

Die Rheinmündung heute und morgen

Autor(en): **Jäggi, M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK =
Mensuration, photogrammétrie, génie rural**

Band (Jahr): **87 (1989)**

Heft 1: **Lebensraum Bodensee = L'espace vital du lac de Constance**

PDF erstellt am: **19.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-234013>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

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

Die Rheinmündung heute und morgen

M. Jäggi

Die neue Rheinmündung bei Fussach bewirkte mit der Zeit neue Verlandungsprobleme. Zur Zeit wird die Mündung seewärts verschoben, wobei ein Geschiebesammler und ein 5 km langer Kanal mit einer Sandsohle eingeschaltet werden. Durch eine Kombination dieses Projekts mit einer Deltalösung kann der Verlandungsprozess für lange Zeit in günstigem Sinne gesteuert werden.

La nouvelle embouchure du Rhin près de Fussach a causé avec le temps de nouveaux problèmes de sédimentation. Actuellement cette embouchure est déplacée vers le lac ce qui nécessite l'aménagement d'un dépôt de gravier et d'un canal à fond sableux long de 5 km. Si ce projet est combiné à moyen terme avec une solution delta, le processus de sédimentation peut être dirigé dans un sens favorable pendant longtemps.

Der Rhein als wichtigster Zufluss des Bodensees verkleinert dessen Volumen durch Feststoffablagerungen ständig und ist letztlich für seine begrenzte Lebensdauer verantwortlich. Durch den Fussacher Durchstich wurde die momentane Ablagerungszone verlagert. Entgegen der damaligen Prognosen bildete sich am Ende des neuen Rheinkanals relativ rasch ein neues Delta (Abb. 1). Dies führte dazu, dass angrenzende Buchten, wie auch der neuen Mündung gegenüberliegende Gebiete, plötzlich von Verlandung und Trübung betroffen wurden.

Das Vorstreckungsprojekt 1972

Um gegen diese neuen Verlandungsprobleme Abhilfe zu schaffen, liess die Gemeinsame Rheinkommission, welche die

Internationale Rheinregulierung überwacht, ein neues Projekt für die Mündung erarbeiten, das 1972 in einen neuen Staatsvertrag zwischen der Schweiz und Österreich ausmündete. Das Projekt sah den Bau eines 180 m breiten Kanals vor, durch welchen der Lauf des Rheins seewärts verlängert werden sollte. Nach Fertigstellung sollte die gesamte Schwebstofffracht des Rheins, d.h. Partikel im Sand- und Siltbereich, aus den Flachwasserzonen heraus in grössere Seetiefen geleitet werden. Damit dieses Ziel erreicht werden kann, muss dieser sogenannte Vorstreckungskanal eine Länge von ca. 5 km erreichen, womit die Mündung nordwestlich des Rohrspitz zu liegen kommt (Abb. 2). Wie Abb. 1 zeigt, wurde vor allem der rechte Rheindamm auch schon früher vorgestreckt, um die Verlandung in ufernahen Gebieten zu reduzieren.

Das vorgesehene Trasseee folgt weitgehend den heutigen Flachwasserzonen, führt aber teilweise auch über Tiefwasserbereiche. Aus Volumenabschätzungen ergibt sich, dass der ganze Kanal nur langsam, teilweise auf den sich bildenden Ablagerungen, weitergeführt werden kann. Dies bedeutet, dass sich die Realisierung dieses Werkes über mehrere Jahrzehnte hinziehen wird. Tatsächlich ist heute, im Jahre 1988, erst etwa die Hälfte realisiert. Charakterisiert wird die neue Mündung nicht nur durch die beiden Vorstreckungsdämme, sondern auch durch den Schutzdamm, welcher in der Anfangsphase im flacheren Teil der Fussacher Bucht vorgezogen wurde, um diese vor rascher Verlandung zu schützen (Abb. 2).

Durch die Vorstreckung der Mündung um mehr als 5 km können nicht mehr alle der ursprünglich mit dem Fussacher Durchstich anvisierten Ziele erreicht werden. Die Hochwassersicherheit bleibt zwar durch ein ausreichendes Normalprofil gewährleistet. Seinerzeit wurde aber erwartet, dass sich als Folge der Laufverkürzung das Geschiebe (Kiesfraktionen) während langer Zeit im See ablagern könne. Würde nun aber dieses Geschiebe den ausgebauten Vorstreckungskanal durchqueren und sich erst im Bereich einer zukünftigen Mündung ablagern, so müsste sich im Kanal die Sohle anheben, bis das örtliche Gefälle des Rheins von ca. 1‰ erreicht wird. Dies würde aber für den untern Teil des korrigierten Alpenrheins eine Parallelhebung von ca. 5 m bedeuten. Da eine entsprechende Dammhebung kaum realisierbar ist, wurde im Projekt 1972 vorgesehen, dass die gesamte Geschiebefracht des Rheins im Bereich der damaligen Mündung (km 90) ausgebaggert werden muss. Somit sind nun dem Gerinne des ursprünglichen Fussacher Durchstichs ein Geschiebesammler und im Anschluss an diesen das eigentliche Vorstreckungsgerinne vorgelagert. In den letzten Jahren wurden aus dem Rheingerinne (km 90–91) jährlich 40–50 000 m³ Kies ausgebaggert.

Die Sohlenlage im Vorstreckungskanal

Da nun nach der Entnahme des Flussgeschiebes lediglich die feineren Schwebstoffe durch den Kanal transportiert werden, bilden diese mit der Zeit auch die neue Sohle. Deren Lage stellt sich, wie im Oberlauf, aufgrund der bekannten Zusammenhänge zwischen Abfluss, Feststoffführung und Sedimentcharakteristika ein. Nur ist es flussabwärts des Geschiebeablagerungsplatzes plötzlich eine viel feinere Fraktion, welcher die entscheidende Rolle bei der Sohlenbildung zukommt. Dieser Prozess wurde von der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich im Jahre 1984 untersucht.

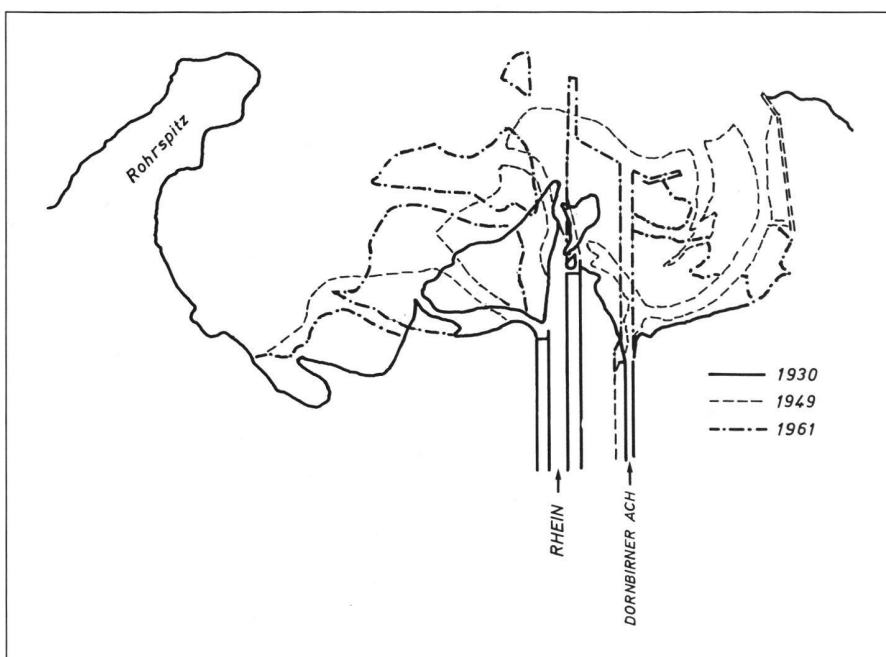


Abb. 1: Entwicklung der Rheinmündung nach dem Fussacher Durchstich.

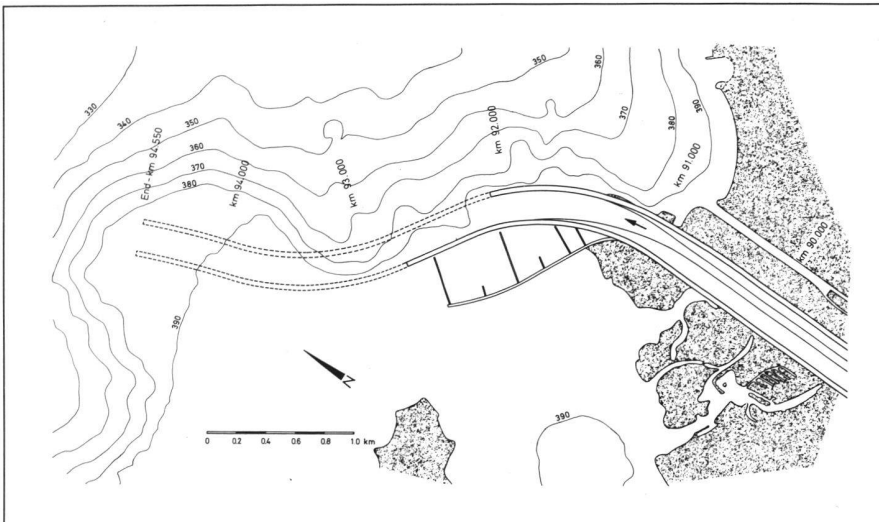


Abb. 2: Das Vorstreckungsprojekt 1972, Bauzustand 1983.

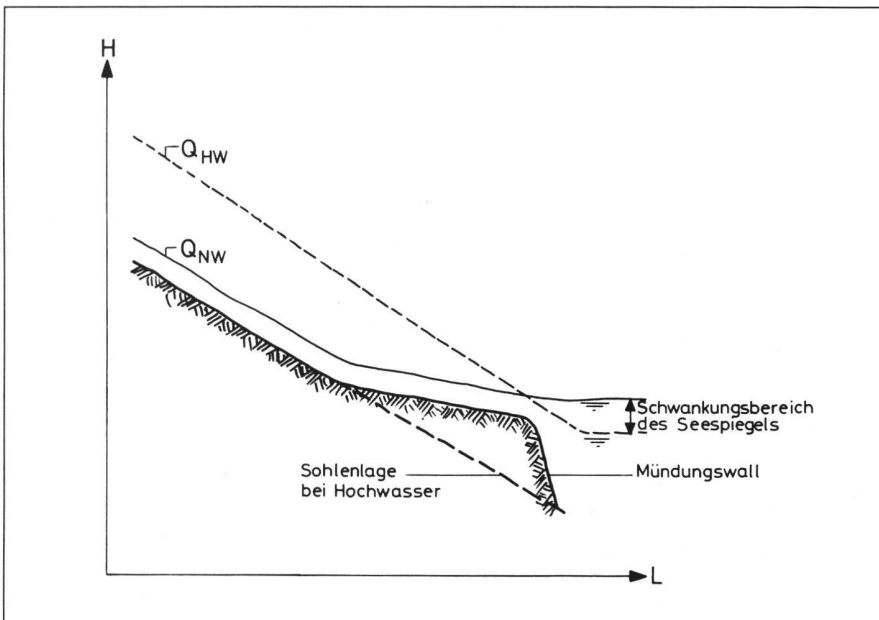


Abb. 3: Sohlenbildung bei einer Flussmündung und «Mündungswall».

Anlass zu dieser neuen Untersuchung waren Ablagerungen, die sich im neuen Kanal und vor der momentanen Mündung gebildet hatten. Probeanalysen zeigten, dass dieses Material aus Sand mit einem repräsentativen Korndurchmesser von 0,25 mm besteht. Diese Fraktion entspricht etwa den größten 10% jenes Materials, das in Schwebstoffproben des Rheins vorgefunden wird. Somit übernimmt nach Entnahme der Kiesfraktionen die nächstgrößere Fraktion im neuen Kanal die sohlenbildende Rolle, während immer noch der weitaus größte Teil der zugeführten Feststofffracht im See vor der Mündung abgelagert wird.

Die Sohlenlage im Kanal kann durch einen Fixpunkt bei der Mündung und ein Sohlengefälle im Kanal charakterisiert werden. Da aber beide Werte je nach Abfluss und Seestand unterschiedlich sind, konnte nur

mit einer instationären Rechnung eine künftige mittlere Sohlenlage erfasst werden, von der die momentanen Sohlenlagen spürbar abweichen können. In diesem Zusammenhang ist besonders auf das Phänomen des Mündungswalls hinzuweisen. Dieser entsteht jeweils beim abklingenden Hochwasser. Bei den größeren Abflüssen liegt der Sohlenfixpunkt an der Mündung relativ tief, da sich dann der Abfluss je nach Seestand etwa einen Abflussquerschnitt freihält, der etwa der Normalabflusstiefe im Kanal entspricht. Bei kleineren Abflüssen wird nun eine kleinere Abflusssektion beansprucht, während gleichzeitig der Seespiegel am Ende eines Hochwassers ansteigt. Durch den resultierenden Rückstau bildet sich auf dem letzten Teil des Mündungskanals eine Ablagerung, die sich aber wegen der begrenzten Zufuhr und Dauer nicht allzuweit

nach Oberwasser ausdehnt. In einem überhöhten Längsprofil sieht dieser Mündungswall aus wie eine Sprungschanze (Abb. 3).

Somit wird in den Perioden zwischen den Hochwassern immer mit einer sichtbaren Ablagerung an der Mündung zu rechnen sein. Beim Anstieg zur nächsten Hochwasserabflussspitze wird diese wieder abgebaut, der Sohlenfixpunkt sinkt wieder ab. Das Gleichgewichtsgefälle im Kanal richtet sich nach dieser tiefen Lage des Fixpunkts und nicht etwa nach jener Position, die zwischen Hochwasserereignissen erfassbar ist. Es ist ferner durch die Schwebstoffführung, die Profilgeometrie, die Abflussfolge und die Sohlrauigkeit bestimmt. Bei einer Sandsohle ist besonders der letztere Punkt bedeutsam, ändert sich doch die Rauigkeit mit dem Abfluss infolge variabler Sohlenformen (Riffel, Dünen). Die Rechnung zeigte, dass bei Endausbau des 5 km langen Kanals mit einer Anordnung gemäss Projekt 1972 die gewünschte Abflusskapazität von 3250 m³/s erreicht werden kann, allerdings nur, wenn das Flacherwerden der Dünen bei grossen Sohlbeanspruchungen mitberücksichtigt wird. Dabei weicht die Sohlenlage allerdings von jener im Projekt 1972 vorgesehenen ab. Wichtig ist auch das Resultat, dass bei der im Endzustand zu erwartenden Energielinienlage kein Rückstau über den Geschiebesammler hinaus in das eigentliche Rheingerinne erfolgt.

Zukünftige Entwicklungen

Wurde vorhin von einem Endzustand gesprochen, so handelt es sich dabei lediglich um den theoretischen Zeitpunkt, an dem das Projekt 1972 fertiggestellt ist und sich im neuen Kanal eine neue Sohle gebildet hat. Zwar würden dann grössere Seetiefen erreicht und damit würde das Längenwachstum der Mündung verlangsamt. In einer fernerer Zukunft wird sich aber auch dann die Frage stellen, wie es weiter gehen soll. Beliebig kann das Gerinne nicht vorgestreckt werden, ohne dass es dann doch nicht zu dem erwähnten Rückstau kommt. Deshalb hat man alles Interesse daran, den Ablagerungsprozess in dem Sinne zu steuern, dass dieser Zeitpunkt, an dem grössere Eingriffe am gesamten Korrektionsgerinne anvisiert werden müssen, möglichst weit hinausgeschoben werden kann.

Diese Chance ergibt sich in einigen Jahren dadurch, dass das Vorstreckungsgerinne nahezu so weit ausgebaut ist, dass die vor 1972 angeführten Belastungen durch Verlandung und Trübung weitgehend behoben sind. Die heutige Mündung liegt an einer Stelle, wo erst eine mehrjährige Ablagerung erlauben wird, den rechten Damm weiterzuführen. Wird in den nächsten Jahren der linke Damm etwas verlängert, so bleibt die Fussacher Bucht



Abb. 4: Mögliche zukünftige Entwicklung der Rheinmündung bei einer Kombination der Kanal- mit einer Deltalösung.

geschützt. Der rechte Damm lenkt den Rhein bereits heute genügend von der Bregenzer Bucht und dem Lindauer Gebiet ab. Deshalb kann der Mündungswall am Kanallende sich an einem Ort zu einem Delta weiterentwickeln, der kaum stört. Hingegen würde durch eine solche begrenzte Realisierung des Vorstreckungs-

gerinnes und eine Auffächerung der Mündung dessen Anwachsen auf eine grössere Breite verteilt und so das Längenzwachstum verlangsamt. Schliesslich würde langfristig auch ohne Zweifel ein landschaftlicher Gewinn erreicht. Eine mögliche Entwicklung in diesem Sinne zeigt Abb. 4.

Auf diese Weise würden alle vorhandenen Ablagerungsräume ausgenützt und die sensiblen Zonen geschützt, bevor dann, zu einem wesentlich späteren Zeitpunkt als ursprünglich vorgesehen, das gesamte Vorstreckungsgerinne realisiert wird. Irgendwann aber wird dann aber der Punkt nicht umgangen, wo der Bodensee soweit verlandet sein wird, dass das gesamte Korrektionswerk überprüft werden muss. Beim geschilderten Vorgehen kann das Problem jedoch getrost späteren Generationen weitergegeben werden.

Literatur:

U. Markowski: Das Rheindelta, Internationale Rheinregulierung, Bericht über die Seegrundaufnahme 1979.

Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, Bericht Nr. 578/III, 1972.

Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, Bericht Nr. 874, 1984.

Adresse des Verfassers:

Dr. Martin Jäggi
Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich
ETH Zürich
CH-8092 Zürich

Die Rheinregulierung von der Illmündung bis zum Bodensee

U. Bergmeister

1892 haben die Schweiz und Österreich die Aufgabe übernommen, den Alpenrhein von der Illmündung bis zum Bodensee gemeinsam auszubauen. Mit dem Diepoldsauer und Fussacher Durchstich konnte die gemeinsame Rheinestrecke wesentlich verkürzt werden. Heute wird im Bereich der Neuen Rheinmündung die Vorstreckung der Hochwasserdämme auf dem Delta im Bodensee weitergeführt.

En 1892, la Suisse et l'Autriche ont décidé d'entreprendre en commun l'aménagement du Rhin entre l'Ill et le lac de Constance. Grâce à la percée de Diepoldsau et Fussach, la portion commune du Rhin a été substantiellement raccourcie. Aujourd'hui dans la zone où le Rhin se jète dans le lac de Constance, la prolongation des digues contre les crues est continuée sur le relief sédimentaire lacustre.

Rheingeschichte

Über Jahrhunderte hat der Alpenrhein das Rheintal geformt und seine Entwicklung beeinflusst. Ohne besondere Einschränkungen konnte der Fluss im Talboden mäandrieren. Dichte Auwälder, zumeist mit Eichen bestockt, Seen und Sümpfe be-

deckten das Tal. Schlamm und Geschiebe lagerten sich entlang der gesamten Rheinestrecke ab. Dies führte zu Sohlhebungen und in weiterer Folge zu Überschwemmungen (Abb. 1).

Durch die Geschiebe- und Sandablagerungen bei Sargans befürchtete man, der Rhein könne einmal seinen Lauf in Rich-

tung Walensee nehmen. 1847 stellte der St. Gallische Wasserbauinspektor Hartmann schon fest, dass das Hochwasser dem Scheitelpunkt der Wasserscheide auf ungefähr zwei Meter näher gerückt ist. Bis ins 11. Jahrhundert zurück sind uns Rheinüberschwemmungen bekannt. Von der sogenannten «Rheinnot» wird auch 1206 gesprochen, als die erste Lustenauer Pfarrkirche dem Strom zum Opfer fiel. Bis Ende des 19. Jahrhunderts waren grosse Überschwemmungen und Dammbrüche nichts aussergewöhnliches. Grosse Hochwasserereignisse – wie z.B. 1817, 1834, 1868 – verursachten Überschwemmungen über weite Bereiche der Talsohle. Der Rheineinbruch am 30. August 1890 bei Altach-Hohenems und Höchst führte zu den letzten Überschwemmungen in diesen Gemeinden. Kein Wunder also, dass infolge der immer stärker werdenden Besiedelung ein besserer Hochwasserschutz gefordert wurde. Für den Hochwasserschutz waren die Gemeinden innerhalb ihrer Grenzen verpflichtet. Die sogenannten «Schupfwuhre» sprachen ein deutliches Zeichen für die unzureichenden Massnahmen an beiden Ufern.