auch die fünf Kraftwerke der Schluchseewerk AG im südlichen Schwarzwald, die als Pumpspeicher- und Laufwasserkraftanlagen zusammen bis zu 1.800 MW Leistung erbringen können.

Gefährdung

Große Laufkraftwerke an Flüssen stellen einen massiven Eingriff in die Ökosysteme der Flüsse dar. Die großen Einwirkungen führen zur Veränderung der Strömungs- und Transportverhältnisse (Geschiebe), zur Veränderung der Habitatbedingungen, zum Wandel des Landschaftsbildes, teilweise auch zu Beeinflussungen der Grundwasserverhältnisse des flussbegleitenden Aquifers. Gesamthaft werden die hydroökologischen Dienstleistungen dieser Flussabschnitte gemindert. Wasserkraftanlagen haben aber durchaus auch positive Nebenwirkungen auf die Umwelt. So regulieren Stauwerke bis zu einem gewissen Grad Hochwasser und tragen zur verbesserten Schiffbarkeit von Flüssen bei. Die entstehenden Staubeiche können wassergebundenen Sport und die Erholung ermöglichen. Unter Wasser gesetzte Biotope werden durch neue, manchmal auch vielfältigere ersetzt. Die Energie aus Wasserkraftwerken ist emissionsfrei.

4.7 Fließgewässer: Transportmittel und Lebensader

Flussschifffahrt

Es mag eine Ressource sein, die nicht unmittelbar ins Auge springt, aber die dennoch eine große volkswirtschaftliche Bedeutung hat. Fließgewässer und Seen waren zu allen Zeiten Transportwege, in frühen Zeiten sogar oft die einzigen. Sie waren die Leitlinien der Landnahme und

³⁸ Rhein aktuell. Kurzinformation der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins, hg. von der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) (Bericht Nr. 142d), Koblenz 2004.

Besiedlung durch die Kelten ab dem 7. Jahrhundert v. Chr. und durch die Germanen ab dem 2. Jahrhundert v. Chr. Die intensive Nutzung des Rheins als Wasserstraße für Warentransport und Kriegsschiffe zu dieser Zeit ist verbürgt. Die Flussschifffahrt wurde bis zum 18. Jahrhundert, dem Aufkommen der Dampfschiffe, mit Treidel-, Segel- und Ruderschiffen betrieben. Die Funktion der Lebensader des Lastverkehrs weist der Rhein als Transportweg – wie der rege Güterverkehr zeigt – weiterhin in höchstem Maße auf (Abb. 23).

Die Gesamttonnage 2013 des Gütertransportes in Mannheim lag bei zwei Millionen Tonnen pro Jahr. Auf dem Rhein wurde 2005 im Bearbeitungsgebiet Mannheim–Basel eine Transportleistung von rund 10,6 Mrd. tkm pro Jahr erbracht. Ökonomisch erstaunt dies nicht, ist doch der Tonnenkilometer auf dem Schiff rund fünfmal günstiger als auf der Schiene und achtmal günstiger als auf der Straße. Die Zahlen der Rheinhäfen in Basel am südlichen Ende des Schifffahrtsweges Rhein mögen einen Eindruck vermitteln über die Leistungen in Millionen Tonnen des Schiffgütertransportes auf dem Oberrhein:³⁹ 1960: 6.460 Mio. t, 1990: 8.893 Mio. t, 2012: 6.200 Mio. t.

Zunehmend wird der Rhein, bei steigender Tendenz, auch als Transportweg für Touristikschiffe wichtig. So betrug 2011 die Anzahl der Fahrgäste im „Kabinenschiffsverkehr international“ 108.684. Im regionalen Ausflugsverkehr betrug 2011 die Anzahl der Fahrgäste 89.709.⁴⁰



Abb. 23: Lastschiff auf dem Rhein. Die laufende Beladung für die Fracht stammt aus einer Kiesgrube in Rheinnähe. Foto: Ingeborg Vonderstrass, 2014.

³⁹ Schweizerische Rheinhäfen, Jahresbericht 2011, http://www.port-of-switzerland.ch/wAssets/docs/aktuelles/Jahresbericht_SRH_2011.pdf.

⁴⁰ Schweizerische Rheinhäfen, Jahresbericht 2011 (wie Anm. 39), S. 21.

Flößerei

Die Flößerei ist eine historische Nutzung der Fließgewässer als Transportweg. Sie wurde sowohl auf den Rheinzufüssen wie auch auf dem Rhein selbst bis ins 19. Jahrhundert intensiv betrieben. Auf der Kinzig ist Brennholzflößerei schon ab dem 14. Jahrhundert bekannt (Abb. 24). Sie diente vor allem dem Holzhandel mit der Stadt Straßburg. Die Blütezeit liegt im 17.–19. Jahrhundert. Sie ist als Holländerholzhandel bekannt, in dem Langholzflöße das wertvolle Stangenholz der Weißtanne nach Rotterdam flößten. Literarisch ist diese Flößerzeit in Wilhelm Hauffs „Das kalte Herz“ eindrücklich geschildert. Die beginnende Industrialisierung und die Eisenbahn, aber auch der zunehmende Energiebedarf der Mühlen und Sägewerke traten in Konkurrenz mit der Flößerei



Abb. 24: Floß auf der Kinzig, gezeichnet vom Kunstmaler E. Trautwein 1836 (© Edgar Baur).

und schafften damit einen weiteren Ressourcenkonflikt.⁴¹ Das letzte Floß wurde 1894 den Rhein hinuntergeführt und war 600 m lang (1.000 Festmeter Holz).⁴²

4.8 Fließgewässer (Oberflächengewässer) als Fischhabitat

Die Fischerei ist wie andere Nutzungen des Wassers eine mittelbare Nutzung der Ressource Wasser. Bäche, Flüsse und Seen haben historisch einen wesentlichen Beitrag zur Deckung des Nahrungsbedarfes geleistet. Heute dient die Fischerei hauptsächlich der Freizeitgestaltung. Berufsfischer gibt es nur noch auf dem Bodensee. Hingegen wird das Wasser in zahlreichen Fischteichen weiterhin intensiv zur Fischproduktion genutzt.

4.9 Fließgewässer: Kühlwasser und Vorflutfunktion

Die moderne Industrie einschließlich der Atomkraftwerke braucht vielfach große Mengen an Kühlwasser. Diese Industrieanlagen müssen deshalb an größere Gewässer wie den Rhein oder den Neckar gebaut werden. Obwohl gesamtenergetisch die „Vernichtung“ von Abwärme ein umweltfeindlicher Akt ist, der im Rahmen des Umbaus der Energieversorgung in Rückgewinnung geändert werden müsste, stellt die Kühlung einen ökonomisch nicht unbedeutenden Faktor dar. Die Kühlwassernutzung ist vorrangig ein qualitatives Problem über die Erwärmung des Wassers und weniger ein quantitatives, da Wasser in größeren Mengen nur bei der Verdunstungskühlung über Kühltürme oder ähnliche Einrichtungen verbraucht wird.

Eine oft weniger beachtete Wassernutzung ist die Funktion der Fließgewässer als Vorflut, das heißt als Sammelrinne und Abfuhr des Wassers aus den Einzugsgebieten, aber insbesondere zur Abfuhr der gereinigten (aus den Klärwerken) oder ungereinigten Abwässer aus Siedlungen und Industriebereichen. Auf der Vorflutfunktion der Fließgewässer beruht heute das Infrastruktursystem der häuslichen, gewerblichen und industriellen Abwasserentsorgung. Ohne sie würde die zivilisierte Welt anders aussehen. Entsprechend hoch muss auch der volkswirtschaftliche Wert dieser Ressourcennutzung angesetzt werden.

Gefährdung

Die Kühlung von Industrie- oder Kernkraftanlagen ist mit einer mehr oder weniger großen Erwärmung des Flusswassers verbunden. Eine Erwärmung mindert die Kapazität zur Sauerstoffaufnahme, die chemischen und biologischen Prozesse laufen schneller ab. Gesamthaft kann dies zu erheblichen Veränderungen der Lebensbedingungen im Fluss führen. Am 20. August des Hitzesommers 2003 kam es unterhalb der Kühlwassereinleitung des Kernkraftwerkes Fessenheim zu einer Spitzenabweichung der Wassertemperatur im Rheinseitenkanal von 1,7 °C.⁴³

Die Vorflutfunktion der Fließgewässer ist eine Ressourcennutzung, der Gefährdung immanent ist und die wir bewusst um der oben angeführten Vorteile willen in Kauf nehmen. Insbesondere die Hochwasserentlastung der Kanalisationskanäle, bei der große Mengen an Abwasserschläm

⁴¹ HANS HARTER, Schiltach – die Flößerstadt (Beiträge zur Geschichte der Stadt Schiltach, Bd. 1), Schiltach 2004.

⁴² HARTER, Schiltach (wie Anm. 41), S. 54.

⁴³ Rhein aktuell (wie Anm. 38).

ausgespült werden, belastet die Gewässer. Diese problematische Nutzung führt grundsätzlich zu einem Konflikt mit dem Gewässerschutz. Durch Beeinträchtigung der Wasserqualität kommt es zu einer Verminderung der Selbstreinigungskraft und einer Abnahme der Artenvielfalt. Flussabwärts wird es oft erforderlich, das Trinkwasser aufzubereiten, falls es über Uferfiltrat gewonnen wird.

Belastungen für die Oberflächengewässer fallen aber nicht nur in den urbanen Gebieten an, sondern flächenhaft auch in den ländlichen, landwirtschaftlich genutzten Gebieten. Hier dienen die Fließgewässer, meist kleine und kleinste Bäche und Gräben, der Abfuhr von oft belastetem Wasser (Dünger und Pestizide) aus den Böden. In Niedrigwasserphasen kann lokal der Abwasseranteil gegenüber dem eigentlichen natürlichen Gebietswasseranteil besonders extreme Maße annehmen.

4.10 Oberflächengewässer: Erholung, Tourismus, Regenerationspotenzial

Wasser hat einen hohen Wert für die physische und psychische Gesundheit des Menschen. Wie den Quellen wohnt auch den Fließgewässern ein hoher metaphysischer Wert inne. Er äußert sich in archetypischen Bildern, die der Mensch vom Wasser hat. Dies schafft grundsätzlich die Voraussetzung zu einem vertieften Verständnis dieses Elementes. Dazu gesellt sich das visuelle Erlebnis, entweder durch Wasser selbst oder durch die vom Wasser geschaffene Landschaft.⁴⁴ In dem Maße, wie die Verstädterung und die Geschwindigkeit und Intensivierung der menschlichen Tätigkeiten zunimmt, steigt auch das Bedürfnis nach Erholung oder sportlicher Betätigung insbesondere am Wasser. Sichtbar wird dieser Bedarf beispielsweise an der Belegung der Baggerseen, an der Beliebtheit der Wanderziele in schönen Flussabschnitten und an Seen und Weihern im ganzen Land.

Baggerseen sind Grundwasserseen (Abb. 25). Die Baggerseen der Oberrheinebene entstanden vorwiegend mit der zunehmenden Bautätigkeit seit dem Zweiten Weltkrieg durch Kiesabgrabungen unter den Grundwasserspiegel; sie finden sich zum einen entlang des Rheins (meist noch bebaggert), zum anderen entlang der Autobahn A5. Sie sind während und nach dem Abbaubetrieb intensiver Freizeitnutzung ausgesetzt.

Naturgemäß kommen diese extensiven Nutzungen der Gewässer rasch in Konflikt mit weiteren wasserbezogenen Ressourcennutzungen wie Kiesabbau, Sportfischerei, Kühlwassernutzung, Energiegewinnung und Schifffahrt. Politik und Gesellschaft werden gut beraten sein, dieses sanfte Ressourcenpotenzial zu bewahren und zu schützen oder sogar auszubauen. Volkswirtschaftlich hat es einen hohen, bisher kaum beachteten und bezifferten Wert in einer hektischen und von zahllosen Belastungen geprägten heutigen Umwelt.

⁴⁴ MANFRED MATZKE, Rheinauen – Relikte einer Landschaft. Schwarzweißfotografien vom südlichen Oberrhein, Freiburg 2009.



Abb. 25: Typischer Baggersee des Oberrheingebiets, naturnah und der Erholung dienend. Foto: Ingeborg Vonderstrass, 2008.

4.11 Gewässer als Ressource der Aquatischen Ökosysteme

Aus Ressourcensicht werden darunter die (oft unbekannten) Dienstleistungen der Gewässer an die Gesellschaft verstanden. Hydroökologische Dienstleistungen sind die Selbstreinigungskraft des Wassers, besonders in den Fließgewässern, der Wasserrückhalt im Einzugsgebiet (Auen), alle ökologischen Leistungen überhaupt, die das Wasser als Habitat bietet. Es besteht ein enger Zusammenhang zur Biodiversität. Man könnte diese Nutzung auch unter „Gewässerschutz“ zusammenfassen. Und wie dieser steht auch der moderne Begriff in stetem Nutzungskonflikt mit weiteren Ansprüchen an die Ressourcennutzungen. Es sind dies die Wasserkraft (Testwasser), Schifffahrt, Vorflutfunktion, Wassersport und intensive touristische Nutzung.

5. Ausblick und Zusammenfassung

Die Wasserressourcen des Oberrheins sind ein sehr großer Schatz, aber eben auch ein sensibles Gut. Die zentralen Komponenten sind das Oberflächengewässer des Rheins und der Oberrheinaquifer mit seinen mächtigen Grundwasservorkommen. Die Oberflächengewässer insgesamt

sowie die Grundwässer in den Sedimenten und die Quellen im Festgestein nehmen viele lebenswichtige und wirtschaftlich bedeutende Funktionen ein. Das gesamte System Wasser und besonders einzelne Teile davon sind in den vergangenen Jahrzehnten zunehmend unter Druck geraten. Wie weltweit ist auch hier ein zunehmender Trend zur Ausbeutung von Ressourcen festzustellen. Der Schatz Wasser ist aber eine Ressource, die eines besonders sorgsam Umgangs bedarf. Seine Nutzung muss gesamtheitlich im Verband mit den übrigen Ressourcen, wie den Böden, erfolgen, um Nutzungskonflikte und (irreversible) Schäden vermeiden zu können. Aktuelle Entwicklungen, wie die von eindimensionalem Denken bestimmte Energiewende mit ihrer Subventionspolitik, der Verlagerung von Planungsrechten und der Umdeutung von Schutzgedanken, können den Schatz Wasser volkswirtschaftlich beträchtlich mindern. Wie schnell und mit welchen Folgen für Natur und Mensch ein solcher Schatz verloren gehen kann, hat Wilhelm Hauff im Märchen „Das kalte Herz“ eindrücklich beschrieben. Die Ressource Wasser verlangt Wertschätzung, dann wird die Wertschöpfung nachhaltig sein.

Dank

Den folgenden Personen und Institutionen bin ich für Daten- oder Bildmaterial und Beratung dankbar verbunden: R. Funk, Freiburg; Stadtbibliothek Friesenheim; S. Göbel, ENWB; T. Guder, LUBW; B. Grimm, LGRB; H.-D. Heilig, IGW; F. Leonhardt (†), Lahr; E. P. Meier, Basel; E. Nilson, BfG; K. Rhode, badenova; J. Strub, IHF; A. Wagner, LRA; G. Wirsing, LGRB.

I. Kohn, IHF, und I. Vonderstrass, Kirchhofen, danke ich für die Durchsicht des Manuskriptes, J. Strub, IHF, für die Bearbeitung der Grafiken Abb. 1, 2 und 11, 12, 13, A. Steinbrich für Abb. 3.