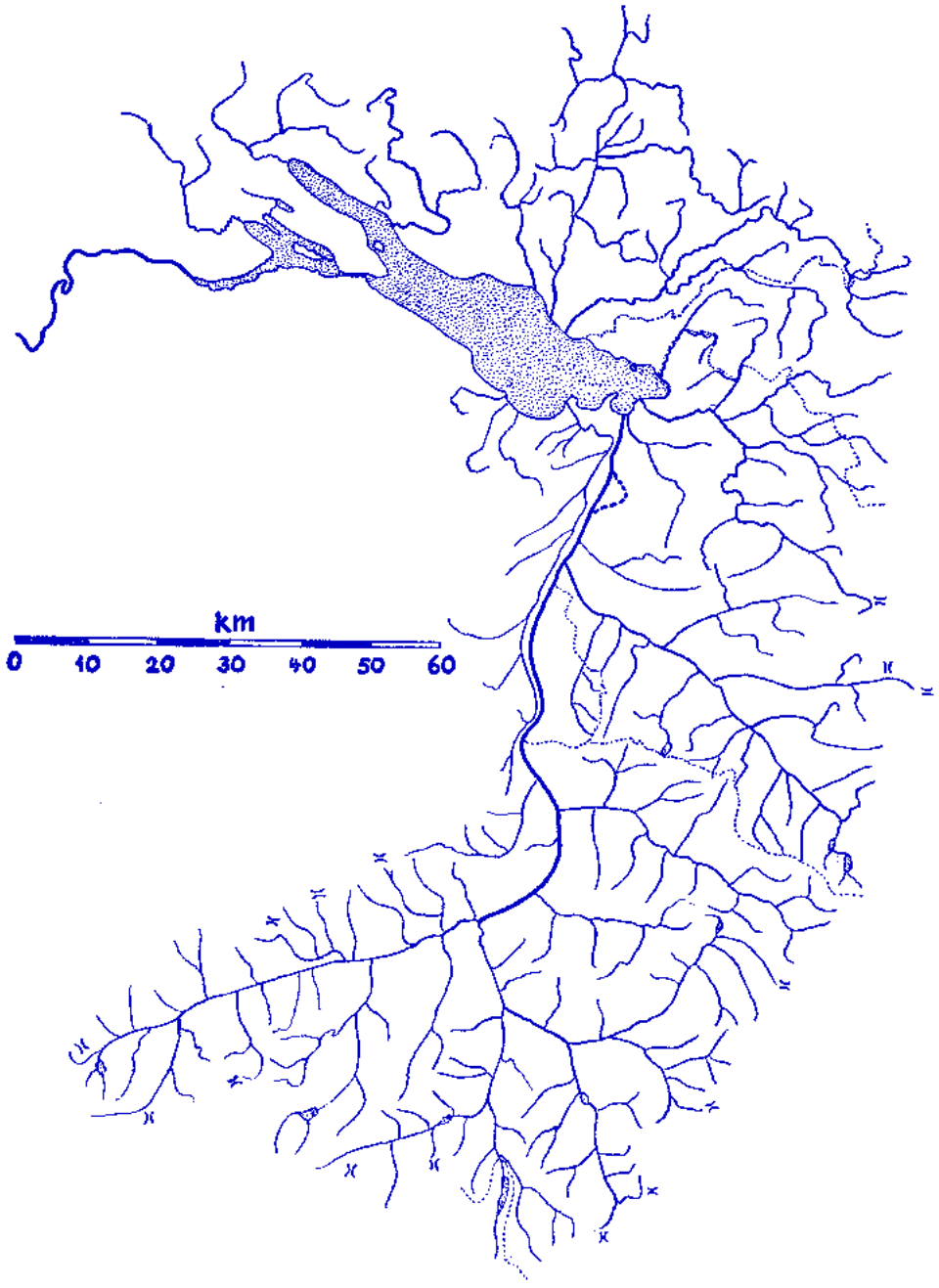
Fachbereichsarbeit 1992/1993

Die Bedeutung des Rheins für den Bodensee

von **Cornelia Lederle**



Unter Betreuung von **Dr. Margit Hofer-Schönherr**

BORG Götzis; A-6840 Götzis, Mösleweg 16

Inhaltsverzeichnis

Vorwort **2**

Einleitung **3**

1 Allgemeines **4**
1.1 Der Rhein . . . 4
1.1.1 Der Namen . . . 4
1.1.2 Die Gliederung . . . 5
1.1.3 Morphologische Daten . . . 5
1.2 Der Bodensee . . . 6
1.2.1 Der Name . . . 6
1.2.2 Die Gliederung . . . 7
1.2.3 Morphologische Daten . . . 8

2 Die Entstehung von Rhein und Bodensee **11**
2.1 Die Geschichte der geologischen Erforschung . . . 11
2.2 Die Vorgeschichte . . . 12
2.3 Die Entstehung des Rheins . . . 14
2.4 Die Entstehung des Bodensees . . . 14

3 Die Bedeutung der Rheinregulierung für den Bodensee **17**
3.1 Die Verhältnisse vor den Regulierungsmaßnahmen . . . 17
3.2 Die Entwicklung der Schutzbauten und -bautätigkeit bis zur Internationalen Rheinregulierung . . . 18
3.3 Die Staatsverträge . . . 20
3.3.1 Der Staatsvertrag von 1892 . . . 21
3.3.2 Der Staatsvertrag von 1924 . . . 23
3.3.3 Der Staatsvertrag von 1954 . . . 24
3.4 Die Auswirkungen der Regulierung . . . 26
3.4.1 Die Entwicklung der Rheinmündung . . . 28

4 Die heutigen Bedeutungen und Probleme **31**
4.1 Der Rheinsee . . . 32
4.2 Die Wasserqualität . . . 34
4.3 Die Auswirkungen der Wasserwerke im Einzugsgebiet . . . 39

Schlußgedanken **43**

Literaturverzeichnis **45**

Vorwort

Wie kam ich zu dem Thema dieser Arbeit?

Seit meiner frühesten Jugend hatte ich stets eine besondere Beziehung zum Bodensee. Das Hobby meines Vaters, das heute auch meines ist, das Segeln, verbindet meine Familie mit diesem Erholungsraum. Unzählige Wochenenden aber vor allem auch der jährliche Urlaub auf und an diesem faszinierenden See prägten meine Beziehung zu ihm und weckten verständlicherweise mein Interesse. Da im letzten Jahr das 100jährige Jubiläum des ersten Staatsvertrages zur Rheinregulierung gefeiert und zu diesem Anlaß eine beachtliche Ausstellung über dieses Großprojekt auf die Beine gestellt wurde, entschloß ich mich, den Rhein und den Bodensee gemeinsam unter die Lupe zu nehmen, und zwar indem ich in dieser Arbeit versuchte, Beziehungen zwischen ihnen aufzuspüren.

An dieser Stelle möchte ich mich aber noch bei all jenen bedanken, die mir bei der Arbeit in irgend einer Weise geholfen haben.
Ich bedanke mich

- bei meinem Vater, Johann Lederle, für die oftmalige Hilfe und für die vielen Informationen aus seiner Erfahrung, sowie für die Hilfe beim Fotografieren auf der Ausstellung „Rheinschauen“;
- bei Dr. Willi Meusburger für das äußerst hilfreiche Manuskript über die „Technik des wissenschaftlichen Arbeitens“;
- bei den Mitarbeitern der Vorarlberger Landesbibliothek für ihre Hilfe bei der Materialsuche;
- bei Dr. Paul Rachbauer für den so informativen Diavortrag und die ebenso informative Führung durch die Ausstellung „Rheinschauen“ in Lustenau und Widnau
- und natürlich bei Frau Dr. Margit Hofer-Schönherr für ihre Bereitschaft zur Betreuung.

Einleitung

> „[...] er ist der geschichtsmächtigste und geschichtsträchtigste Strom des Abendlandes, selber nicht nur ein geographisches Faktum, sondern ein Stück Menschheitsgeschichte, und zwar im doppelten Sinne: umkämpft als Grenze und schöpferisch als Lebensraum. Für die politische Geschichte ist er ebenso unentbehrlich wie für die Geschichte der Kultur; man muß ihn, um diese doppelte Geschichte zu verstehen, immer im Auge behalten, weil er mit auf der Bühne agiert.“[1]

So schreibt Werner Ross in der Einleitung zu seinem Porträt des Rheins; und der Rhein ist tatsächlich mehr als nur irgend so ein Fluß ohne Geschichte und eigenes Gesicht.

Sieht man sich den Rhein einmal genauer an, so wird man feststellen, daß er sich oft und sehr markant ändert. Zunächst ist er ein kleines, schäumendes, wild tosendes Gebirgsflüßchen. Dann wird er größer und auch gleich eingeengt, gezähmt, gebändigt von großen und mächtigen Wuhrbauten. Schließlich mündet er in einen der größten Seen des Alpengebietes, beziehungsweise er weitet sich zu diesem Kleinod der Natur aus. Am Ende des Sees verläßt der Vater Rhein das stille Gewässer wieder und fließt nun ruhiger seinem Ziel entgegen. Immer mehr Bäche und Flüße stoßen zu ihm und langsam wandelt sich der einst wilde Fluß zu einem behäbig dahinfließenden Strom, der sich nach langer, langer Reise in die Nordsee ergießt.

Der Rhein bildet wie alle Flüsse eine natürliche Grenze. Er übernimmt diese Funktion in seiner Geschichte und auf seinem Weg zur Nordsee auch immer wieder in politischer Hinsicht. Trotzdem stellt der Fluß oftmals das Bindeglied zwischen Staaten, Ländern, Regionen und Orten dar. Besonders auf der Strecke von Bregenz nach Stein am Rhein, am Bodensee, ist dies sehr deutlich zu sehen. Hier stoßen drei Länder zusammen: Deutschland, Schweiz und Österreich. Trotzdem ist der Bodenseeraum eine bedeutende und untrennbare Einheit. Es ist unmöglich Grenzen in irgend einer Art auf dem Bodensee zu finde. Die Wasserfläche ist und bleibt ein untrennbares Ganzes. Und auch die Umgebung, so vielseitig sie auch ist, gehört zu diesem Ganzen.

Die Frage, in welcher Beziehung der große Strom, der Rhein, zu diesem See steht und welche Bedeutung er für diese verhältnismäßig kleine Strecke auf seiner langen Reise zum Meer hat, möchte ich in dieser Arbeit nachgehen.

---

[1] Ross, Werner: Geschichte hält Wacht am Rhein. In: Ross, Werner und Först, Walter: Der Rhein. Porträt einer europäischen Landschaft. Freiburg im Breisgau 1973. S. 7-180. S. 9

Kapitel 1

Allgemeines

1.1 Der Rhein

1.1.1 Der Namen

Die ersten Namen für den Fluß gab es bereits in der Zeit der Kelten. Otto Mallaun gibt in einer Tabelle seines Bodensee-Handbuches an, daß sich der Name des Rheins aus dem keltischen *Renos* entwickelte. Später folgten die Römer mit dem lateinischen Namen *Rhenus*. Schließlich wandelte sich da Wort noch in den vielen verschiedenen Sprachen und Dialekten der indogermanischen Völker. Otto Mallaun führt den romanischen *Rein* oder *Ragn*, den oberdeutschen *Rhy* und den alemannischen *Rhyn* an. Am Ende steht der heutige Name *Rhein* (*le rhin* - französisch, *Rijn* - niederländisch und *Ri* bzw. *Rin* - schweizerisch).[1]

Etwas anders lautet der keltische Name in den Ausführungen von Karl Heinz Burmeister:

> „Bis ins 1. Jahrhundert vor Christus war *Rên* ein keltischer Fluß, so wie sich auch das Wort aus dem Keltischen herleitet, verwandt mit dem altirischen Wort *rain* (= Weg).“[2]

Paul Hübner mach sich in seinem Buch über den Rhein einleuchtende Gedanken, wie, aber vor allem warum dieser Name entstanden sein könnte. Er findet für das Warum aber keinerlei Erklärung. Dies könnte wohl nur ein allwissendes Wesen beantworten.

> „Weshalb es allgemein zu dem Namen Rhein gekommen ist, wenn er wirklich aus dem keltischen Wort für rinnen, dem griechischen rein und dem Althochdeutschen hrinan sich ableitet, wird mit jeder Wegstunde durch die Talgründe und Felsengen der Nebenbäche und Zuflüsse geheimnisvoller. Denn Rinnendes gibt es im Graubündischen [...] in so unermeßlicher Zahl, daß es unergründlich bleibt, wie ein Teil des Rinnenden zum Rin wurde. Noch geheimnisvoller ist es dann, wie die Völker weitab von den Quellen, wo das Rinnende nicht mehr zu überspringen ist [...] auf den gleichen Namen [...] sich geeinigt haben.“ [3]

---

[1] vgl.: Mallaun, Otto: Bodensee-Handbuch. 9. Aufl. Konstanz 1972. Überarbeitet von Lindner, Theo R. S. 14

[2] Burmeister, Karl Heinz: Der Rhein im europäischen Flusssystem. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 14-17. S. 14

[3] Hübner, Paul: Der Rhein. Von den Quellen bis zu den Mündungen. München 1982. S. 17

Daneben gibt es noch eine ganze Reihe von Beinahmen, die vor allem in der Literatur Verwendung fanden. Paul Hübner schreibt:

> „Vater der Nymphen hat der römische Epigrammatiker Martialis hundert Jahre nach Cäsars erstem Brückenschlag über den keltisch-germanischen Grenzstrom, den Rhein, genannt.“ [1]

Karl Heinz Burmeister schreibt, daß die Römer diesen Strom als den *Vater Rhein* bezeichneten.[2] Werner Ross geht sogar noch weiter. Er berichtet, daß der personifizierte Rhein sogar zur Gottheit aufrückte.[3]

Weiters existiert auch noch die Bezeichnung *Landvogt Rhein*. Dieser *Landvogt Rhein* ließ durch seine Überschwemmungen die Bevölkerung des Rheintales stets in Angst leben.

1.1.2 Die Gliederung [4]

Die natürliche Gliederung des Rheinstromes
(Die geographische Einteilung weicht hiervon insofern ab,
als die Bezeichnung Mittelrhein von Mannheim bis Köln gilt.)

Abschnitt	Stufe	Strecke	Name
Quellgebiet	1	Vorderrhein / Hinterrhein	Quellrhein
Stromgebiet	2	Reichenau - Bregenz	Alpenrhein
	3	**Bregenz - Stein am Rhein**	**Rheinsee* (Seehrein)****
	4	Stein - Basel	Hochrhein
	5	Basel - Bingen	Oberrhein
	6	Bingen - Bonn	Mittelrhein
	7	Bonn - Pannerden	Niederrhein
Deltagebiet	8	Lek / Waal	Meerrhein

* Es ist dies der natürliche Name des „Bodensees“
** „Seerhein“ kann für die ganze Seestrecke gelten, gilt aber vor allem für den Stromabschnitt zwischen Ober- und Untersee

1.1.3 Morphologische Daten

Das wichtigste Faktum, woran die Größe eines Flußes gemessen wird, ist seine Länge. Doch wie meistens in solchen Fällen findet man verschiedene Angaben. Wie auch immer, der Rhein bleibt

[1] Hübner, Paul: Der Rhein. Von den Quellen bis zu den Mündungen. München 1982. S. 41

[2] vgl.: Burmeister, Karl Heinz: Der Rhein im europäischen Flusssystem. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 14-17. S. 14

[3] vgl.: Ross, Werner: Geschichte hält Wacht am Rhein. In: Ross, Werner und Först, Walter: Der Rhein. Porträt einer europäischen Landschaft. Freiburg im Breisgau 1973. S. 7-180. S. 34

[4] Mallaun, Otto: Bodensee-Handbuch. 9. Aufl. Konstanz 1972. Überarbeitet von Lindner, Theo R. S. 13

auf jeden Fall der längste Strom Westeuropas. Karl Heinz Burmeister[1] und Werner Ross[2] beziffern seine Länge mit 1.320 Kilometern. Paul Hübner[3] veröffentlicht gleich mehrere Angaben, die von 1.237, 6 bis zu 1.360 Kilometern reichen. Davon entfallen nach den Angaben von Hübner 163 Kilometer auf den Alpenrhein und 43 Kilometer auf die Strecke vom Eintritt in den Bodensee bis nach Konstanz.

Eine weitere bedeutende Kennziffer ist das Einzugsgebiet. Das Einzugsgebiet des Rheins umfaßt 252.000 km^2. [4] In diesem Gebiet könnte man die Fläche Österreichs zirka dreimal unterbringen. Das Einzugsgebiet bis zum Bodensee, beziehungsweise bis zur Meßstation an der Rietbrücke Diepoldsau, beträgt 6.119 km^2, also mehr als zweimal die Fläche Vorarlbergs.[5]

Auch die Abflußmenge an verschiedenen Stellen des Flusses kann man betrachten, um seine Größe zu erfassen. Die mittlere Abflußmenge an der Meßstelle in Dipoldsau betrug in den Jahren 1971 bis 1990 232 m^3/s.[5] Bei Basel liegt die mittlere Abflußmenge bei 1.028 und bei Emmerich (kurz vor der Grenze von Deutschland und Holland) bei 2.230 m^3/s.[2]

1.2 Der Bodensee

1.2.1 Der Name

Wie beim Rhein, so beginnt die Geschichte seines Namens in der Zeit der Kelten. Bevor die Römer ihn mit der bekannten, lateinischen Bezeichnung *Lacus brigantinus* (Bregenzersee, nach der Römersiedlung Brigantium) versahen, trug er noch den Namen *Lacus venetus* (nach dem Stamm der keltischen Vennoneten). Weiters trug er auch noch die Namen *Lacus Acronius* und *Lacus Moesius*. Noch vor der heutige Name *Bodensee* für ihn bezeichnend wurde, verwendete man im Deutschen *Kostnizersee* (nach der Stadt Kostniz, der seit jeher für den Bodensee besonders bedeutenden Stadt Konstanz). In dieser Weise wird der See auch heute noch in anderen Sprachen bezeichnet: *Lago di Constanza* (italienisch), *Lac de Constance* (französisch) und *Lake of Constance* (englisch).[6]

Der heute gebräuchliche Name Bodensee hat nichts zu tun mit dem Boden, dem Grund des Sees, wie viele Leute fälschlicherweise meinen. Er entstand aus dem Namen *Lacus bodamicus*. Friedrich Kiefer weiß dazu zu berichten:

---

[1] vgl.: Burmeister, Karl Heinz: Der Rhein im europäischen Flusssystem. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 14-17. S. 14

[2] vgl.: Ross, Werner: Geschichte hält Wacht am Rhein. In: Ross, Werner und Först, Walter: Der Rhein. Porträt einer europäischen Landschaft. Freiburg im Breisgau 1973. S. 7-180. S. 8

[3] vgl.: Hübner, Paul: Der Rhein. Von den Quellen bis zu den Mündungen. München 1982. S. 12f

[4] siehe Fußnote 1 und 2

[5] vgl.: Schaller, Kurt: Der Einfluss der Stauseen auf Rhein und Bodensee. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 328-330. S. 328

[6] vgl.: Mallaun, Otto: Bodensee-Handbuch. 9. Aufl. Konstanz 1972. Überarbeitet von Lindner, Theo R. S. 14

> „Später [ab dem zehnten Jahrhundert] wurde der Name der fränkischen Königspfalz *Bodama* (heute Bodman, am nordöstlichen Ende des Bodanrücks) für die Benennung des Sees verwendet: lateinisch hieß er *Lacus bodamicus (Potamicus)*, deutsch podmensê - Bodmensee - Bodemsee - Bodensee.“ [1]

Es gibt aber noch eine zweite Theorie, nach welcher der Name vom griechischen *Potamicus* stammt, übersetzt heißt das *Fluß-See*.[2] Nach dieser Theorie hat der Rhein schon für den Namen des Bodensees eine Bedeutung, denn die Bezeichnung Fluß-See beschreibt in kürzest möglicher Weise eine oft übersehene Beziehung zwischen Fluß und See - nämlich, daß der See vielleicht nur eine Ausweitung des Rheins darstellt.

Doch für den Bodensee gibt es noch andere bekannte Namen. Ein Beispiel wäre die Bezeichnung *Rheinsee* oder auch *Seerhein*. Sie ist zwar weniger bekannt, aber trotzdem erwähnenswert, denn sie ist gewissermaßen die natürlichste und baut auf derselben Grundlage auf wie der eben erwähnte Fluß-See. Ein anderes Beispiel wäre das *Schwäbische Meer*, wie der See häufig in der poetischen Literatur heißt. Dieser Name kommt von den Schwaben, deren Herzogtum einst am See lag.

1.2.2 Die Gliederung

Der Bodensee kann und wird in verschiedenster Weise unterteilt. Dies kann schnell zu Verwirrungen führen. Die gröbste Unterteilung besteht darin, die beiden Seebecken zu trennen, einerseits den *Obersee* (den größeren Teil), andererseits den *Untersee*.

Etwas genauer wird es, wenn man den Bodensee in seiner Gesamtheit in vier Gebiete unterteilt. Das erste ist der *Obersee im engeren Sinne*, nämlich von Bregenz bis zur Linie Konstanz-Staad - Meersburg. (Diese Linie entspricht ungefähr der dortigen Fährlinie.) Von dort weiter bezeichnet man das Gebiet nach der größten Stadt: *Überlinger See*. Die sechs Kilometer lange Verbindung zwischen den beiden Seebecken nennt man *Seerhein*. (Mitunter wird aber auch der ganze See als Seerhein bezeichnet; im allgemeinen meint man jedoch nur dieses kleine Flußstück.) Das letzte Gebiet ist wiederum das zweite Seebecken: der *Untersee*.

Damit aber noch nicht genug. Der Obersee selbst wird wieder unterteilt: in die *Bregenzer Bucht*, die *Bucht von Friedrichshafen*, den *Konstanzer Trichter* und noch viele andere kleine Buchten beziehungsweise Vorsprünge und „Nasen“. Der Überlinger See und der Seerhein haben keine bedeutenden Unterteilungen. Erst im Untersee beginnt das Ganze von neuem. Er wird unterteilt in den *Gnadensee* (nördlich der Insel Reichenau), den *Markelfinger Winkel* (zwischen der Halbinsel Höri und der Gemeinde Markelfing), den *Radolfszeller See* oder auch kurz *Zeller See* (südlich der Halbinsel Höri) und schließlich noch den *Untersee im engeren Sinne* oder auch *Rheinsee* (im südlichen Teil des Untersees; am Schweizer Ufer entlang von Ermatingen bis nach Stein am Rhein).

---

[1] Kiefer, Friedrich: Naturkunde des Bodensees. 2. Aufl. Jan Thorbecke Verlag. Sigmaringen 1972. S. 10

[2] vgl.: Hübner, Paul: Der Rhein. Von den Quellen bis zu den Mündungen. München 1982. S. 81f

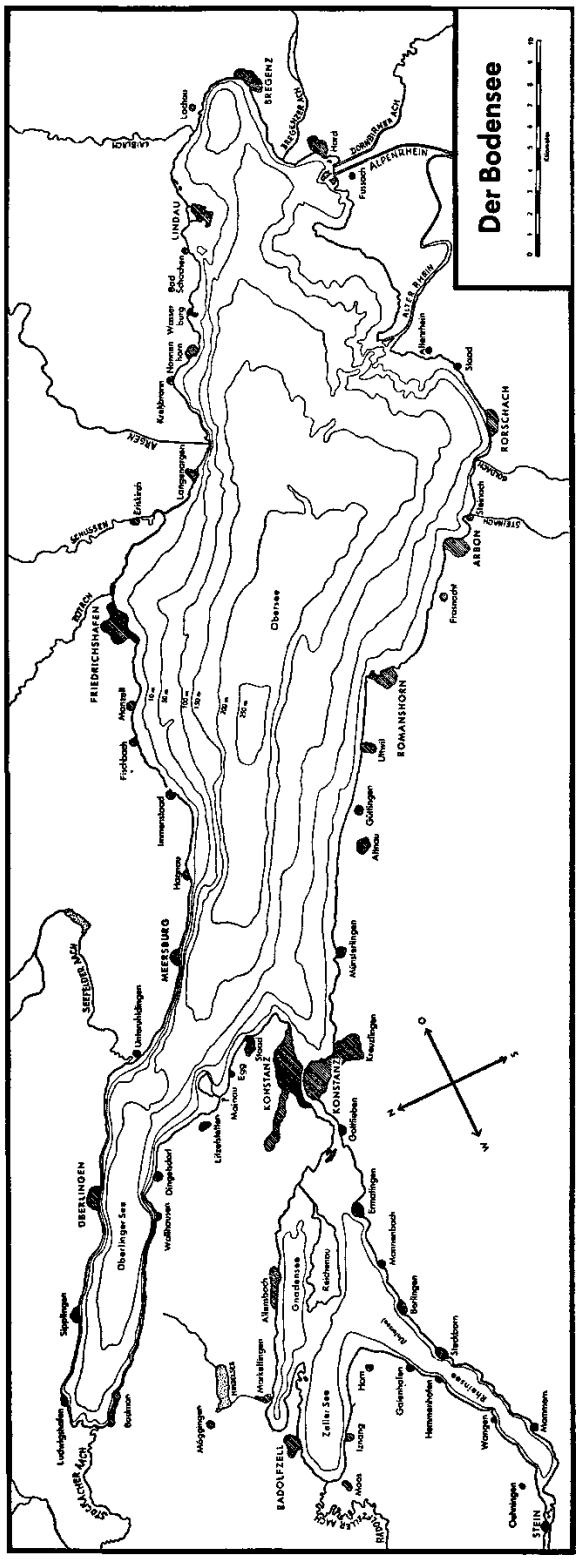


Abbildung 1.1: Der Bodensee[1]

1.2.3 Morphologische Daten

Wie für einen Fluß gibt es auch für einen See verschiedene Kennzahlen. Eine der wichtigsten ist die Oberfläche. Die Angaben für den Bodensee liegen dabei zwischen 538 und 540 Quadratkilometern.

[1] Kiefer, Friedrich: Naturkunde des Bodensees. 2. Aufl. Jan Thorbecke Verlag. Sigmaringen 1972. S. 10

Diese bedeutenden Schwankungen begründen sich vor allem darin, daß die Pegelstände schwanken. Wenn also der Wasserstand des Sees um einen Meter steigt, vergrößert sich auch die Oberfläche.[1] Im allgemeinen wird die mittlere Oberfläche mit 539 Quadratkilometern angegeben. Davon entfallen auf den Obersee 476 und auf den Untersee 63 Quadratkilometer.[2]

Aber nicht allein die Oberfläche macht die Größe des Sees aus. Auch die Tiefe und damit verbunden die Wassermenge sind bezeichnend. Die größte Tiefe des Bodensees befindet sich zwischen Uttwil und Fischbach. Sie wird meist mit 252 Meter angegeben, wobei natürlich wieder der Pegelstand eine Rolle spielt. Die tiefste Stelle im bedeutend flacheren Untersee wurde mit 46 Meter gemessen. Insgesamt wurde für den gesamten Bodensee eine mittlere Tiefe von $91,7$ Meter berechnet.[3]

Der nächste Punkt ist die Wassermenge. Sie macht die eigentliche Größe eines Sees aus. Im Bodensee-Handbuch von Otto Mallaun sind dazu die Berechnungen von A. Penck angeführt:

„

Obersee	47.600 Millionen m^3
Untersee	830 Millionen m^3
zusammen	48.430 Millionen m^3

Das *Steigen* des Seespiegels um 1 cm entspricht einer Wasserzunahme um:

Obersee von	$4,8$ Millionen m^3
Untersee von	$0,6$ Millionen m^3
Im Ganzen also	$5,4$ Millionen m^3

“ [4]

Die 10 größten Seen nördlich und südlich der Alpen im Vergleich:

„

See	Oberfläche	Größte Tiefe	Rauminhalt
	km^2	m	km^3
Genfer See	582	310	89
Bodensee	539	252	49
Gardasee	390	346	50
Neuenburger See	240	154	14
Langensee	212	372	37
Comer See	146	440	27
Vierwaldstätter See	115	214	12
Zürichsee	88	143	4
Chiemsee	85	73	2,2
Würmsee	57	123	3

“ [5]

Weiters sollte hier auch noch die Uferlänge erwähnt werden. Bei Mittelwasser beträgt die Gesamtuferlänge des Sees 263 Kilometer, wovon 173 Kilometer auf den Obersee und 90 Kilometer auf den Untersee entfallen.[2]

Dazu kommt noch die größte Breite des Sees. Friedrich Kiefer führt sie mit nahezu 15 Kilometern an, und zwar zwischen der Kreßbronner und Rohrschacher Bucht.[6] Ansonsten hört man

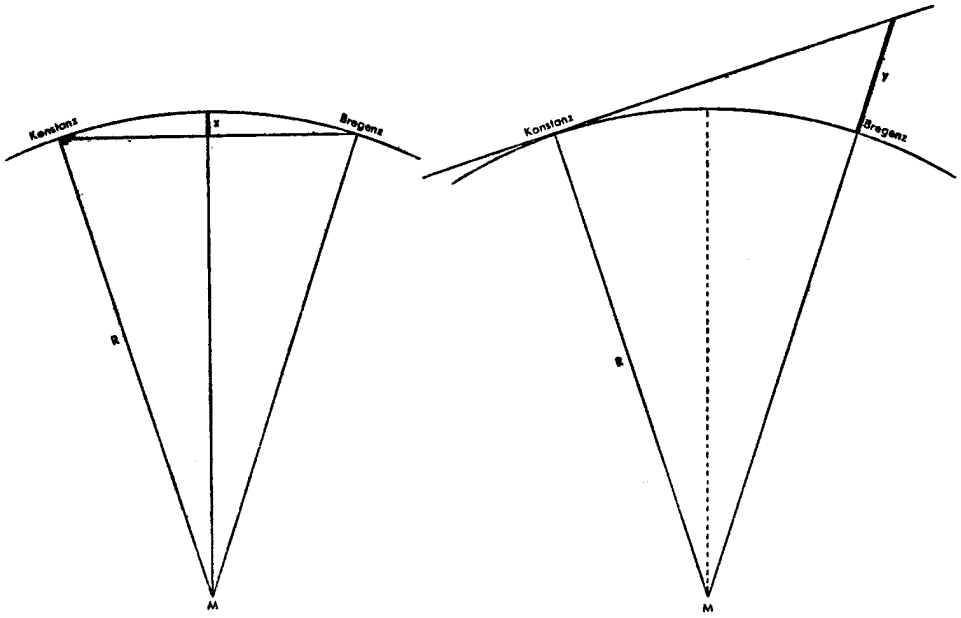
[1] vgl.: Kiefer, Friedrich: Naturkunde des Bodensees. 2. Aufl. Jan Thorbecke Verlag. Sigmaringen 1972. S. 42
[2] vgl.: Mallaun, Otto: Bodensee-Handbuch. 9. Aufl. Konstanz 1972. Überarbeitet von Lindner, Theo R. S. 16
[3] vgl.: Kiefer, Friedrich: Naturkunde des Bodensees. 2. Aufl. Jan Thorbecke Verlag. Sigmaringen 1972. S. 44
[4] Mallaun, Otto: Bodensee-Handbuch. 9. Aufl. Konstanz 1972. Überarbeitet von Lindner, Theo R. S. 17
[5] Kiefer, Friedrich: Naturkunde des Bodensees. 2. Aufl. Jan Thorbecke Verlag. Sigmaringen 1972. S. 43
[6] vgl.: Kiefer, Friedrich: Naturkunde des Bodensees. 2. Aufl. Jan Thorbecke Verlag. Sigmaringen 1972. S. 43

auch oft, die Linie Friedrichshafen - Romanshorn sei die breiteste Stelle. Sie ist aber nur etwa $12\frac{1}{2}$ Kilometer breit.

Über die längste Strecke des Bodensees schreibt derselbe Autor:

> „Am Obersee liegen Bregenz und Ludwigshafen am weitesten auseinander, nämlich in Luftlinie, die wieder etwas über Land zieht, stark 63 km. Die längste wirklich gerade Strecke, die man auf dem Bodensee überhaupt fahren kann, geht vom Ende des Überlinger Sees ans Ufer der Halbinsel Rohrspitz ganz im Süden. Es sind etwas über 56 km.“[1]

Als letztes sei hier noch das Phänomen der Wölbung des Seespiegels erwähnt. Jeder kennt dieses Phänomen und weiß, daß es mit der Kugelgestalt der Erde zu tun hat; doch eigentlich denkt man erst bei so riesigen Flächen wie Ozeanen daran. Doch bereits auf der Strecke von Konstanz nach Bregenz macht die Wölbung einige Meter aus.



19 Wölbung des Seespiegels zwischen Konstanz und Bregenz (Original). (R = Erdradius, M = Erdmittelpunkt.)

20 Wölbung des Seespiegels zwischen Konstanz und Bregenz. Tangentialebene von Konstanz (Original). (R = Erdradius, M = Erdmittelpunkt.)

Abbildung 1.2: Die Wölbung des Seespiegels[2]

Würde man Bregenz und Konstanz geradlinig verbinden, was ungefähr eine Strecke von 46 Kilometer Länge ergäbe, so läge der Mittelpunkt der Stecke nicht weniger als 42 Meter unter der Wasseroberfläche.[3]

Würde man in Konstanz die Tangentialebene anlegen, so wäre in Bregenz zwischen ihr und dem Seespiegel 164 Meter Raum. Dies erklärt, warum man niemals von Bregenz direkt nach Konstanz sehen können wird.[3]

---

[1] Kiefer, Friedrich: Naturkunde des Bodensees. 2. Aufl. Jan Thorbecke Verlag. Sigmaringen 1972. S. 43

[2] Kiefer, Friedrich: Naturkunde des Bodensees. 2. Aufl. Jan Thorbecke Verlag. Sigmaringen 1972. S. 46

[3] vgl.: Kiefer, Friedrich: Naturkunde des Bodensees. 2. Aufl. Jan Thorbecke Verlag. Sigmaringen 1972. S. 45f

Kapitel 2

Die Entstehung von Rhein und Bodensee

Über dieses Thema machten sich schon viele Gedanken: Wissenschaftler und Hobbygeologen, Freizeitkapitäne des Bodensees und Buchautoren, so auch Paul Hübner:

> „Ist der Bodensee nur der durch eine riesige erdgeschichtliche Grube erweiterte Rhein? Also Bodensee gleich Rhein, Rhein gleich Bodensee? [...] Wenn es sich so verhielte, dann [...] müßte insgesamt vom Bodensee-Rhein gesprochen werden. Ganz ist das nicht abzuweisen.“ [1]

2.1 Die Geschichte der geologischen Erforschung

Es ist ganz natürlich, daß Ansichten über die Entstehung ganz bedeutend von allgemein vorherrschenden Meinungen beeinflußt wurden. Jede Änderung dieser allgemeinen Meinung veranlaßte Wissenschaftler, neue Beweise für ihre Theorien zu liefern. Langsam entwickelten sich auf diese Weise die heutigen Erkenntnisse.

Während des Mittelalters herrschte wohl der Glaube vor, daß alles aus der Hand des Schöpfers hervorgegangen sei. Später, zwischen dem 18. und 19. Jahrhundert, als die Ideen der Plutonisten weithin verbreitet wurden, sah man im Bodensee eine durch Vulkanausbrüche aufgerissene Spalte, die mit Wasser aufgefüllt worden war. Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts kam dann die Glazialtheorie auf, wonach das Becken des Sees durch die Erosionsarbeit des Rheingletschers entstand. Die Theorie, daß der Gletscher der ausschließlich Faktor war, wurde aber schon bald verdrängt. Es folgten Theorien über tektonische Gründe (Demnach wäre der See ein Einsturzbecken.) und auch über die Erosionskraft von Flüssen (In diesem Fall wäre der See ein Auswaschungssee.).[2]

---

[1] Hübner, Paul: Der Rhein. Von den Quellen bis zu den Mündungen. München 1982. S. 81

[2] vgl.: Schmiedle, Wilhelm: Die Geschichte der geologischen Erforschung des Bodensees. Freiburg im Breisgau. (Separat-Abdruck aus: Bad. Geol. Abhandl. Jahrg. III/1931. Heft 1 und 2. S. 1f

2.2 Die Vorgeschichte

Am Beginn der Jurazeit fand eine allgemeine Meeresüberflutung statt, die Tethys entstand. In ihr lagerten sich bei tropischem Klima Kalke, Sande und Tone ab, aus denen heute unsere Alpen bestehen. In der mittleren Kreidezeit zog sich die Tethys gegen Süden zurück. Bei Bregenz dürfte das Ufer gelegen haben.[1] Weit im Süden tauchten die ersten, langgestreckten Inseln aus dem Meer auf: der Beginn der Auftürmung der Alpen.

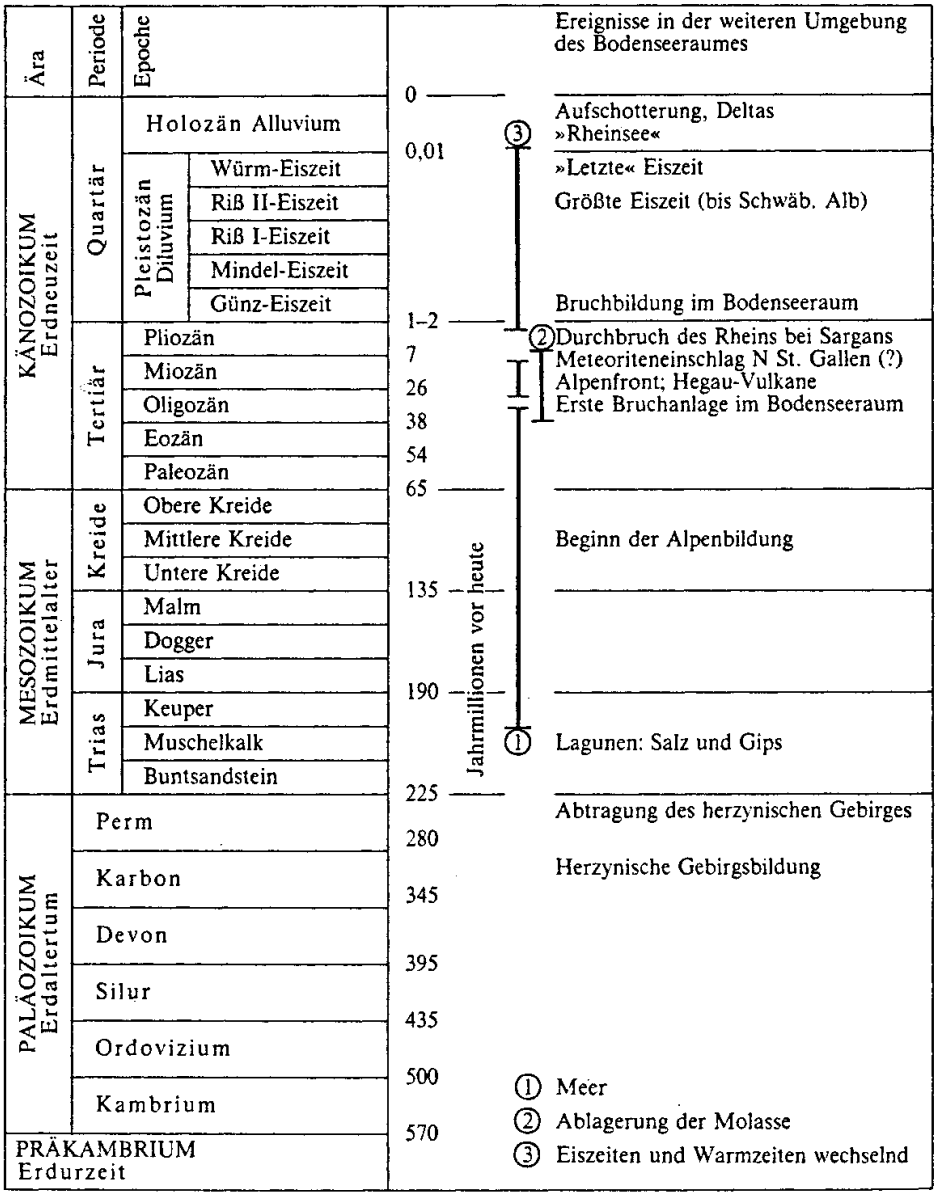


Tabelle 2.1: Erdgeschichtliche Zeittafel[2]

[1] vgl.: Heierli, Hans: Zur geologischen Geschichte von Bodensee und Rheintal. In: Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung. Selbstverlag des Bodenseegeschichtsvereins; Friedrichshafen H. 104 1986. S. 164-175. S. 165

[2] Heierli, Hans: Zur geologischen Geschichte von Bodensee und Rheintal. In: Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung. Selbstverlag des Bodenseegeschichtsvereins; Friedrichshafen H. 104 1986. S. 164-175. S. 164

Die Urflüsse der werdenden Alpen, unter ihnen auch der Ur-Rhein, trugen ihre Schuttmassen weit ins Vorland hinaus, mündeten aber noch weit westlich des heutigen Bodensees. Die Trümmergesteine aus diesen Schuttmassen faßt man unter dem Begriff Molasse zusammen. Die Molassezeit läßt sich in vier Hauptphasen unterteilen:

> „untere Meeresmolasse (mittleres Ogliozän),
> untere Süßwassermolasse (jüngeres Ogliozän),
> obere Meeresmolasse (älteres Miozän) und
> obere Süßwassermolasse (mittleres und jüngeres Miozän)“ [1]

Das nun von der Tethys abgeschnittene Restmeer wurde im Norden von der Jurakette und im Süden von den Alpen begrenzt.[2] Im Westen hatte der Meeresarm über das Rhônetal Verbindung mit dem Tethysmeer und im Osten mit dem Meer im Wiener Becken.[3]

Der Meeresboden wurde durch die gewaltigen Mengen an Schutt angehoben, doch glich eine Absenkung des Gebietes dies immer wieder aus. Als diese Absenkung jedoch langsamer erfolgte als die Aufschüttung durch die Flüsse, wurde der Meeresarm eingeengt und sowohl vom Meer im Wiener Becken als auch von der Tethys abgetrennt. Das Wasser wurde zunächst brackig und schließlich zu Süßwasser. Eine erneute, stärkere Senkung des Gebietes ließ das Meer von Osten und Westen wieder einfluten. Viel später kam es dann zu einer nochmaligen Aussüßung. Mit der Zeit wurde das große Süßwasserbecken zugeschüttet und das so entstandene Landgebiet sogar einige hundert Meter über den Meeresspiegel gehoben.[3]

In jüngeren Miozän, als auch die Molassezeit zu Ende ging, bildete sich auch die heutige Alpenfront „- gewissermaßen ein letztes Aufbäumen der gebirgsbildenden Kräfte“[4]. Dabei wurden die Molasseplatten im Vorgelände „zerbrochen, verbogen und übereinandergeschoben“[4].

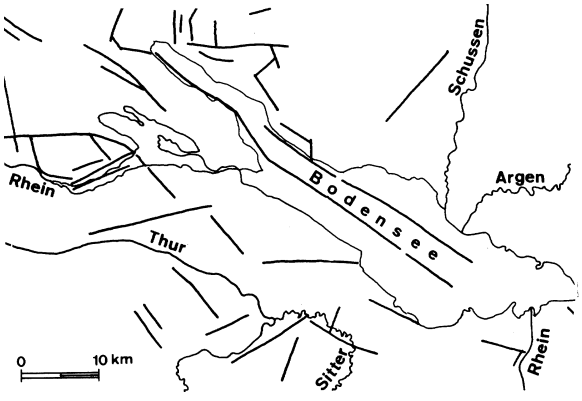


Abbildung 2.1:
„Die Bedeutendsten Bruch- und Scherstörungen als Anlage für die Bodensee-Landschaft und das Bodensee-Becken, vorwiegend nach F. Hofmann 1973 K, nach Hantke 1987.“ [6]

---

[1] Kiefer, Friedrich: Naturkunde des Bodensees. 2. Aufl. Jan Thorbecke Verlag. Sigmaringen 1972. S. 13

[2] vgl.: Miller in Effendorf, Dr. Konrad: Das Molassemeer in der Bodenseegegend. Kommissionsverlag von Johann Thomas Stettner; Lindau 1877. Separat-Abdruck. S. 4

[3] vgl.: Kiefer, Friedrich: Naturkunde des Bodensees. 2. Aufl. Jan Thorbecke Verlag. Sigmaringen 1972. S. 13

[4] Heierli, Hans: Zur geologischen Geschichte von Bodensee und Rheintal. In: Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung. Selbstverlag des Bodenseegeschichtsvereins; Friedrichshafen H. 104 1986. S. 164-175. S. 166

[6] Hantke, René: Die Entstehungsgeschichte des Alpenrheintals. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 20-30. S. 24

2.3 Die Entstehung des Rheins

Wie bereits erwähnt, brachte ein Ur-Rhein bereits in den gerade aufsteigenden Alpen die Wassermassen zu Tal (bzw. ins Meer). Wie jeder Fluß bahnte er seinen Lauf, den gesteinsmäßigen Gegebenheiten entsprechend, durch die Felsmassen. Der Lauf dieses Ur-Rheins richtete sich bis ins jüngste Tertiär in nordwestlicher Richtung.[1] In dieser Richtung äußert sich auch Otto Mallaun: „Der Ur-Rhein ergoß sich in die Walensee- und Zürichseefurche“[2].

Erst später, im jüngeren Pliozän, änderte sich der Lauf des Flußes. Dies geschah entweder aufgrund einer neuen Gebirgsfaltung bei Sargans[3], oder der Rhein vermochte mit seiner Kraft den „Riegel zwischen Fläscherberg und Schollberg bei Sargans zu schleifen“[4]. Von dieser Zeit an wandte sich der Rhein gegen Norden. Für das Rheintal bis Feldkirch gilt wohl auch, daß sich der Rhein seinen Weg durch die weichsten Gesteine (in diesem Fall weichen Flyschmergel) gebahnt hat. Von Rankweil bis zum Bodensee verläuft die Rheinlinie jedoch durch einen Süd-Nord verlaufenden Graben[5]. Der Einbruch dieses Grabens erfolgte wahrscheinlich in einer späten Phase der Alpenfaltung.[5]

Zu dieser Zeit existierte aber noch kein Bodensee, der die Fluten des Alpenrheins aufnehmen und bei Stein wieder in den Hochrhein abgeben konnte. Der frühe Vorgänger erreichte nach Otto Mallaun, über das Gebiet von Ravensburg strömend, das Tal der Donau[3] und entwässerte somit nach Osten in Richtung des heutigen Schwarzen Meers.

Erst durch die Entstehung des Bodenseebeckens wandte sich der Rhein wieder in nördlichere Richtung. In der Gegend von Stein, wo der Rhein auch heute noch den Bodensee verläßt, floß er nun in westlicher Richtung ab und nahm bei Koblenz seinen älteren Lauf, den er wohl während seiner ersten nach Norden weisenden Entwässerungsphase gegraben hatte, wieder auf.[3]

2.4 Die Entstehung des Bodensees

Hiermit treffen wir auf die zeitlich erste Bedeutung des Rheins für den Bodensee, denn wenn auch heute bereits nachgewiesen worden ist, daß der Bodensee nicht allein vom Rheingletscher und auch nicht von der Erosionskraft des Fließwassers dieses Flusses allein hervorgebracht wurde, wo ist doch klar, daß diese beiden Kräfte sehr massiv daran mitgewirkt haben.

---

[1] vgl.: Heierli, Hans: Zur geologischen Geschichte von Bodensee und Rheintal. In: Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung. Selbstverlag des Bodenseegeschichtsvereins; Friedrichshafen H. 104 1986. S. 164-175. S. 170

[2] Mallaun, Otto: Bodensee-Handbuch. 9. Aufl. Konstanz 1972. Überarbeitet von Lindner, Theo R. S. 13

[3] vgl.: Mallaun, Otto: Bodensee-Handbuch. 9. Aufl. Konstanz 1972. Überarbeitet von Lindner, Theo R. S. 13

[4] Heierli, Hans: Zur geologischen Geschichte von Bodensee und Rheintal. In: Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung. Selbstverlag des Bodenseegeschichtsvereins; Friedrichshafen H. 104 1986. S. 164-175. S. 170

[5] vgl.: Heierli, Hans: Zur geologischen Geschichte von Bodensee und Rheintal. In: Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung. Selbstverlag des Bodenseegeschichtsvereins; Friedrichshafen H. 104 1986. S. 164-175. S. 168

Den ersten (und somit vielleicht wichtigsten) Grund für die Existenz des Sees muß man aber wahrscheinlich in den gebirgsbildenden Kräften suchen. Im jüngeren Miozän und älteren Pliozän wurden ältere Schwachstellen im Zusammenhang mit dem Anbranden der Alpen von Süden und der Hebung des Molassevorlandes reaktiviert. Es entstanden bruchartige Verstellungen und Grabenzonen im Gebiet des Bodenseebeckens.[1]

Als dann im Pleistozän die Alpengletscher in mehreren mächtigen Vorstößen ihr Eis durch die Täler und weit ins Vorland schoben, folgten sie natürlich solchen geologischen Gegebenheiten.

Für das Bodenseebecken ist dabei besonders der Rheingletscher von großer Bedeutung. Dieser schob seinen größeren und mächtigeren Arm durch das Rheintal in dieses Gebiet. In jeder der vier Eiszeiten (Günz-, Mindel-, Riß- und Würmeiszeit) schleifte er fleißig weiter, formte, grub und transportierte das Geröll an seine äußeren Enden (während der Rißeiszeit bis zu 115 Kilometer gegen Westen)[2], wo es in Form von Moränen abgelagert wurde.

In den Interglazialen, den Zwischeneiszeiten, bildeten sich in dem zurückgebliebenen Becken stets ein Süßwassersee: die Vorläufer des heutigen Bodensees. Da diese Vorläufer zum Teil ein noch sehr starkes Gefälle aufwiesen, verrichtete in den Zwischeneiszeiten auch das fließende Wasser nicht unbedeutende Erosionsarbeit. Der zweite Vorläufer (Mindel-Riß-Interglazial) wurde dabei sogar völlig entleert.[2]

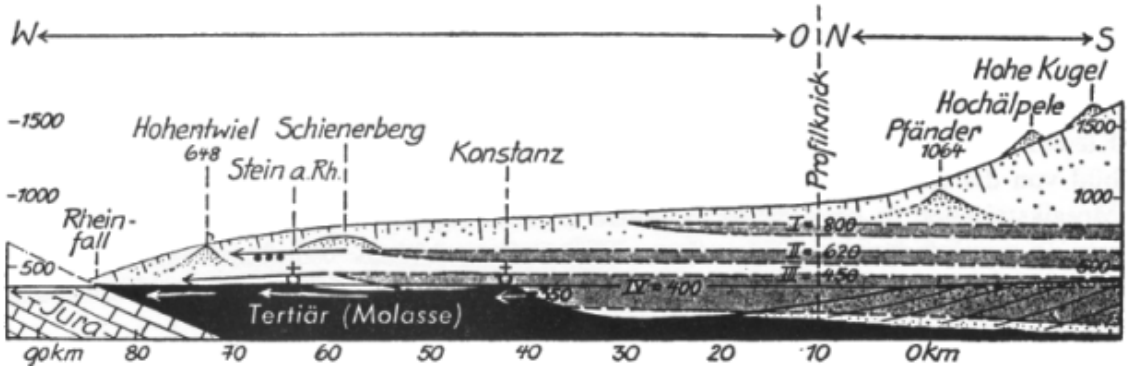


Abbildung 2.2: „Schnitt durch den Rheingletscher (17fach überhöht).
Gemauert = Weißjura, stark einfallend; dunkel getönt = Tertiär (Molasse); schräg geschichtet und punktiert = Aufschüttungen im Rheinsee; leicht getönt = frühere Bodenseebecken: I = Bodensee kurz nach der Günzeiszeit (800 m NN [über Normalnull], noch nach Norden entwässernd); II = Bodensee kurz nach der Mindeleiszeit (etwa 620 m NN nach Westen entwässernd); III = Bodensee nach der Rißeiszeit (etwa 450 m NN, absinkend bis auf etwa 350 m Spiegelhöhe, aber das Interglazial überdauernd); IV = postglazialer (heutiger) Bodensee mit Auffüllungen.
Die Pfeile zeigen die Entwässerungsrichungen (nach Gg. WAGNER).“ [3]

Nach dem letzten Rückzug des Rheingletschers bildete sich der unmittelbare Vorgänger des heutigen Bodensees. Dieser reichte allerdings noch das ganze Rheintal hinauf und hatte bei Sargans Verbin-

[1] vgl.: Heierli, Hans: Zur geologischen Geschichte von Bodensee und Rheintal. In: Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung. Selbstverlag des Bodenseegeschichtsvereins; Friedrichshafen H. 104 1986. S. 164-175. S. 168

[2] vgl.: Kiefer, Friedrich: Naturkunde des Bodensees. 2. Aufl. Jan Thorbecke Verlag. Sigmaringen 1972. S. 16

[3] Kiefer, Friedrich: Naturkunde des Bodensees. 2. Aufl. Jan Thorbecke Verlag. Sigmaringen 1972. S. 16

dung mit dem Wallensee und Zürichsee. Es war der sogenannte Rhein-Linth-See.[1] Seine Fläche betrug zur Zeit der größten Ausdehnung laut FRIEDRICH KIEFER rund 1.200 Quadratkilometer, das ist mehr als doppelt so groß wie der heutige Bodensee.[2]

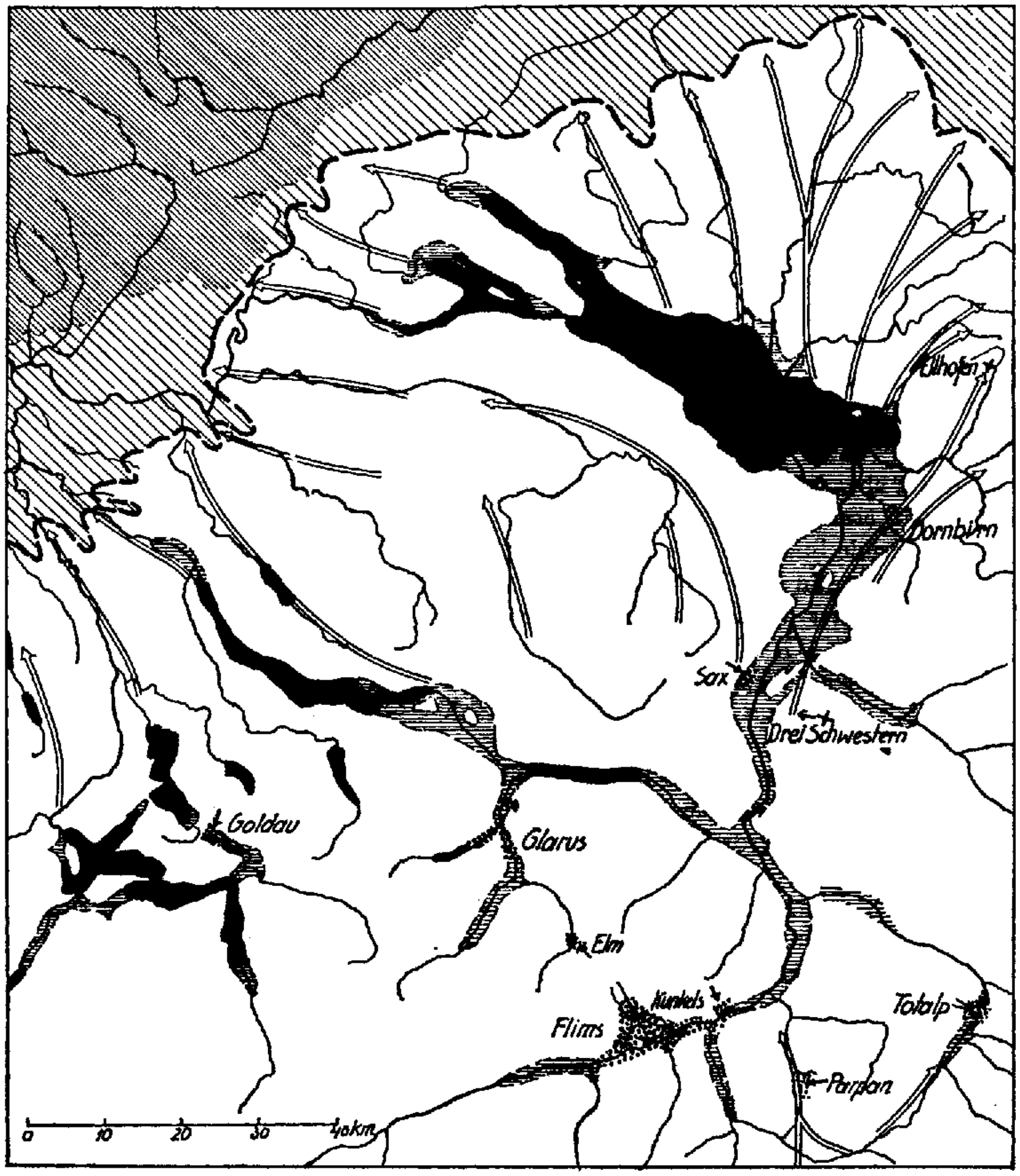


Abbildung 2.3: „Seen im Gebiet des Alpenrheins und der Ostschweiz.
Schwarz = heutige Seenflächen; waagrecht schraffiert = postglazial verlandete Seen; punktiert = Bergstürze, Pfeile = deren Sturzbahn. Bodensee, Walensee und Zürichsee hängen postglazial als Rheinsee [Rhein-Linth-See] zusammen. Eng, schräg schraffiert = nicht vereistes Gebiet; weit schräg schraffiert = während der letzten Eiszeit zusätzlich eisfrei. Die Pfeile mit Doppellinien geben die Hauptstromlinien des Rheingletschers während der letzten Eiszeit an (nach Gg. WAGNER).“ [3]

Der fjordartige Arm im Rheintal wurde aber innerhalb von Jahrtausenden mit Geschiebematerial von Zuflüßen und aus Bergstürzen zugeschüttet. Heute arbeitet der Rhein daran den Obersee zuzuschütten, wofür er aber wiederum Jahrtausende benötigen wird.

[1] vgl.: Oberhauser, Rudolf: Zur Geologie von Götzis. In: Götzner Heimatbuch; Fehle, Dr. Walter (Hg. im Auftrage der Marktgemeinde Götzis). Selbstverlag der Marktgemeinde Götzis 1988. S. 19-33. S. 30

[2] vgl.: Kiefer, Friedrich: Naturkunde des Bodensees. 2. Aufl. Jan Thorbecke Verlag. Sigmaringen 1972. S. 18

[3] Kiefer, Friedrich: Naturkunde des Bodensees. 2. Aufl. Jan Thorbecke Verlag. Sigmaringen 1972. S. 17

Kapitel 3

Die Bedeutung der Rheinregulierung für den Bodensee

3.1 Die Verhältnisse vor den Regulierungsmaßnahmen

Vor mehr als zwei Jahrhunderten war der Rhein eigentlich noch in keiner besonderen Weise von Menschenhand beeinflußt. Er mäandrierte noch relativ ungehindert durch das Tal. Der Fluß ließ sich durch nichts aufhalten und wechselte so zusätzlich immer wieder das Bett. Der Rhein war also ein breiterer, aber weniger tiefer Fluß als heute. In seinem Bett bildeten sich im Laufe der Zeit viele alternierende Kiesbänke, mit denen der Fluß seinen Lauf selbst beeinträchtigte.[1]

In den Bodensee mündete der launische Fluß an wechselnden Stellen; so darf man vermuten, daß er ein oder zwei seiner Mündungsgebiete am Rohrspitz hatte. Darauf weisen zumindest die Seehalden-Tiefenlinien hin, die auf ein früheres Mündungsdelta schließen lassen. Aber auch die Mündung des heutigen Alten Rheins am Rheinspitz wird durch die Verhältnisse im See als Mündungsbereich des Rheinstromes bestätigt. Hier zeigt sich nämlich ein unterirdisches Rinnsal am Seegrund, das mit starkem Gefälle in die großen Seetiefen absteigt; auf diesem Wege wurde das kalte Wasser des Rheins sowie sein Schutt und Geröll in größere Tiefen des Sees verfrachtet.[2]

Geschiebematerial bringt der Rhein überhaupt seit seiner Entstehung stets mit sich. Er hat so das Rheintal aufgeschüttet und arbeitet seit jeher an weiteren Aufschüttungen in seinem Deltabereich. Vor der Regulierung des Rheins lagerte sich ein Teil des mitgeführten Geschiebes noch im Rheintalbereich ab, was zu einer folgenschweren Hebung der Rheinsohle führte.[1] Der Rest wurde speziell während der Mündungszeit am Rheinspitz durch die Rinne im Seegrund in dessen tiefsten Bereichen abgelagert.[2]

---

[1] vgl.: Dunker, E.R. von: Höchste Zeit zum Reinschauen in die „Rhein-Schauen“. In: IBN (Internationale Bodensee & Boot Nachrichten) 29. Jg. 1992; H. 19. S. 20-23. S. 21

[2] vgl.: Waibel, Ferdinand: Die Werke der Internationalen Rheinregulierung. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 206-235. S. 230

In Zeiten hoher Zuflußmengen trat der Fluß aufgrund der oben genannten Verhältnisse oft über seine Ufer und verursachte so verheerende Überschwemmungskatastrophen. Die Menschen siedelten sich trotzdem an den Ufern des Rheins an, und zwar in erster Linie, weil sein Schwemmland äußerst fruchtbar war. Durch die Nähe des Flusses waren diese Menschen stets von Hochwässern bedroht und betroffen.

3.2 Die Entwicklung der Schutzbauten und -bautätigkeit bis zur Internationalen Rheinregulierung

Bedroht von den immer wiederkehrenden Überschwemmungen fing man an, einzelne Stellen durch primitive Bauten, wie in die Fluten gehängte Tannen mit Ästen,[1] gegen die Naturgewalt des Wassers zu schützen. Zunächst waren es einzelne Bauern beziehungsweise Großgrundbesitzer, die ihr Land zu schützen versuchten. Mit der Zeit nahmen dann die am Fluß liegenden Gemeinden die Verwuhrung in die Hand. Die einzelnen Gemeindemitglieder hatten die sogenannten Wuhrleistungen beziehungsweise die Wuhrschutzpflicht zu erbringen; sie waren in Form von unbezahlter Arbeitszeit an den Wuhrbauten oder durch Geldmittel zu entrichten.

Diese Schutzbauten wurden von den Gemeinden aber nur für das eigene Gebiet errichtet, und so waren sie nicht immer sehr zweckmäßig. Es galt das sogenannte „Floriansprinzip“[2]. Sehr oft wurden Schupfwuhren, die das herandrängende Wasser lediglich auf die andere Seite des Flusses ablenkten, die Strömung also an die gegenüberliegende Seite „schupfen“ sollten,[3] verwendet. Dadurch entstanden richtiggehende Feindschaften[4] zwischen den Rheingemeinden auf der vorarlbergischen und auf der Schweizer Seite. Auch bedeuteten die für die armen Gemeindemitglieder bald übermäßigen Wuhrleistungen und die allmähliche Versumpfung große Probleme.

Die Rheingemeinden wurden durch die andauernde Belastung immer ärmer. Die entsprechenden Schutzbauten zu errichten beziehungsweise zu erhalten, bereitete immer größere Schwierigkeiten. Die ersten Leute begannen aus dem direkten Rheinvorland abzuwandern, da sie hier keine Zukunft mehr sahen. Schließlich wendeten sich die Gemeinden hilfesuchend an höhere Stellen: die Schweizer zunächst an den Kantonsrat von St. Gallen und später sogar an die Bundesversammlung[5]; die

[1] vgl.: Sandholzer, Paul: Altach und der Rhein. In: Rheticus-Gesellschaft: Kummenberg. 1.Jg. 1992. S. 73-83. S.75

[2] vgl.: Dunker, E.R. von: Höchste Zeit zum Reinschauen in die „Rhein-Schauen“. In: IBN (Internationale Bodensee & Boot Nachrichten) 29. Jg. 1992; H. 19. S. 20-23. S. 21

[3] vgl.: Sandholzer, Paul: Altach und der Rhein. In: Rheticus-Gesellschaft: Kummenberg. 1.Jg. 1992. S. 73-83. S.76

[4] vgl.: Warth, Werner: Die Schweiz, der Kanton St. Gallen, die Rheintalgemeinden und die Rheinkorrektion von 1848. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 152-157. S. 157

[5] vgl.: Bucher, Silvio: Die Petitionen der st. gallischen Rheingemeinden zur Rheinkorrektion im 19. Jahrhundert. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rhe inregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 158-169. S. 158, 166

Österreicher versuchten es am Kreisamt in Bregenz aber auch bei der Regierung in Wien[1] und sogar beim damaligen Kaiser Franz I[2].

Es sind zahlreiche Petitionen der betroffenen Rheintalgemeinden bekannt. Eine der ersten wirklich wichtigen Petitionen dürfte jene gewesen sein, in der am 28. Januar 1832 sämtliche St. Galler Rheingemeinden die Übernahme des Uferschutzes, vor allem der finanziellen Belastungen, durch die Eidgenossenschaft forderten.[3]

Durch nicht wenige zum Teil sogar sehr katastrophale Überflutungen im 19. Jahrhundert kam der Rhein den Forderungen der Gemeinden indirekt zu Hilfe. In Vorarlberg nahm der bekannte Wasserfachmann Alois Negrelli seine Arbeit auf. Paul Sandholzer berichtet dazu:

> „Unter Negrelli entstand systematisch ein wirkungsvoller Uferschutz, sodaß die Vorarlberger Seite ab 1834 50 Jahre lang von Katastrophen verschont blieb, während sich auf der Schweizer Seite 8 Überschwemmungen ereigneten.“ [4]

Zusätzlich gehörten ab 1830 die Wasserbauten zum Aufgabenbereich des Staates, wodurch den kleinen Gemeinden die große finanzielle Bürde abgenommen wurde.

Die Schweizer reagierten etwas langsamer, zogen dann in den 50iger Jahren aber auch mit einer systematischen Regulierung ihrer Seite nach.[5]

Die jeweils einseitigen Bemühungen führten schlußendlich nicht zum Ziel und so begannen die ersten bilateralen Verhandlungen zwischen den Ländern Schweiz und Österreich.

Schon vor und während diesen Verhandlungen entstanden aber die verschiedensten Korrektionsvarianten und Durchstichsprojekte in den Köpfen von Wasserbauingenieuren und anderen. Man dachte zum Beispiel an einen Durchstich des sogenannten Eselschwanzes bei Gaißau aber auch an eine Ableitung des Rheins von der starken Biegung aus durch das Niederried in den Bodensee.

Erste Projekte dazu legte der Tiroler Baudirektor Bagara schon 1792 vor.[6] Fast drei Jahrzehnte später (1826) erarbeitete der Baudirektionsadjunkt Joseph Duile[6] den ersten Plan einer durchgehenden Rheinregulierung, und erneut lag das Hauptaugenmerk auf dem Eselschwanzdurchstich.

Im Jahre 1847 verbreitete der sanktgallische Ingenieur- und Architektenverein als Reaktion auf

---

[1] vgl.: Rohner, Hans: Baragas Plan von 1792 und Korrektionsvarianten im Vorfeld des Staatsvertrages von 1892. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 144-151. S. 144

[2] vgl.: Sandholzer, Paul: Altach und der Rhein. In: Rheticus-Gesellschaft: Kummenberg. 1.Jg. 1992. S. 73-83. S.79

[3] vgl.: Bucher, Silvio: Die Petitionen der st. gallischen Rheingemeinden zur Rheinkorrektion im 19. Jahrhundert. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rhe inregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 158-169. S. 158

[4] Sandholzer, Paul: Altach und der Rhein. In: Rheticus-Gesellschaft: Kummenberg. 1.Jg. 1992. S. 73-83. S. 79

[5] vgl.: Bucher, Silvio: Die Petitionen der st. gallischen Rheingemeinden zur Rheinkorrektion im 19. Jahrhundert. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rhe inregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 158-169. S. 166

[6] vgl.: Rohner, Hans: Baragas Plan von 1792 und Korrektionsvarianten im Vorfeld des Staatsvertrages von 1892. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 144-151. S. 144



Abbildung 3.1: Der Eselschwanz[1]

das katastrophale Hochwasser des Vorjahres das von HARTMANN[2] schon 1838 in die Diskussion geworfene Projekt eines Durchstichs östlich von Fußach. In einem Gutachten des Oberingenieurs MEUSBURGER von 1861/62[2], das die Gegnerschaft der Vorarlberger gegen das Fußacher Projekt vermindern sollte, wurde dann auch tatsächlich ein zweiter Durchstich bei Widnau für nötig befunden.

Am 19. September 1871 stand endlich das „Präliminar-Übereinkommen zwischen der Schweiz und Österreich betreffend die Rheinkorrektion von Kriessern bis zum Bodensee“[3] fest und wurde nachfolgend auch von beiden Regierungen ratifiziert. Es beinhaltete den Willensentscheid der beiden Staaten, die Durchstichsprojekte bei Fußach und Diepoldsau auf gemeinsame Kosten auszuführen. Eine vor allem von den Vorarlbergern geforderte Bedingung war aber immer noch die Gleichzeitigkeit dieser beiden Durchstichsprojekte, was die Schweizer für unnötig, ja sogar sehr übertrieben hielten.

3.3 Die Staatsverträge

Die zwischenstaatlichen Verhandlungen und das Präliminiar-Abkommen von 1871 hatten den Staatsvertrag von 1892 und in Folge auch die von 1924 und 1954 als Ergebnis.

---

[1] Schautafel der Ausstellung „Rheinschauen“. Foto: Johann Lederle

[2] vgl.: Rohner, Hans: Baragas Plan von 1792 und Korrektionsvarianten im Vorfeld des Staatsvertrages von 1892. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 144-151. S. 146

[3] vgl.: Rohner, Hans: Baragas Plan von 1792 und Korrektionsvarianten im Vorfeld des Staatsvertrages von 1892. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 144-151. S. 151

3.3.1 Der Staatsvertrag von 1892

Dieser Vertrag umfaßt insgesamt 18 Artikel und wurde noch zwischen dem österreichischen Kaiser Franz Joseph I und dem Bundesrat der Schweizer Eidgenossenschaft geschlossen. Die wichtigsten Artikel beziehungsweise Bestimmungen sind:

> „Artikel 1.
> Die von beiden Regierungen gemeinsam auszuführenden Werke der Rheinregulierung sind folgende:
>
> A. Auf gemeinsame Kosten auszuführende Werke:
>
> 1. Der untere Durchstich bei Fußach;
> 2. die Normalisierung und Flussbetteintiefung in der Zwischenstrecke von der Einmündung des Fußacher Durchstichs aufwärts bis zur Ausmündung des Diepoldsauer Durchstiches;
> 3. der obere Durchstich bei Diepoldsau;
> 4. die Regulierung der Flußstrecke von der Einmündung des Diepoldsauer Durchstiches aufwärts bis zur Illmündung;
> 5. die infolge von obigen Werken neu herzustellenden Brücken, Straßen und Wege, sowie die an solchen bereits bestehenden Objecten infolge der Regulierung etwa vorzunehmenden Reconstructionen und Abänderungen;
> 6. die zur Schaffung eines genügenden Durchflussprofiles für die Hochwässer nötigen Flutöffnungen bei den bestehenden Brücken, sowie die aus diesem Grunde nötigen Zurücksetzungen von Hochwasserdämmen.
>
> [...]“ [1]

> „Artikel 4.
> Die Bauzeit für die Durchführung der gemeinsamen Werke wird auf vierzehn Jahre festgesetzt und sind die im Artikel 1 angeführten Herstellungen an den beiden Durchstichen im ersten Baujahre nach erfolgter Ratification dieses Vertrages gleichzeitig zu beginnen und derart zu fördern, daß der Fußacher Durchstich längstens im sechsten Baujahre und der Diepoldsauer Durchstich nach erfolgter Ausbildung der Zwischenstrecke und Beschaffung der nötigen Vorflut im elften Baujahre eröffnet werden kann.
> [...]“ [1]

> „Artikel 6.
> Die Gesammtkosten für alle von beiden Regierungen auf gemeinsame Kosten auszuführenden Werke beziffern sich [...] auf die Summe von 16,560.000 Francs. Diese Kosten werden von beiden Regierungen zu gleichen Teilen [...] getragen
> [...]“ [1]

> „Artikel 9.
> Die Ausführung des gemeinsamen Werkes der Rheinregulierung und die Leitung aller damit in einem inneren Zusammenhange stehenden Angelegenheiten wird einer aus vier Mitgliedern und vier Ersatzmännern verstehenden internationalen Rheinregulierungscommission überantwortet, welcher die Ueberwachung und Verwaltung des gemeinsamen Unternehmens in technischer administrativer und

[1] Staatsvertrag zwischen Österreich-Ungarn und der Schweiz über die Regulierung des Rheins von der Illmündung stromabwärts bis zur Ausmündung desselben in den Bodensee. Abgeschlossen zu Wien am 30. Dezember 1892.

finanzieller Hinsicht obliegt.
Die beiden Regierungen bezeichnen je zwei Vertreter und zwei Ersatzmänner
[...]“ [1]

„Artikel 10.
Für die Durchführung der nach den Beschlüssen der internationalen Rheinregulierungscommission auszuführenden gemeinsamen Regulierungswerke werden zwei Localbauleitungen aufgestellt, [...]
Jede dieser Bauleitungen wird einem von der betreffenden Regierung bestellten Techniker als Bauleiter übertragen.
[...]“ [1]

„Artikel 15.
Die Landesgrenze zwischen den beiden Staaten verbleibt auch nach Vollendung der beiden Durchstiche unverändert in der bisherigen, der Mitte des alten Rheinstromes entsprechenden Richtung.
[...]“ [1]

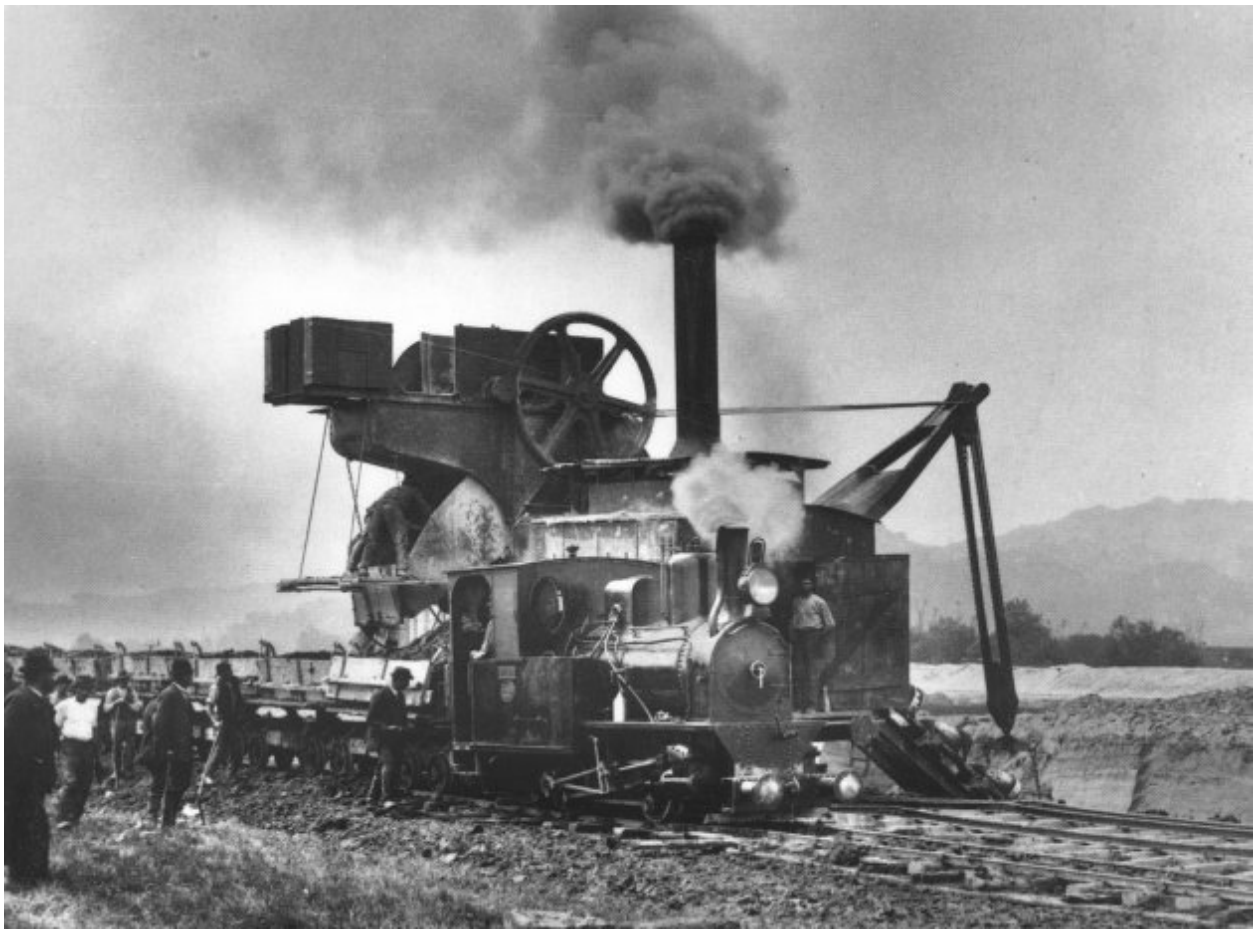


Abbildung 3.2: Bauarbeiten im Fussacher Durchstich um 1898: Vor dem wuchtigen, dampfbetriebenen Eimerkettenbagger wartet die Lokomotive mit Wagen.[2]

[1] Staatsvertrag zwischen Österreich-Ungarn und der Schweiz über die Regulierung des Rheins von der Illmündung stromabwärts bis zur Ausmündung desselben in den Bodensee. Abgeschlossen zu Wien am 30. Dezember 1892.

[2] Bergmeister, Uwe (Red.): Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach. Buchs 1992. S. 209



Abbildung 3.3: Große Kiesmengen mußten für den Diepoldsauer Durchstich gewonnen werden. Im Bild die Abbaustelle im Rhein bei Montlingen im Winter 1010/11[1]

3.3.2 Der Staatsvertrag von 1924

Er folgt in weiten Zügen dem ersten Staatsvertrag.

Neu sind vor allem die Bestimmungen über die Vorstreckungsmaßnahmen im Mündungsbereich.

Im Artikel 1 dieses Vertrages heißt es:

> „Die von der Schweiz und Österreich gemeinsam aufzuführenden Rheinregulierungswerke sind gemäß dem Staatsvertrag vom 30. Dezember 1892 und den späteren Vereinbarungen folgende:
> [...]
> 7. als neues Werk die Vorstreckung der Regulierungswerke des Fußacher Durchstiches auf dem Schuttkegel im Bodensee.“ [2]

Auch mußten in diesem Vertrag die Baufristen wesentlich verlängert werden. Zwar konnte der Fußacher Durchstich im Jahre 1900[3] planmäßig eröffnet werden, aber besonders beim Bau des Diepoldsauer Durchstiches ergaben sich unvorhergesehene Probleme. Vor allem die Torfstrecke mit

[1] Bergmeister, Uwe (Red.): Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach. Buchs 1992. S. 253

[2] Staatsvertrag der Schweizerischen Eidgenossenschaft mit der Republik Österreich über die Regulierung des Rheins von der Illmündung bis zum Bodensee. Abgeschlossen am 19. November 1924.

[3] vgl.: Waibel, Ferdinand: Die Werke der Internationalen Rheinregulierung. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 206-235. S. 210f

ihren mehrmaligen Absetzungserscheinungen verursachte die beachtliche Verlängerung der Bauzeit auf 14 Jahre, wodurch der Abschluß dieser Arbeiten erst 1923 erfolgte.[1]



Abbildung 3.4:
Sprengung des provisorischen Absperrdammes am Durchstichseinlauf (Diepoldsau)[2]

Aber auch der Erste Weltkrieg ging am Großprojekt Rheinregulierung nicht spurlos vorbei. Zum einen kam es zu einem Engpaß bei den Arbeitskräften, da die meisten Vorarlberger Arbeiter auf der Seite Österreich-Ungarns in den Krieg ziehen mußten. Zum anderen kam Österreich hauptsächlich in der Nachkriegszeit in Zahlungsschwierigkeiten. Im Staatsvertrag sind unter Artikel 6 die Mehrkosten sowohl durch die verlängerte Bauzeit als auch durch die zusätzlich auszuführenden Werke geschätzt und festgehalten. Es steht auch geschrieben:

> „Die beiden Vertragsstaaten kommen überein, daß nicht nur der auf die Schweiz entfallende Kostenanteil von Fr. 4 700 000 [...] sondern auch der Österreich treffende Kostenanteil von Fr. 4 700 000, und zwar der letztere Betrag vorschußweise für Österreich seitens der Schweiz der Internationalen Rheinregulierungskommission nach Maßgabe des Baufortschrittes in Form von Bauvorschüssen zur Verfügung gestellt wird, wogegen sich Österreich verpflichtet, vom Jahre 1925 angefangen seinen Anteil ohne Zinsvergütung in folgenden Jahresraten an die Schweiz zu leisten: [...]“ [3]

3.3.3 Der Staatsvertrag von 1954

Auch dieser Vertrag greift auf die früheren Staatsverträge zurück:

Ferdinand Waibel faßt den Inhalt des Vertrags folgendermaßen zusammen:

> „Der Vertrag behandelt im wesentlichen die gemeinsam auszuführenden Werke, deren technische Grundlagen, das Bauprogramm, die Finanzierung, die gemeinsame Organisation und die Wildbachverbauung. Die von der Schweiz und Österreich gemeinsam auszuführenden Rheinregulierungswerke waren über die bereits erstellten hinaus noch folgende:
> *1. Umbau der Rheinstrecke Illmündung-Bodensee*

[1] vgl.: Waibel, Ferdinand: Die Werke der Internationalen Rheinregulierung. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 206-235. S. 218

[2] Schautafel der Ausstellung „Rheinschauen“. Foto: Johann Lederle

[3] Staatsvertrag der Schweizerischen Eidgenossenschaft mit der Republik Österreich über die Regulierung des Rheins von der Illmündung bis zum Bodensee. Abgeschlossen am 19. November 1924.

a) Erhöhung der Mittelgerinnewuhre des Rheins von der Illmündung bis zum Bodensee, mit gleichzeitiger Einengung der Mittelrinne von km 73,2 oberhalb der Brücke Kriessern-Mäder bis zu km 89,94 bei der Rheinmündung;

b) Erhöhung, Verstärkung und Zurücksetzung der Hochwasserdämme, um eine Hochwassermenge von 3100 m^3/sec sicher abzuführen, ferner die Freimachung von Gebäulichkeiten und anderen künstlichen Abflusshindernissen;

[...]

2. Vorstreckung der Regulierungswerke des Fussacher Durchstiches auf dem Schuttkegel im Bodensee

[...]

Der Umbau der Rheinstrecke sieht ein Bauprogramm von 25 Jahren vor, während sich der zeitliche Ablauf der Vorstreckungsarbeiten an der Rheinmündung sowohl am rechten als auch am linken Ufer nach der weiteren Ausbildung des Rheindeltas richtet. Die Kosten und allfälligen Mehrkosten der gemeinsamen Werke werden wie in den früheren Verträgen von den Staaten zu gleichen Teilen getragen.
Die gemeinsame Organisation liegt wie bisher in den Händen der Gemeinsamen Rheinkommission.“ [1]



Abbildung 3.5: „Variantenstudie über die Vorstreckung der rechtsseitigen Bauwerke an der Rheinmündung.“ [2]

[1] vgl.: Waibel, Ferdinand: Die Werke der Internationalen Rheinregulierung. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 206-235. S. 225f

[2] Waibel, Ferdinand: Die Werke der Internationalen Rheinregulierung. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 206-235. S. 233

Der Umbau der Rheinstrecke wurde notwendig, da der Fluß es noch immer nicht schaffte, seine Geschiebefracht durchgehend mitzuführen. Stattdessen lagerte er das Geschiebe erneut in Form von Sandbänken etc. ab, weshalb wieder eine Sohlenerhebung drohte. Die Alternative zum Umbau wären dauernde Ausbaggerungen des Mittelgerinnes gewesen, was aber erstens wenig sinnvoll und auf die Dauer teuer geworden wäre, und außerdem wäre auch der Deponierplatz in kürzester Zeit verbraucht gewesen.
Auch das bisher oft als Erholungsraum verwendete Vorland mußte in diesem Zuge geräumt werden, da große Befürchtungen entstanden waren, daß durch Hindernisse der Fluß bei Hochwasser zusätzlich aufgestaut werden und so zu neuen Überschwemmungen führen könnte. Dadurch gingen nicht nur große Freizeit- und Naherholungsräume sondern auch Naturflächen verloren.

3.4 Die Auswirkungen der Regulierung

Die Auswirkungen sind natürlich äußerst vielfältig. Eine der wichtigsten Auswirkungen ist natürlich, daß seit der Regulierung keine größeren Überschwemmungen mehr stattfanden. Der Rhein hat durch die radikalen Durchstiche viel von seiner Natürlichkeit und früheren Wildheit eingebüßt. Die Menschen haben den wilden Landvogt Rhein gebändigt.
Es muß aber auch erwähnt werden, daß durch die Regulierungsmaßnahmen weite Naturlandschaften zerstört wurden. Die Ufer des Rheins bieten kaum mehr einem Lebewesen den nötigen Lebensraum. Karg und triest liegt auch das Vorland mit dem reinen Grasbewuchs beidseits der Mittelrinne. Die Natur mußte hinter der Sicherheit vor den Unbilden der Wassermassen zurückstehen. Die starke Besiedlung des Rheintales wäre ohne die Internationale Rheinregulierung undenkbar. Industrialisierung und Wohlstand hätten nicht geschehen und entstehen können ohne dieses Großprojekt.
Naturlandschaft kann man heute am Rhein fast nur mehr an seinen alten Armen finden. In der Hohenemser Kurve und auch vor der alten Rheinmündung existieren noch die Reste des vormals freien Stomes. Diese Teile wurden zurückgebaut und vor allem in einer möglichst naturgerechten Weise zurückgelassen. Der sogenannte Alte Rhein kann auch heute noch vom Bodensee her ein Stück weit befahren werden. Dies ist ein Erlebnis, besonders da die Natur bis direkt an das Ufer heranreicht. Man darf dabei aber nicht vergessen, daß die Freizeitschiffahrt dem labilen Gleichgewicht dieser Naturlandschaft keineswegs sehr behilflich sein kann. Der Lärm und die Bewegung der während der Sommermonate hier kreuzenden Schiffe ängstigt und verscheucht die scheuen Tiere dieses Raumes sehr häufig.
Selbstverständlich hat die Regulierung aber auch in Bezug auf den Bodensee verschiedene Auswirkungen. Sie reichen von Auswirkungen auf die Fischerei bis zu Auswirkungen auf die Pegelstände des Sees. Die für den See in geologischer Hinsicht wichtigsten Auswirkungen sind sicher die Ände-

rungen in der Geschiebefracht.

Vor der Regulierung hatte der Fluß gewissermaßen selbst dafür gesorgt, daß das in den See gelangende Geschiebe in den tiefsten Tiefen abgelagert wurde. Durch den Durchstich bei Fußach aber verfälschte der Mensch dieses natürliche Gleichgewicht. Der Rhein lieferte nun seine Geschiebefracht, die durch die anderen Regulierungsmaßnahmen zusätzlich erhöht worden war, in die Fußacher aber auch Harder Bucht ein. Durch zahlreiche Grundvermessungen im Mündungsgebiet in den Jahren 1911, 1921, 1931 usw.[1] stellte man fest, daß sich das Delta nicht nur oberhalb des Wasserspiegels, sondern auch darunter vergrößerte. Die Harder und Fußacher Bucht drohten zu verlanden, die Befürchtungen Kinks[2] schienen sich also zu bewahrheiten. Schon 1894 behauptete der Oberbaurat nämlich, daß im Falle eines Fußacher Durchstiches die Fußacher Bucht innerhalb von 30 Jahren verlanden würde. Außerdem drohte neben der Verlandung des Mündungsbereiches noch eine Zweiteilung des Bodensees.[3] Ohne die Vorstreckungsmaßnahmen, die in den beiden letzten Staatsverträgen beschlossen wurden, wären Harder und Fußacher Bucht bis heute zugeschüttet und in weiteren 200 Jahren wäre mit der Abtrennung der Bregenzer Bucht vom restlichen Bodensee zu rechnen gewesen.

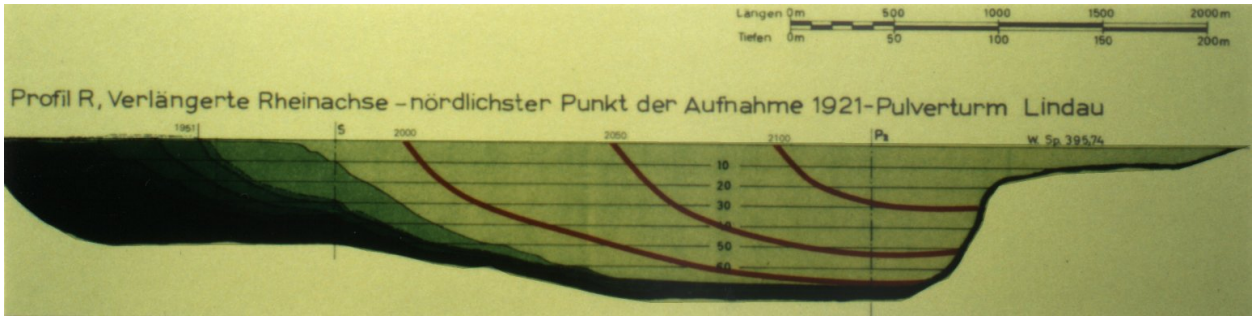


Abbildung 3.6: Die Aufschwemmarbeit des Rheins und wahrscheinliche Entwicklung ohne Vorstreckungsmaßnahmen (1951 bis 2100)[4]

Doch nicht allein diese Tatsachen bewogen zu den Vorstreckungsmaßnahmen. Durch den Schuttkegel des Rheins waren mehrere Flüsse bedroht, denn in einigen Jahren oder Jahrzehnten hätte der Rheinstrom die Mündungen von Bregenzer und Dornbirner Ache und auch weiteren, kleineren Fließgewässern zugeschüttet, was wiederum verheerende und ebenso kostspielige Folgen gehabt hätte.

---

[1] vgl.: Markowski, Ulf: Seegrundvermessungen zwischen 1911 und 1979. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 280-284. S. 280

[2] vgl.: Rohner, Hans: Baragas Plan von 1792 und Korrektionsvarianten im Vorfeld des Staatsvertrages von 1892. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 144-151. S. 150

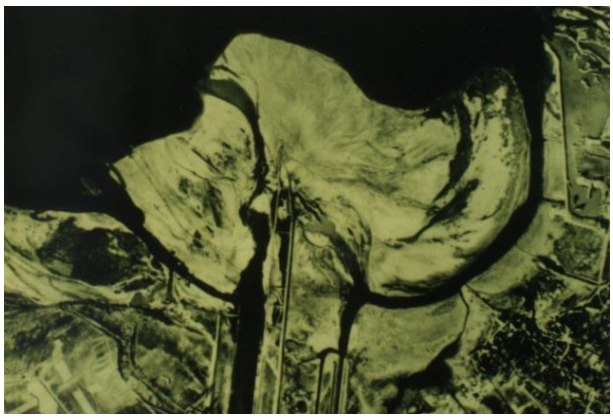
[3] vgl.: Waibel, Ferdinand: Die Werke der Internationalen Rheinregulierung. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 206-235. S. 229

[4] Schautafel der Ausstellung „Rheinschauen“. Foto: Johann Lederle

3.4.1 Die Entwicklung der Rheinmündung



1930
„Jährlich wächst das Delta um 2,5 Hektar und verlängert sich dabei um 25 Meter“



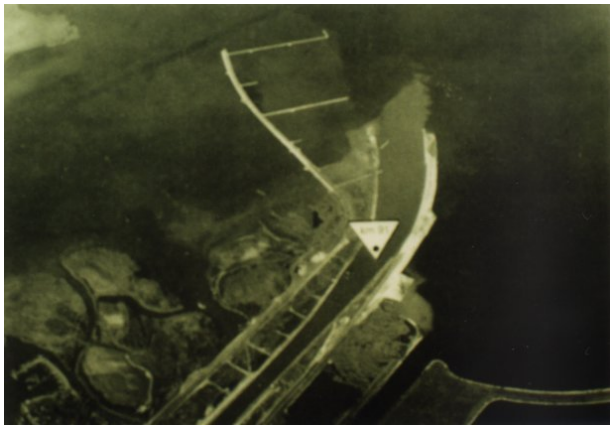
1949



„1951 hat sich die Rheinmündung um 4,3 km in den See vorgeschoben.“



1972



1979



1989

Abbildung 3.7: Entwicklung des Mündungsgebietes
(Die Dreieckspfeile markieren den Kilometer 91 in der Rheinmündung.)[1]

[1] Schautafel der Ausstellung „Rheinschauen“. Fotos: Johann Lederle

Durch den Bau der Vorstreckungsanlagen an der neuen Rheinmündung wollte und will man den Fluß dazu bringen, sein Geschiebe wieder in die tieferen Bereiche des Bodensees abzulagern. Man sieht auch heute schon, daß dieses Ziel zumindest zum Teil schon erreicht wurde, denn ansonsten gäbe es heute weder eine Fußacher noch eine Harder Bucht.



Abbildung 3.8:
Die Rheinmündung.
Deutlich sichtbar ist das durch Schwemmaterial hell gefärbte Wasser des Flusses.[1]

Doch noch einmal zurück zur Geschiebefracht des Rheins. Der Fuhrmann Rhein verfrachtet seit der Regulierung relativ ungehindert jährlich etwa 2,5 Millionen Kubikmeter Feststoffe (Schlamm, Sand, Geröll, ...) in den Bodensee. Würde man diese Menge auf einem Fußballfeld ablagern, ergäbe dies einen Quader mit 400 Meter Höhe. Wollte man dieselbe Leistung mit LKW-Fuhren erreichen, müßten 35 Lastwagen stündlich Tag und Nacht durchs ganze Jahr hindurch unterwegs sein. Bei Hochwasser führt der Rhein soviel Geschiebe mit, daß sogar bis zu 1100 Lastwagen pro Stunde notwendig wären.[2]

Eine Frage, die sich an dieser Stelle so nebenbei aufwirft, ist, wann der Bodensee durch das mitgeführte Geschiebe zugeschüttet ist, denn bei Stein verläßt der Strom den See, von seiner Geschiebefracht befreit. Zu dieser Frage nimmt Otto Mallaun folgendermaßen Stellung:

> „Die jährliche Geschiebezufuhr zum Obersee kann mit 4 Millionen Kubikmeter angenommen werden. Das Oberseebecken würde bei gleichbleibender Zufuhr in 11 900 Jahren aufgefüllt sein.“ [3]

Er verwendet bei der Geschiebezufuhr natürlich eine höhere Zahl, als nur die des Rheins, denn auch andere Zuflüsse wie die Bregenzer Ache und andere bringen zum Teil nicht wenig Geschiebematerial mit sich. Man sieht aber trotzdem, daß der Rhein den Hauptanteil mit sich führt.

Andere Schätzungen über den Zeitraum der Zuschüttung des Bodensees reichen von mindestens 15 000 Jahren bis zu 100 000 Jahren.[4]

---

[1] Schautafel der Ausstellung „Rheinschauen“. Foto: Johann Lederle

[2] vgl.: Schautafel der Ausstellung „Rheinschauen“.

[3] Mallaun, Otto: Bodensee-Handbuch. 9. Aufl. Konstanz 1972. Überarbeitet von Lindner, Theo R. S. 21

[4] vgl.: Naber, Gerhard: 30 Jahre Bodensee-Wasserversorgung. In: Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung. Selbstverlag des Bodenseegeschichtsvereins; Friedrichshafen H. 107 1989. S. 251-271. S. 254

Dies sind aber noch nicht alle Auswirkungen der Rheinregulierung. Ein für den Bodensee sehr wichtiger Punkt ist auch noch, daß sich durch die Regulierungsmaßnahmen das Selbstreinigungsvermögen des Flusses stark verändert hat. In wildem Lauf fließt er nun durch sein eingeengtes und starres Bett; er verlor seine Vielfältigkeit und damit auch einen Teil seiner reinigenden Wirkung. Doch durch seine große Wasserführung verkraftet der Rhein die ihm zugeführten Abwasserbelastungen.[1] Auch wird seit der Regulierung nicht mehr so viel Schmutz- und Abwasser eingeleitet. Die Aufgabe als Vorfluter übernehmen heute hauptsächlich die Binnenkanalsysteme beidseits des Rheins. Außerdem wird durch Abwasserreinigungsanlagen ein ganz bedeutender Teil der Belastungen abgebaut, doch davon später.

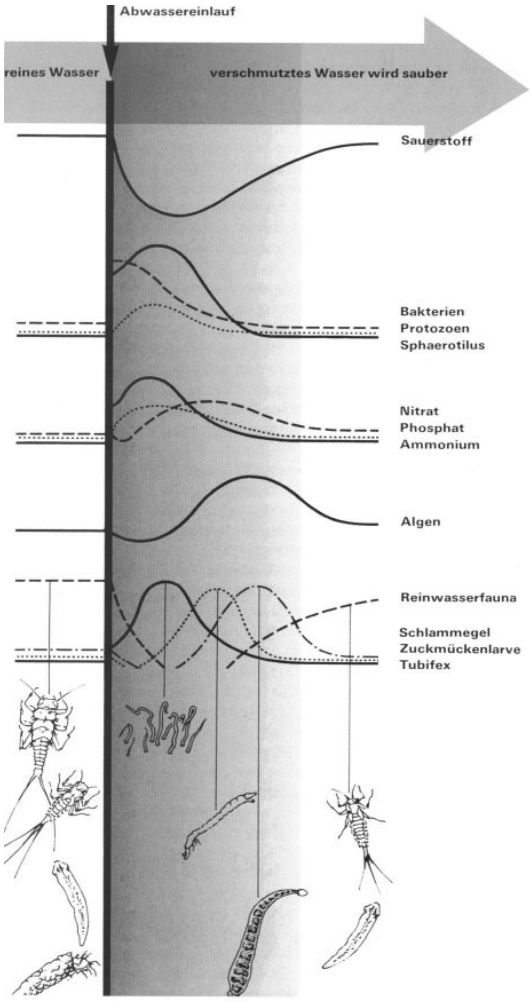


Abbildung 3.9: „Abwasserbelastung und Selbstreinigung in Fließgewässern.
Waagrecht: Selbstreinigung in Fließrichtung
Senkrecht: Konzentration der Stoffe bzw. Dichte der Organismen.
(Aus <Gewässerbiologie und Gewässerschutz>. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 1990).“ [2]

[1] vgl.: Wagner, Benno und Ott, Rudolf: Vorflut und Abwasser. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 341-343. S. 343

[2] Wagner, Benno und Ott, Rudolf: Vorflut und Abwasser. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 341-343. S. 342

Kapitel 4

Die heutigen Bedeutungen und Probleme

Einige Probleme, die dem Bodensee durch den Rhein erwachsen, sind schon im Kapitel „Die Auswirkungen der Regulierung“ zur Sprache gekommen. Es gibt aber natürlich noch eine ganze Reihe weiterer.

Ein sehr großes Problem, das nicht verschwiegen werden darf, sind die riesigen Treibholzmengen, die nach Unwettern oft vom Rhein in den Bodensee geschwemmt werden. Sie bedrohen zum einen die Schilfgürtel - Kostbarkeiten der Natur, die teilweise unter großen Anstrengungen und ebenso großem Aufwand neu geschaffen wurden. Sie stellen zum anderen aber auch für die Freizeitschiffahrt und sogar für die großen Schiffe der Weißen Flotte eine Gefahr dar. Doch damit noch nicht genung; in seltenen Fällen kann es geschehen, daß die manchmal kilometerlangen Holzteppiche sehr lange zusammenbleiben und bis in den Konstanzer Trichter gelangen. Ein solcher Fall trat zum Beispiel im Jahr 1987, als gleichzeitig auch noch Hochwasser herrschte, ein. Damals war eine höchst kritische Situation entstanden, denn es bestand die gefährliche Möglichkeit, daß sich die Holzstämme bei der Brücke, die in Konstanz über den Rhein führt, verkeilen würden. Dies hätte ein Aufstauen des Wassers vor der Brücke zur Folge gehabt und schlußendlich zu einem Einsturz dieser Brücke und zusätzlichen Überschwemmungen geführt. Auch ohne Hochwasser hätten die mehr oder weniger gleichen Risiken bestanden, und wenn das Ganze sich heute wiederholen sollte, muß mit denselben Auswirkungen gerechnet werden. Die Probleme mit der Holzfracht des Rheins sind damit aber noch keineswegs alle aufgeführt. Die Entfernung des angeschwemmten Holzes besonders vom deutschen Ufer verlangt den Anrainergemeinden großen finanziellen und persönlichen Einsatz ab. Jedes Jahr müssen dabei beträchtliche Mengen an Ästen, Stämmen und Wurzelstöcken vom Seeufer abtransportiert werden.

Eine weitere Gefahr für den Bodensee sind größere Öl- oder Chemieunfälle im Einzugsgebiet des

Rheins. In den meisten Fällen wäre es wohl kaum möglich, die gefährlichen Stoffe trotz verschiedenster Bekämpfungs- und Auffangmethoden vor dem Erreichen des Bodensees aufzuhalten. Im See kann die Verteilung dieser Stoffe aber in so kurzer Zeit erfolgen, daß mit Sicherheit weite Naturräume große Schäden erleiden müßten, wenn nicht sogar ihr Tod der Preis für den Unfall wäre.

4.1 Der Rheinsee

Wie schon mehrmals erwähnt, gibt es viele, die im Bodensee eine Ausweitung des Rheins sehen; auch ich möchte mich dem anschließen. Es ist so, daß wir oft in zu kleinen Dimensionen denken. Es liegt nun einmal in der Natur des Menschen, daß er versucht innerhalb von überschaubaren Horizonten zu bleiben. Es ist daher so ungeheuer schwierig, ja eigentlich unmöglich den Rhein als eine Einheit zu sehen. Er spannt sich erstens über eine so große Strecke von den Alpen bis zur Nordsee; außerdem wandelt er sich in großem Maße vom kleinen Gebirgsbach bis zum Strom und schließlich durchströmt er eine unendliche Fülle von verschiedensten Landschaften. Er zeigt ein so wechselhaftes Gesicht und eines davon ist eben der Bodensee.
Andererseits kann man sicher anführen, daß sich das Rheinwasser nicht so ohne weiteres mit dem Seewasser vermischt. Der Rheinstrom kann so durch den See bis zum Abfluß bei Konstanz beziehungsweise bei Stein verfolgt werden.

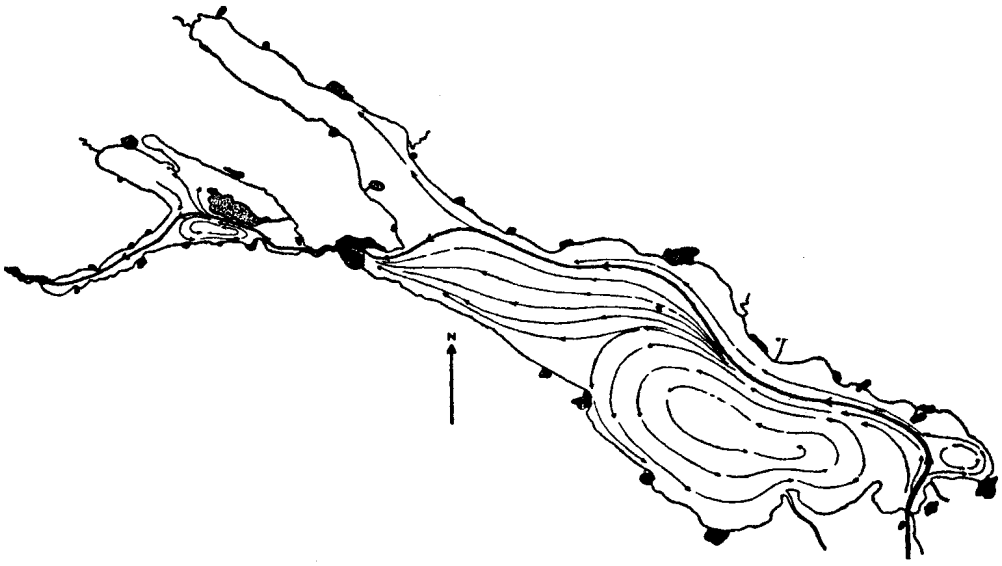


Abbildung 4.1: „Der Verlauf des Rheinstromes im Bodensee (AUERBACH).“[1]

Dies heißt aber meiner Meinung nach nicht, daß man den Rhein vom Bodensee trennen kann. Die beiden gehören trotzdem zusammen, und das Wasser, das bei Konstanz als Rheinstrom anlangt, ist schon längst mit Seewasser durchsetzt.

[1] Kiefer, Friedrich: Naturkunde des Bodensees. 2. Aufl. Jan Thorbecke Verlag. Sigmaringen 1972. S. 74

Aber natürlich ist diese Strecke des Rheins eine ganz besondere, und zwar in vielerlei Hinsicht. Erstens wirkt der See auf die Menschen in ganz anderer Weise wie ein Fluß. Er beeinflußt ihre Kultur, ihr Denken, ihre Mentalität eben als See und nicht als Fluß. Er bietet den Anwohnern andere Möglichkeiten und Voraussetzungen. Der See ist etwas anderes.

Auch in biologischer Hinsicht unterscheidet sich ein jeder See bedeutend von einem Fluß. Es ist ein völlig anderes Ökosystem mit meist ganz verschiedener Pflanzen- und Tierwelt. Es ist einfach nicht möglich einen über 250 Meter tiefen und einige Kilometer breiten See mit einem meist nur wenige Meter tiefen und entsprechend schmaleren Fluß zu vergleichen. Der See umfaßt eine größere Vielzahl von Biotopen. In der ökologischen Beziehung kann man überhaupt nicht vom Bodensee als Einheit sprechen. Der Obersee mit dem Überlingersee verhält sich als tiefer See ganz anders als der flache Untersee.

Außerdem trägt der See für die nähere Umgebung ebenfalls in geringem Maße Verantwortung für das Klima, was man bei einem Fluß, abgesehen von der Nebelbildung, wohl kaum in demselben Maße behaupten kann. Der See als Wärmespeicher ist ein sehr wichtiges Faktum für das Klima der näheren Seeumgebung. Nach Forel sind es rund 180 Billionen Kilokalorien[1], die der See im Laufe des Jahres aufnimmt und an seine Umgebung wieder abgibt. Eine unvorstellbare Menge an Energie, die der See zu speichern in der Lage ist. Kiefer stellt dazu zur besseren Verständlichkeit folgende Berechnungen an:

> „Als durchschnittlichen Heizwert von 1 kg Steinkohle nehmen wir 7 500 kcal an. Dann entspricht die vom Bodensee innerhalb eines Jahres aufgenommene und an die Umgebung wieder abgegebene, letztlich von der Sonne stammende Wärmemenge etwa 17,5 Millionen Tonnen Steinkohle. Zur Verfrachtung dieses Kohlebergs wären ungefähr 1,5 Millionen Güterwagen erforderlich, und der daraus gebildete Zug hätte eine Länge von rund 15 000 km und würde vom Nordpol aus noch 1 000 km über die Südspitze Afrikas hinausreichen.“ [2]

All dies unterscheidet den Bodensee vom Rhein, dem Fluß; und doch sie gehören zusammen. Ohne Rhein gäbe es keinen Bodensee; ohne Bodensee jedoch könnte der Fluß trotzdem existieren. Alle Bedeutungen des Rheins für den Bodensee, die bisher erwähnt wurden, sind unwichtig im Gegensatz zu dieser existenziellsten.

Es gibt vor allem einen ganz wichtigen Punkt, der dafür spricht, daß der Bodensee eine Ausweitung des Rheins ist: Der Rhein ist der größte Zufluß und vor allem der einzige Abfluß. 61 Prozent[3] der Gesamtzuflußmenge des Sees bringt der Rhein. Alle anderen Flüsse zusammen, also Bregenzerach, Dornbirnerach, Leiblach, Argen, Schussen, Rotach, Seefelder Aach, Stockacher Aach, Hegauer Aach, Goldach, Steinach und viele andere kleinere Zuflüsse, bringen es nur auf die restlichen 39 Prozent.

---

[1] vgl.: Kiefer, Friedrich: Naturkunde des Bodensees. 2. Aufl. Jan Thorbecke Verlag. Sigmaringen 1972. S. 69

[2] Kiefer, Friedrich: Naturkunde des Bodensees. 2. Aufl. Jan Thorbecke Verlag. Sigmaringen 1972. S. 70

[3] vgl.: Mallaun, Otto: Bodensee-Handbuch. 9. Aufl. Konstanz 1972. Überarbeitet von Lindner, Theo R. S. 21

Zusätzlich ist der Rhein der einzige Fluß, der den See auch wieder verläßt. Der Name Rheinsee ist in diesem Zusammenhang wohl angebracht und weist auf diese wichtige Bedeutung des Rheins für den Bodensee hin.

4.2 Die Wasserqualität

Auch bei der Wasserqualität spielt der Rhein als größter Wasserlieferant natürlich eine Rolle für den Bodensee, wenngleich sich seine Bedeutung in den letzten Jahren weitgehend minimiert hat. Das Wasser, das der Rhein zum Bodensee bringt, ist nämlich kein klares und absolut reines Wasser. Das Schwemmaterial wurde schon erwähnt. Es gibt aber noch eine Vielzahl anderer Bestandteile des Rheinwassers. Auf seinem Weg bis zum Bodensee nimmt das Wasser des Flusses zahlreiche Mineralstoffe auf; meist werden diese aus den Felsen der Alpen gelöst. Daneben gibt es selbstverständlich auch noch eine ganze Reihe von Lebewesen von den Fischen angefangen bis zu den kleinsten, zum Teil schon mikroskopisch kleinen Einzellern. Und da sind auch noch die Abwässer, die heute aber eigentlich nicht mehr ungeklärt in den Fluß gelangen. All diese Bestandteile liefert der Rhein mit, und sie beeinflußen die Wasserqualität des Sees natürlich mit.
Für die Beurteilung der Wasserqualität und der damit verbundenen Vorgänge muß man die Limnologie, die Seenkunde, hinzuziehen. Die wichtigsten Kriterien der Limnologie sind die Sichttiefe, der Sauerstoffgehalt und der Phosphorgehalt.
Die Sichttiefe ist ein Maß für die Klarheit des Wasser. Sie wird bestimmt, indem man eine weiße Scheibe von 25 Zentimeter Durchmesser langsam versenkt und feststellt in welcher Tiefe diese Scheibe dem Auge entschwindet.[1] Die Sichttiefe steht vor allem im Zusammenhang mit dem Schwebealgenbestand; der wiederum steht mit dem Phosphorgehalt in Verbindung. Je höher der Phosphorgehalt ist, desto mehr Algen bilden sich.
Der Phosphorgehalt hat also einen nicht unbedeutenden Einfluß auf das Wachstum der Wasserlebewesen. Um mit Friedrich Kiefer zu sprechen:

> „Phosphor gehört mit Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff zu den allerwichtigsten Bausteinen des Protoplasmas. Phosphorhaltige Verbindungen spielen im Stoff- und Energiewechsel aller lebenden Zellen eine fundamtenale Rolle.“ [2]

Die Seen werden entsprechend ihrem Phosphorgehalt folgendermaßen eingeteilt:

unter 10 mg/m^3	ogliotropher See
von 10 bis 30 mg/m^3	mesotropher See
über 30 mg/m^3	eutropher See

[1] vgl.: Kiefer, Friedrich: Naturkunde des Bodensees. 2. Aufl. Jan Thorbecke Verlag. Sigmaringen 1972. S. 63
[2] Kiefer, Friedrich: Naturkunde des Bodensees. 2. Aufl. Jan Thorbecke Verlag. Sigmaringen 1972. S. 83

In einem ogliotrophen See gibt es recht wenige Lebewesen. Eine wichtige Voraussetzung für das Leben ist nicht in ausreichendem Maße vorhanden. Besonders Bergseen gehören oft zu dieser Gruppe von Seen. Auch der voralpine Bodensee zählte bis in die sechziger Jahre dazu. Dann schnellte der Phosphorgehalt bis 1970 auf etwa 30 mg Phosphor pro Kubikmeter hinauf.[1] Die Gefahr einer Eutrophierung des Sees wurde akut. In einem eutrophen See gibt es insgesamt zu viele Pflanzen. Nach ihrem Tod sinken diese Pflanzen ab und werden normalerweise von Tieren und Bakterien zersetzt. Dies benötigt Sauerstoff. Wenn aber eben zu viele Pflanzen hinabsinken, dann wird der See am Grund schließlich keinen Sauerstoff mehr haben. Dies zeigt sich in Faulschlammbildung. Die Gefahr des Umkippens für den Bodensee konnte glücklicherweise durch den Bau vieler Kläranlagen abgewendet werden.

Doch nun noch zum Sauerstoffgehalt, der ja bereits erwähnt wurde. Der Sauerstoffgehalt wird im eher tieferen Wasser gemessen und zeigt unter anderem auch, wie viele organische Substanzen ins Tiefenwasser absinken. Für den Sauerstoffgehalt im Tiefenwasser ist auch der Wasserzyklus[2] von großer Bedeutung. In tiefen Seen, wie zum Beispiel dem Obersee, bildet sich im Sommer eine warme Deckschicht aus. Am Grund des Sees bleibt die Temperatur aufgrund der Anomalie des Wassers (Wasser von 4°C hat die größte Dichte.) bei 4°C. Es gibt also eine kalte Tiefenschicht. Dazwischen liegt die meist nur wenige Meter mächtige Sprungschicht; hier sinkt die Temperatur sprunghaft ab. Im Sommer kommt er nur innerhalb der Deckschicht zu merklichen Zirkulationen. Höchstens die Sprungschicht kann durch schwere Stürme oder ähnliches mitbetroffen werden. Ansonsten ist keine Vermischung des Wassers möglich. Man nennt dieses Phänomen Sommerstagnation. Im Herbst kühlt das Wasser der Deckschicht ab. Wenn das ganze Wasser des Sees dieselbe Temperatur hat, also ungefähr 4°C, dann kommt es zur sogenannten Vollzirkulation. Nur in dieser Zeit kann sich das Wasser der Deckschicht ungehindert mit dem Tiefenwasser mischen; und nur während dieser Zeit kann Sauerstoff in die Tiefen des Sees gelangen. Im sehr tiefen Obersee sind die Bedingungen für eine Vollzirkulation meist nur einmal im Jahr gegeben, und zwar im Jänner oder Februar.[3] Im weniger tiefen Untersee hingegen kommt es meist zweimal zur Vollzirkulation, und zwar im Herbst und im Frühling. Im Winter tritt eine kurze Winterstagnation ein. Wieder gibt es eine 4°C kalte Tiefenschicht. Die Deckschicht aber ist diesmal noch viel kälter und deshalb wieder leichter. Oft ist sie sogar kalt genug um zu einer Eisschicht zu werden.

Daneben sind es vor allem die hygienischen Beurteilungskriterien, die uns Auskunft über die Wasserqualität geben. Hier sind es vor allem Bakterien und Keime die als sogenannte Fäkalindikatoren dem Wissenschaftler eine Beurteilung erlauben.

---

[1] vgl.: Kiefer, Friedrich: Naturkunde des Bodensees. 2. Aufl. Jan Thorbecke Verlag. Sigmaringen 1972. S. 83

[2] vgl.: Mandl, Prof.Dr. Lothar und Liebetreu, Mag. Gerhard (Bearbeitung für Österreich): Linder Biologie. Lehrbuch für die Oberstufe Teil 2. 12. neubearbeitete Aufl. Wien 1990. S. 191

[3] vgl.: Kiefer, Friedrich: Naturkunde des Bodensees. 2. Aufl. Jan Thorbecke Verlag. Sigmaringen 1972. S. 66

Die Wasserqualität des Rheins und somit auch des Bodensees wird durch verschiedene Faktoren beeinflußt. Es sind dies die Abwässer aus Haushalt, Gewerbe und Industrie, der Eintrag von Stoffen aus dem ländlichen Raum und aus der Atmosphäre, Unfälle und natürlich Eingriffe in die Gegebenheiten, wodurch vor allem die Selbstreinigungsfähigkeit des Sees beeinträchtigt wird.
Auf dem Gebiet der Abwasserreinigung wurde in den letzten Jahren und Jahrzehnten sehr viel erreicht. Besonders seit der Gründung der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee im Jahre 1960 existieren Richtlinien zur Reinhaltung des Sees, die von den Vertragsstaaten auch wirklich einzuhalten sind. Für diese Kommission ist der ganzheitliche Gewässerschutz von größter Bedeutung.

> „Der Gewässerschutz am Bodensee bedingt wegen der ineinandergreifenden Wirkungszusammenhänge eine ganzheitliche Betrachtungsweise. Belastungsreduzierende Maßnahmen sind nicht nur in der Abwasserbehandlung, sondern in allen Umweltbereichen mit Auswirkungen auf den Bodensee zu treffen. Dies gilt insbesondere für Industrie, Landwirtschaft sowie das Siedlungs- und Verkehrswesen.
> Belastungen des Bodensees sind einzeln und in ihrem Zusammenwirken zu beurteilen. Sie sind so gering wie möglich zu halten, da eingetretene Schäden oft nur schwer rückgängig gemacht werden können. Deshalb sind Abwehrmaßnahmen bereits vorsorglich zu ergreifen, ehe schädliche Auswirkungen auftreten.“ [1]

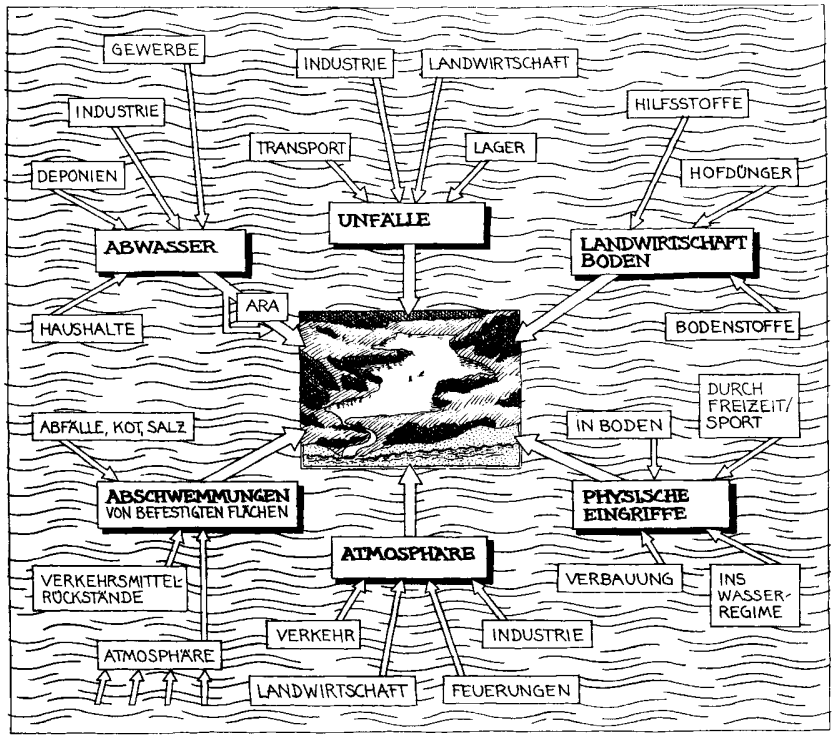


Abbildung 4.2: „Belastung von Seen, Fliessgewässern und Grundwasser - Herkunft und Ursache. (Nach Bundi, U: Gewässerschutz in der Schweiz. VSA-Verbandbericht Nr. 428, 1990.)“ [2]

[1] Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee: Richtlinien für die Reinhaltung des Bodensees vom 27. Mai 1987 mit Kommentierungen. S. 8

[2] Wagner, Benno und Ott, Rudolf: Vorflut und Abwasser. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 341-343. S. 345

Alle drei Uferstaaten des Bodensees haben zur Rettung des Sees vor dem Umkippen enorme Beträge investiert. Sehr viele Kläranlagen wurden gebaut. Alle bemühten sich plötzlich den Phosphorgehalt der Abwässer, der zu dieser Zeit das schlimmste Übel darstellte, möglichst zu verringern.
Seit die Belastung durch Abwässer in weitestgehendem Maße zurückgegangen ist, sieht man, daß insbesondere aus der Landwirtschaft, aber auch aus anderen Quellen noch enorme Belastungen für das Ökosystem See aber auch Rhein erwachsen. Man muß sich hier bemühen, sie an den Quellen zu entschärfen, daß heißt zum Beispiel für die Bauern, daß sie weniger düngen dürfen, da ein Teil des Düngers ansonsten ausgewaschen wird und in den See gelangt.
Die Reinhaltung des Rhein- und Bodenseewassers wird immer wichtiger. Nicht nur, weil die Gefahr eines Umkippen des Bodensees ständig anwachsen würde, sondern auch weil der Bodensee ein riesiger Trinkwasserspeicher ist. Aber auch die Grundwasserreservoirs des Rheintals, die zu großen Teilen vom Rhein gespeist werden, hängen als Trinkwasserspeicher von einer guten Qualität des Rheinwassers ab.

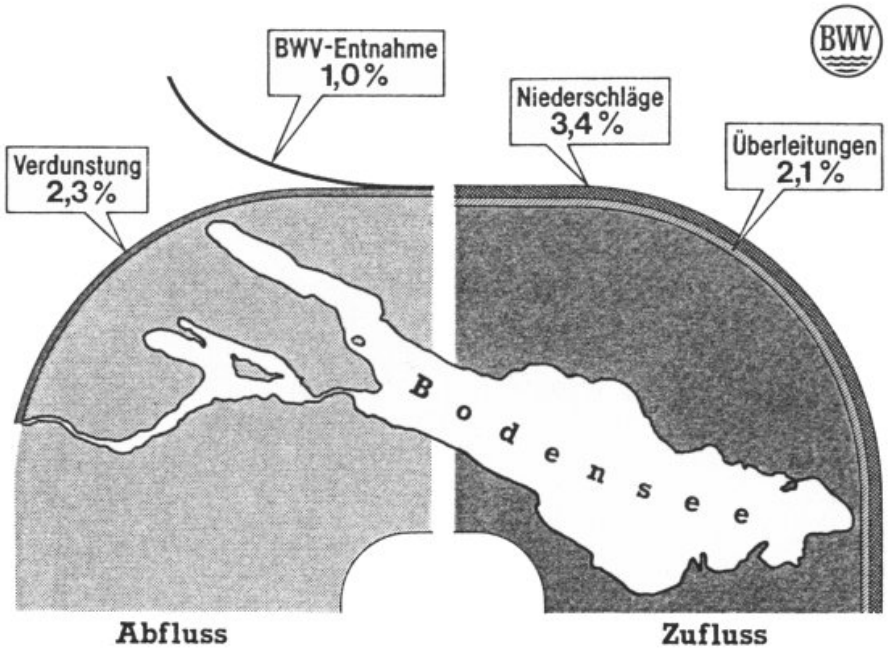


Abbildung 4.3: „Wassermengenbilanz am Bodensee.“ [1]

Früher konnte das Wasser des Bodensees ohne weiteres direkt ins Trinkwassernetz eingespeist werden. Heute müssen sowohl an den meisten Pumpstationen des Rheintales, als auch an den Wasserentnahmestellen des Bodensees verschiedene Aufbereitungsmaßnahmen getroffen werden. Trotzdem versichern die Verantwortlichen, daß das geförderte Wasser eine gute Qualität besitzt.
Am Bodensee wird heute an etwa 18 Entnahmestellen Wasser gefördert. Die größte und bedeutenste Entnahmestelle liegt in Sipplingen im Überlingersee. Von hier aus wird Wasser durch Druckleitun-

[1] Naber, Gerhard: 30 Jahre Bodensee-Wasserversorgung. In: Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung. Selbstverlag des Bodenseegeschichtsvereins; Friedrichshafen H. 107 1989. S. 251-271. S. 264

gen bis nach Stuttgart geliefert. Seit über 30 Jahren wird durch die Bodensee-Wasserversorgung ein großer Teil des deutschen Bundeslandes Baden-Würtemberg versorgt.[1]

Tabelle 4.1: *„Ausgewählte Qualitätsparameter des aufgereiteten Bodenseewassers zu den Grenzwerten der Trinkwasserversorgung“* [2]

Bezeichnung	Meßwert BMV mg/l	Grenzwert TWVO mg/l
Arsen As	0,00153	0,04
Blei Bb	0,0002	0,04
Cadmium Cd	0,00002	0,005
Nitrat NO_3	4,4 - 4,2	50
Nitrit NO_2	nn	0,1
Polyzykl. aromat. Kohlenwasserstoffe	0,00005	0,0002
organ. Chlorverbindungen	nn	0,025
Tetrachlorkohlenstoff CCL_4		0,003
Pestizide (einzeln)	ca. 0,00001	0,0001
Pestizide (Summe)	ca. 0,00004	0,0005
Aluminium AL	0,0012	0,2
Ammonium NH_4^+	nn	0,5
Natrium Na	4.45	150
Sulfat SO_4^{2-}	33,4	240

nn = nicht nachweisbar

Es ist also keineswegs Luxus, wenn die Anrainerländer Millionen und Milliarden Schilling, DM oder Schweizer Franken in die Abwasserreinigung, Unfallbekämpfung und -vermeidung und viele andere Maßnahmen zur Verminderung des Schadstoffeintrags stecken.

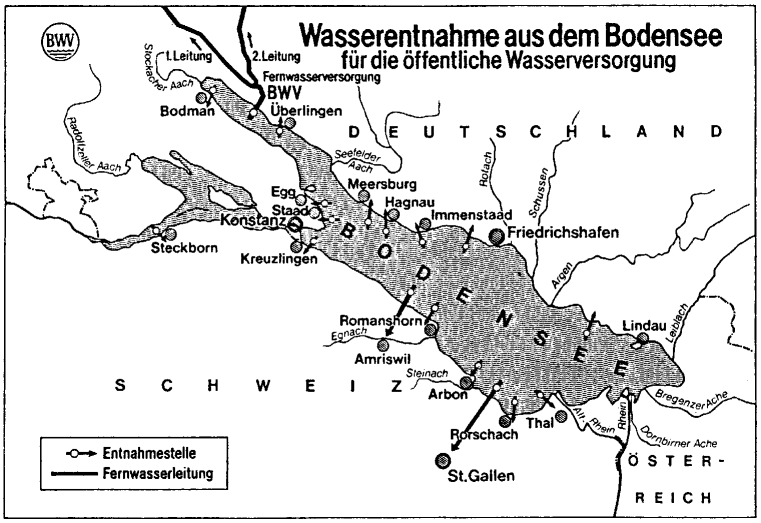


Abbildung 4.4: „Wasserwerke am Bodensee.“ [3]

[1] vgl.: Naber, Gerhard: 30 Jahre Bodensee-Wasserversorgung. In: Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung. Selbstverlag des Bodenseegeschichtsvereins; Friedrichshafen H. 107 1989. S. 251-271. S. 269

[2] Naber, Gerhard: 30 Jahre Bodensee-Wasserversorgung. In: Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung. Selbstverlag des Bodenseegeschichtsvereins; Friedrichshafen H. 107 1989. S. 251-271. S. 271

[3] Naber, Gerhard: 30 Jahre Bodensee-Wasserversorgung. In: Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung. Selbstverlag des Bodenseegeschichtsvereins; Friedrichshafen H. 107 1989. S. 251-271. S. 263

4.3 Die Auswirkungen der Wasserwerke im Einzugsgebiet

Das Wasser des Rheins bot den Menschen seit jeher die Möglichkeit der Nutzung zur Energiegewinnung. Noch bevor man den elektirschen Strom kannte, benutzten die Anwohner den Rhein schon als Energiequelle. Man weiß heute zum Beispiel von den sogenannten Rheinmühlen, die die Strömung des Flusses zum Mahlen von Getreide ausnützten. Am Alpenrhein wurde die erste 1466 erwähnt[1]; wahrscheinlich waren sie aber auch schon viel früher vorhanden. Der große Nachteil dieser sonst so nützlichen Einrichtungen war aber, daß sie zu schnell arbeiteten. Dadurch liefen die Mühlsteine heiß, und das Mehl verklumpte, wodurch die Mehlqualität natürlich minder wurde. Aber auch Sägen und andere Maschinen wurden schon früher in ähnlicher Weise mit Wasserkraft betrieben.



Abbildung 4.5: Eine Rheinmühle[2]

Es gibt natürlich noch andere Möglichkeiten der Nutzung des Rheins. In Zeiten großer Durchflußmengen, nach heftigen Gewittern oder ähnlichem, führte und führt der Rhein zum Teil sehr große Mengen an Holz mit sich. Die Rheinholzer fischten dieses Holz aus den Fluten, welches im Winter in den Kachelöfen der Rheintalbevölkerung landete. Dieses Handwerk existiert seit etwa 400 Jahren und auch heute noch gegen einige Wagemutige dieser Tätigkeit gewissermaßen als Hobby nach. Seit 1989 gibt es in der Schweiz sogar eine sogenannte Rheinholzervereinigung.[3] Das Holzfischen ist eine gefährliche Arbeit und die passioniertesten unter den Rheintaler Holzfischern meinen, auf die richtige Nase komme es an.[4] Tatsächlich dauert der Holzsegen im Rheinwasser oft nur eine halbe bis zu zwei Stunden.

---

[1] vgl.: Burmeister, Karl Heinz: Der Rhein im europäischen Flusssystem. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 14-17. S. 75

[2] Schautafel der Ausstellung „Rheinschauen“. Foto: Johann Lederle

[3] vgl.: Bont, Kuno: Rheinholzer. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 137-139. S. 139

[4] vgl.: Bont, Kuno: Rheinholzer. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 137-139. s. 137



Abbildung 4.6:
Ein Rheinholzer bei der Arbeit[1]

Heute stehen diese primitiven Nutzungsarten natürlich schon längst nicht mehr im Vordergrund; die Rheinmühlen sind sogar ganz verschwunden. Die heutige Zeit verlangt nach elektrischem Strom. Dem wurde und wird mit Lauf- und Speicherkraftwerken Rechnung getragen. Es ist dabei selbstverständlich, daß die Umwelt und die Verhältnisse unterhalb der Kraftwerke nicht unbeeinflußt bleiben.

Trotzdem, die Kraftwerke im Einzugsgebiet des Rheins erzeugen eine nicht unbedeutende Menge an verhältnismäßig umweltfreundlichem Strom. Es werden heimische, emissionsfreie und vor allem erneuerbare Energiequellen genutzt. Die Energieumwandlung erfolgt in diesen Kraftwerken mit einem sehr hohen Wirkungsgrad, meist über 90%[2]. Im österreichischen Rheineinzugsgebiet werden durch diese Form der Wassernutzung jährlich etwa 2 500 Millionen Kilowattstunden[2] Strom geliefert. Im größeren Einzugsgebiet der Schweiz sind es 61 Wasserkraftzentralen mit jeweils über 300 Kilowatt installierter Leistung, die jährlich sogar 5 050 Millionen Kilowattstunden Strom liefern.[3]

Doch die Kraft des Wassers soll noch weiter ausgenützt werden. Fünf neue Rheinkraftwerke sind zwischen Landquart und Illmündung geplant. Die Gesamtleistung dieser Laufkraftwerke soll jährlich 440 Millionen Kilowattstunden betragen. Die Umwelt wurde schon bei der Planung berücksichtigt, und es sollen so positive ökologische Lösungen gefunden worden sein.[4] Doch noch sind die Kraft-

[1] Bont, Kuno: Rheinholzer. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 137-139. S. 138

[2] vgl.: Matt, Peter: Österreichische Kraftwerke im Rhein-Einzugsgebiet. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 352-354. S. 354

[3] vgl.: Weber, Georg und Zgraggen, Romano: Schweizerische Kraftwerke im Rhein-Einzugsgebiet. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 355-359. S. 356

[4] vgl.: Messmer, Gernot: Fünf neue Rheinkraftwerke geplant. Aktueller Projektstand vorgestellt. In: Vorarlbergs Wirtschaft aktuell. 47.Jg. 3. Dezember 1992. Nr. 49/50. S. 4

werke nicht bewilligt. Schon im Dezember 1992 meint Gernot Messmer in einem Artikel:

> „Die komplizierten Bewilligungsverfahren in Liechtenstein und der Schweiz sorgen dafür, daß heute noch nicht einmal ein Zeithorizont für den Baubeginn genannt werden kann.“[1]

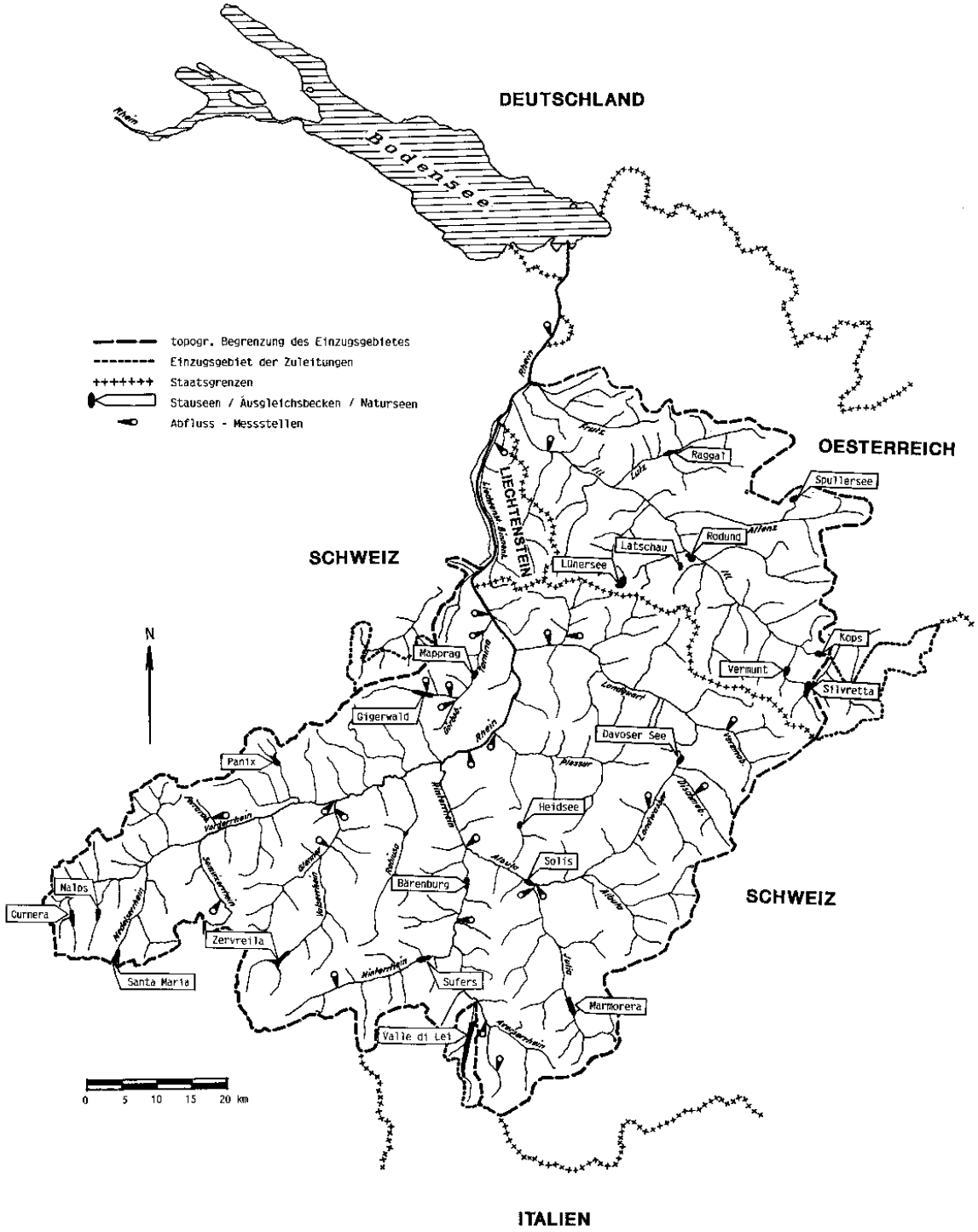


Abbildung 4.7: Stauseen im Einzugsgebiet des Bodensees[2]

[1] Messmer, Gernot: Fünf neue Rheinkraftwerke geplant. Aktueller Projektstand vorgestellt. In: Vorarlbergs Wirtschaft aktuell. 47.Jg. 3. Dezember 1992. Nr. 49/50. S. 4

[2] Schaller, Kurt: Der Einfluss der Stauseen auf Rhein und Bodensee. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 328-330. S. 329

Heute sind die Pläne vorerst wieder in den Schubladen verschwunden. Die betroffene Bevölkerung in der Schweiz hat in einer Volksbefragung „Nein“ zu diesem Projekt gesagt.

Die größten Vorteile für die Energiewirtschaft bieten die Speicherkraftwerke. Sie decken einerseits vor allem die Spitzenstrombedarf, weil ihre Generatoren innerhalb von wenigen Minuten volle Leistung erbringen können; andererseits dienen die Speicherseen als riesige Akkumulatoren. Im Einzugsgebiet des Rheins liegen in der Schweiz 28 Talsperren mit dazugehörenden Speicherseen und Ausgleichsbecken, die rund 580 Millionen Kubikmeter Wasser zurückhalten können.[1]

Und damit kommen wir zu den Auswirkungen auf Rhein und Bodensee. Die Speicherseen der Kraftwerke werden im Sommer mit Schmelzwasser aufgefüllt. Dieses Wasser wird hauptsächlich im Winter zur Stromgewinnung verwendet. Durch diesen Rhythmus beeinflussen sie die Wasserführung des Rheins und so auch indirekt den Pegelstand des Sees. Hauptsächlich in Hochwassersituationen kann dieser Einfluß ganz nützlich sein, wie verschiedene Beispiele beweisen. So wurde berechnet, daß ohne Speichereinfluß der Pegelstand des Bodensees beim Hochwasser 1965 um etwa 19 Zentimeter höher gewesen wäre.[2] Auch 1987 als in Diepoldsau eine Abflußspitze von 2 600 m^3/s gemessen wurde, haben die Stauseen am Oberlauf einen wichtigen Dienst übernommen; ohne sie wären es wohl noch rund 340 m^3/s mehr gewesen.[1] So leisten die Speicherseen einen wichtigen Beitrag zum Hochwasserschutz. Sie wirken den extremen Hoch- und Niedrigwasserständen des Rheins und Bodensees entgegen. Diese können dadurch aber nicht vermieden werden, lediglich gedämpft. Trotzdem werden dadurch sicherlich viele Schäden verhindert.

Eine weitere Auswirkung der Wasserkraftwerke und diesmal vor allem der Laufkraftwerke bezieht sich auf die Geschiebefracht. Wie bekannt, wird vor solchen Wasserkraftwerken das Wasser ebenfalls, wenn auch nur um einige Meter aufgestaut. Das Geschiebematerial lagert sich nun gerne vor solchen Laufkraftwerken ab, da der Lauf des Flusses gebremst wird. Das heißt für den Bodensee, daß der Rhein um einiges weniger an Geschiebe und Schlamm mit sich bringt.

Doch es sind nicht nur vorteilhafte Auswirkungen der Wasserkraftwerke erkennbar. Fische können nicht mehr so ohne weiteres zu ihren angestammten Laichplätzen gelangen, die Biotope des Ökosystem Fluß verändern sich, das Aufstauen des Wassers hat Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel, ... Alles dies sind natürlich Nachteile, die mit den Vorteilen abgewogen werden müssen.

---

[1] vgl.: Weber, Georg und Zgraggen, Romano: Schweizerische Kraftwerke im Rhein-Einzugsgebiet. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 355-359. S. 356

[2] vgl.: Schaller, Kurt: Der Einfluss der Stauseen auf Rhein und Bodensee. In: Der Alpenrhein und seine Regulierung. Internationale Rheinregulierung Rohrschach; Bergmeister, Uwe (Red.). Buchs 1992. S. 328-330. S. 330

Schlußgedanken

Die komplexen, Strukturen, die das Verhältnis von Rhein und Bodensee zueinander kennzeichnen, lassen es nicht zu, auf alle Elemente in dieser Arbeit einzugehen. Fließgeschwindigkeit und Geschiebezufuhr, Niederschlagsmengen in Schnee- und Regenform, Wasserqualität und Wassertemperatur, Natur- und Wasserschutzgebiete, Rheinregulierung und Kraftwerksbau, Nutzung des Einzugsgebietes für Landwirtschaft und Industrie, Nutzung der Fischvorkommen aber auch noch einige andere Faktoren haben eine immense Bedeutung für den See. Als trennendes und zugleich verbindendes Glied der Landschaft, Kultur, Sprache und Geschichte hat auch er verschiedenste Bedeutung für die Menschen. All dies zu erfassen und genauer zu durchleuchten, würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen.

Zusammenfassend kann ich aber sagen, daß es ohne den Rhein den Bodensee in seiner jetzigen Gestalt sicherlich nicht gäbe. Wir hätten wohl keinen natürlichen Trinkwasserspeicher, dafür aber ein rauheres Klima ohne den Wärmespeicher Bodensee; Wein und Obstanbau im jetzigen Ausmaß wären nicht möglich; der See als Motor der Fremdenverkehrswirtschaft würde fehlen; eine wichtige Rast- und Überwinterungsstätte für Zugvögel im Herzen Europas wäre weniger; der Nahrungslieferant von jährlich mehreren Tonnen Fisch fiele aus; wir müßten auf ein Naherholungsgebiet und die Möglichkeit zur Ausübung vieler Wassersportarten wie Schwimmen, Rudern, Segeln, Surfen, Tauchen verzichten. Ein wichtiger Bestandteil unserer Umwelt würde fehlen.

Ich hoffe, daß es mir gelungen ist, einige sehr markante Aspekte der Bedeutung des Rheins für den Bodensee aufzuzeigen und klarzustellen, wie wichtig der Fluß nicht nur für den See sondern auch für jeden einzelnen ist. Unser Wohlstand und unsere Lebensqualität werden von Rhein und Bodensee maßgeblich mitbegründet.

Der Rhein und der Bodensee - ein faszinierendes Kleinod im Herzen Europas, eine einmalige Naturschönheit in unserer nächsten Umgebung. Obwohl wir von verschiedenen ihrer Bedeutungen und Auswirkungen beeinflußt werden, haben wir oft keine Ahnung davon. Das Nahe ist uns doch so fern und fremd.

Eines meiner wichtigsten Anliegen ist aber, daß wir uns bewußt werden müssen, wie wertvoll Rhein und Bodensee für uns sind. Sie beeinflussen das regionale Wetter, sind Trinkwasserspeicher für

hunderttausende Menschen, bilden eine unersetzliche Naherholungslandschaft, bieten vielen Tieren Schutz vor der Ausrottung usw. Ein unglaublicher Schatz, den wir schützen und bewahren müssen. Gerade in der heutigen Zeit sind so viele Bedrohungen auf dieses Ökosystem von allen Seiten abzuwenden. Es wird notwendig sein, daß ein Umdenken in Bezug auf die Umwelt stattfindet, und zwar nicht nur für den Wald oder den See oder den Fluß. Nein; ganz allgemein wird es notwendig sein, die Natur nicht nur als untertänigen Lieferanten von Rohstoffen etc. zu sehen, sondern als gleichberechtigten und bewahrungswürdigen Partner.

Wenn ich das nächste Mal einen Sonnenuntergang am Bodensee genießen werde, denke ich sicher auch an den Rhein, der maßgeblich daran beteiligt ist, daß ich dieses Naturschauspiel genießen kann.

Wenn Ihnen geschätzte Leserin, geschätzter Leser bei der Lektüre dieser Arbeit ein wenig mehr bewußt wurde, welches Geschenk Gottes wir vor unserer Haustüre haben, darf ich mich freuen.

Literaturverzeichnis

[1] Dunker, E.R. von: Höchste Zeit zum Reinschauen in die „Rhein-Schauen“. In IBN (Internationale Bodensee & Boot Nachrichten) 29. Jg. 1992, H. 19, S. 20-23

[2] Heierli, Hans: Zur geologischen Geschichte von Bodensee und Rheintal. In: Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung. Selbstverlag des Bodenseegeschichtsvereins, Friedrichshafen H. 104 1986. S. 164-175

[3] Hübner, Paul: Der Rhein. Von den Quellen bis zu den Mündungen. dtv, München 1982, S. 7-127.

[4] Internationale Rheinregulierung Rohrschach, Uwe Bergmeister (Red.): Der Alpenrhein und sein Regulierung. BuchsDruck und Verlag, Buchs 1992.

[5] Kiefer, Friedrich: Naturkunde des Bodensees. 2. Aufl. Jan Thorbecke Verlag, Sigmaringen 1972.

[6] Krayss, Edgar und Keller, Oskar: Die Bodensee-Vorlandvereisung während des Würm-Hochglazials. In: Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung. Selbstverlag des Bodenseegeschichtsvereins, Friedrichshafen H. 101 1983. S. 113-129.

[7] Mallaun, Otto: Bodensee-Handbuch. 9. Aufl. Rosgarten Verlag, Konstanz 1972. Überarbeitet von Lindner, Theo R.

[8] Mandl, Prof.Dr. Lothar und Liebetreu, Mag. Gerhard (Bearbeitung für Österreich): Linder Biologie. Lehrbuch für die Oberstufe Teil 2. 12. neubearbeitete Aufl. Wien 1990.

[9] Messmer, Gernot: Fünf neue Rheinkraftwerke geplant. Aktueller Projektstand vorgestellt. In: Vorarlbergs Wirtschaft aktuell. 47. Jg. 3. Dezember 1992. Nr. 49/50. S. 4.

[10] Miller, Dr. Konrad: Das Molassemeer in der Bodenseegegend. Komissionsverlag von Johann Thomas Stetter, Lindau 1877. (Separat-Abdruck aus dem VII. Hefte der „Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung.“)

[11] Naber, Gerhard: 30 Jahre Bodensee-Wasserversorgung. In: Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung. Selbstverlag des Bodenseegeschichtsvereins, Friedrichshafen H. 107 1989. S. 251-271.

[12] Oberhauser, Rudolf: Zur Geologie von Götzis. In: Fehle, Dr. Walter (Hg. im Auftrage der Marktgemeinde Götzis): Götzner Heimatbuch. Selbstverlag der Marktgemeinde Götzis 1988. S. 19-33.

[13] Ross, Werner und Först, Walter: Der Rhein. Porträt einer europäischen Stromlandschaft. Herder, Freiburg im Breisgau 1973.

[14] Schmidle, Wilhelm: Die Geschichte der geologischen Erforschung des Bodensees. Freiburg im Breisgau. (Separat-Abdruck aus: Bad. Geol. Abhandl. Jahrg. III/1931, Heft 1 und 2)

[15] Staatsvertrag zwischen Österreich-Ungarn und der Schweiz über die Regulierung des Rheins von der Illmündung stromabwärts bis zur Ausmündung desselben in den Bodensee. Abgeschlossen zu Wien am 30. Dezember 1892.

[16] Staatsvertrag zwischen der Schweizerischen Eidgenossenschaft mit der Republik Österreich über die Regulierung des Rheins von der Illmündung bis zum Bodensee. Abgeschlossen am 19. November 1924.

[17] Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee: Richtlinien für die Reinhaltung des Bodensees vom 27. Mai 1987 mit Kommentierungen.