

Ausgangslage

Objektyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Mitteilungen der aargauischen Naturforschenden Gesellschaft**

Band (Jahr): **32 (1989)**

PDF erstellt am: **30.06.2024**

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.

Viele Daten wurden auch im Rahmen von Kursen der Universität Zürich erhoben und ausgewertet:

Beteiligt waren Studenten der Wildbiologiekurse (Vogelbeobachtungen) des Zoologischen Instituts, des Ökologiekurses des Zoologischen Museums (Fluginsekten, Unioniden) und des Kurses über geographische Informationssysteme (Prof. Dr. K. Brassel, Dr. A. Herzog) des Geographischen Institutes (Verlandungsentwicklung).

Dr. B. Nievergelt und Dr. M. Güntert halfen mit zahlreichen Anregungen und Kritik bei der Abfassung des Manuskripts, und Dr. M. Sartori redigierte die französische Zusammenfassung.

2. Ausgangslage

2.1. Aarelandschaft vor dem Kraftwerkbau

Das Becken vor der Talenge in Koblenz, in dem sich heute der Klingnauer Stausee befindet, ist während der Riß-Eiszeit durch den Helvetischen Gletscher während des Koblenzer Stadiums entstanden (HANTKE, 1978). Der Gletscher schob sich bis nach Koblenz vor und hinterließ nach seinem Rückzug ein Tal mit einer breiten Talsohle, in dem die Aare seit dem Rückzug des Gletschers mäandrierte (Abb. 2). Die Ebene von Gippingen bis Kleindöttingen wurde regelmäßig von Hochwasser überflutet, und es entstand eine reichhaltige Auenlandschaft, wie sie im Schweizer Mittelland bis ins letzte Jahrhundert in den Talböden häufig war und das Landschaftsbild prägte (WEISS, 1981).

Im letzten Jahrhundert stieg der Wasserabfluß durch das Abholzen großer Waldflächen im Einzugsgebiet der Aare stark an. Ein unregelmäßiger Wasserabfluß und ausgeprägte Hochwasserspitzen waren die Folge. Immer häufiger traten deshalb in der ganzen Schweiz zerstörerische Hochwasser über die Ufer. Material, das von der Erosion der bloßgelegten Waldböden stammte, veränderte die Flußläufe im Mittelland zusätzlich. Diese negativen ökologischen Einflüsse führten schließlich zur Schaffung des Forstpolizeigesetzes. Lokal versuchten sich die Gemeinden vor den Hochwassern zu schützen und schütteten kleinere Dämme auf, was jedoch keine absolute Sicherheit brachte.

Mit der Industrialisierung und Elektrifizierung wurde ein weiteres Potential der Auengebiete erkannt: Die Nutzung der Wasserkraft zur Erzeugung elektrischer Energie. Die Zähmung der ehemals wilden Flüsse mit ihren Schnellen und Untiefen verwandelte die Flüsse im Mittelland in größtenteils langsam fließende Kanäle und Staubecken (KUHN, 1984). Die Schaffung von ertragreichem Landwirtschaftsland auf solchen Schwemmböden war eine zusätzliche Motivation für den weiteren Ausbau der Schutzbauten. Somit mußten die Auengebiete der heutigen Kulturlandschaft weichen. Eintönige Landwirtschaftsflächen (Klingnau, Kleindöttingen, Gippingen), Nadelbaum- und Pappelbestände (Umiker Schachen) sowie Überbauungen (Döttingen, Brugg, Aarau) begleiten heute den Fluß.

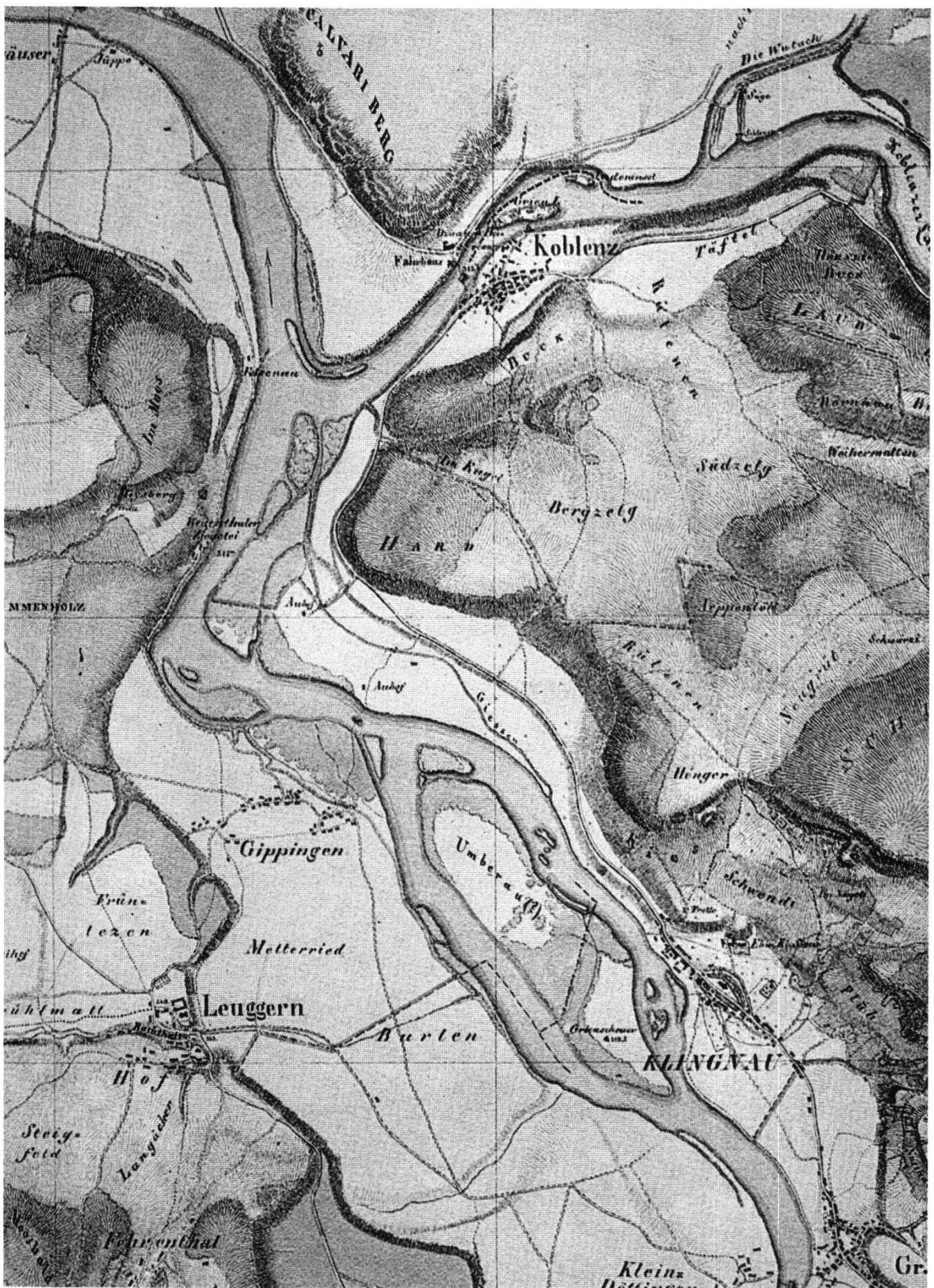


Abb. 2: Michaeliskarte von 1840, Maßstab 1:25000. Die Aare mäandrierte im Becken, das durch den Helvetischen Gletscher während der Riß-Eiszeit entstand. Auf diesem Talboden bildete sich eine für den Kanton Aargau charakteristische Auenlandschaft mit zahlreichen Inseln, die oft überschwemmt wurden.

2.2. Kraftwerksbau

Anfang der zwanziger Jahre wurde auch in Klingnau ein Kraftwerk geplant, welches das Gefälle der Aare kurz vor der Mündung in den Rhein ausnützen und gleichzeitig die Hochwasser eingrenzen sollte. Dieses Projekt stieß auf große Opposition (MITTLER, 1947; OSTERWALDER, 1937), da zu dieser Zeit kein Bedürfnis für den erzeugten Strom in der Schweiz bestand. Der größte Teil der Stromproduktion sollte daher exportiert werden; die Finanzierung war demzufolge vor allem mit ausländischem Kapital geplant. Schließlich wurde das Projekt doch noch von den kantonalen Behörden, mit einigen Zugeständnissen an den Landschaftschutz, bewilligt. Im Jahre 1929 wurde mit dem Bau der Anlage begonnen, das ausge dehnte Auengebiet damit aber endgültig zerstört.

Die ursprünglichen Pläne für ein Kraftwerksgebäude auf der Höhe von Klingnau wurden wegen des Rückstaus und der daraus folgenden Beeinträchtigung des Kraftwerks Beznau aufgegeben. Als Bauruine blieb die «Stumpenbrücke» zurück, der als Ersatzleistung am Brückenkopf in der Seemitte eine kleine Badeanstalt angebaut wurde. Das Kraftwerksgebäude und der Staudamm wurden drei Kilometer flußabwärts gebaut. Die Dämme wurden im Bogen um den instabilen Grund der Riedgebiete herum angelegt, die Staumauer und das Kraftwerksgebäude auf felsigem Untergrund etwas unterhalb von Gippingen erstellt. Auf der Höhe des Kraftwerkgebäudes wurde der Wasserspiegel durch den Aufstau um rund 5,40 m angehoben (Abb. 3). Das Kraftwerk war als Speicherwerk geplant: In Niedertarifzeiten sollte der Fluß aufgestaut werden, um dann zu Spitzenlastzeiten Strom zu erzeugen (BÄCHLI, 1981).

Für diese Betriebsart ist das Volumen des Stauseebeckens von Bedeutung, da die Wasserspeicherkapazität möglichst groß sein sollte. Der Betrieb in dieser Weise hätte große Pegelschwankungen zur Folge gehabt. Mit dem Bau von Speicherseen in den Alpen und der fehlenden Stromnachfrage (Weltwirtschaftskrise, Rezession, politische Motive) war diese Betriebsmethode bei der Fertigstellung des Kraftwerks bereits nicht mehr wirtschaftlich. Daher wurde die Anlage seit der Inbetriebnahme 1935 als Durchlaufwerk bewirtschaftet, mit sehr geringen Pegelschwankungen von 20 cm bis 50 cm um den Sollwert 318,40 m ü. M.

2.3. Hoahrheinschiffahrt und Transhelvetischer Kanal

In der Gesamtverkehrskonzeption (GVK) des Bundes von 1977 war der Klingnauer Stausee als Endhafen für die Hoahrheinschiffahrt vorgesehen. Auf der linken Seeseite sollten nach diesen Plänen drei große Hafenbecken ausgebagert werden. Auf der Höhe des Kraftwerks war eine Schleusenanlage geplant, die bereits beim Bau des Kraftwerks berücksichtigt wurde (OSTERWALDER, 1937).

Auch die Vision eines Transhelvetischen Kanals erscheint von Zeit zu Zeit auf dem politischen Parkett (KELLER, 1985; Infraconsult, 1978). Der Kanal sollte die Rhone- und die Rhein-Schiffahrtsstraßen miteinander verbinden und die wirtschaftlichen Randbedingungen in der Westschweiz verbessern. Durch den Ausbau der Aare von der Mündung bis zum Bielersee und dem Bau eines Kanals zur Rhone

sollte ein kürzerer Kanal als die andere geplante Verbindung nördlich des Juras (auf französischem Boden) erreicht werden (KELLER, 1985). Dieser Ausbau hätte verheerende Folgen für das Landschaftsbild mit sich gebracht (Infraconsult, 1978). Wegen befürchteter negativer Auswirkungen sind diese Bauwerke jedoch in den Hintergrund getreten.

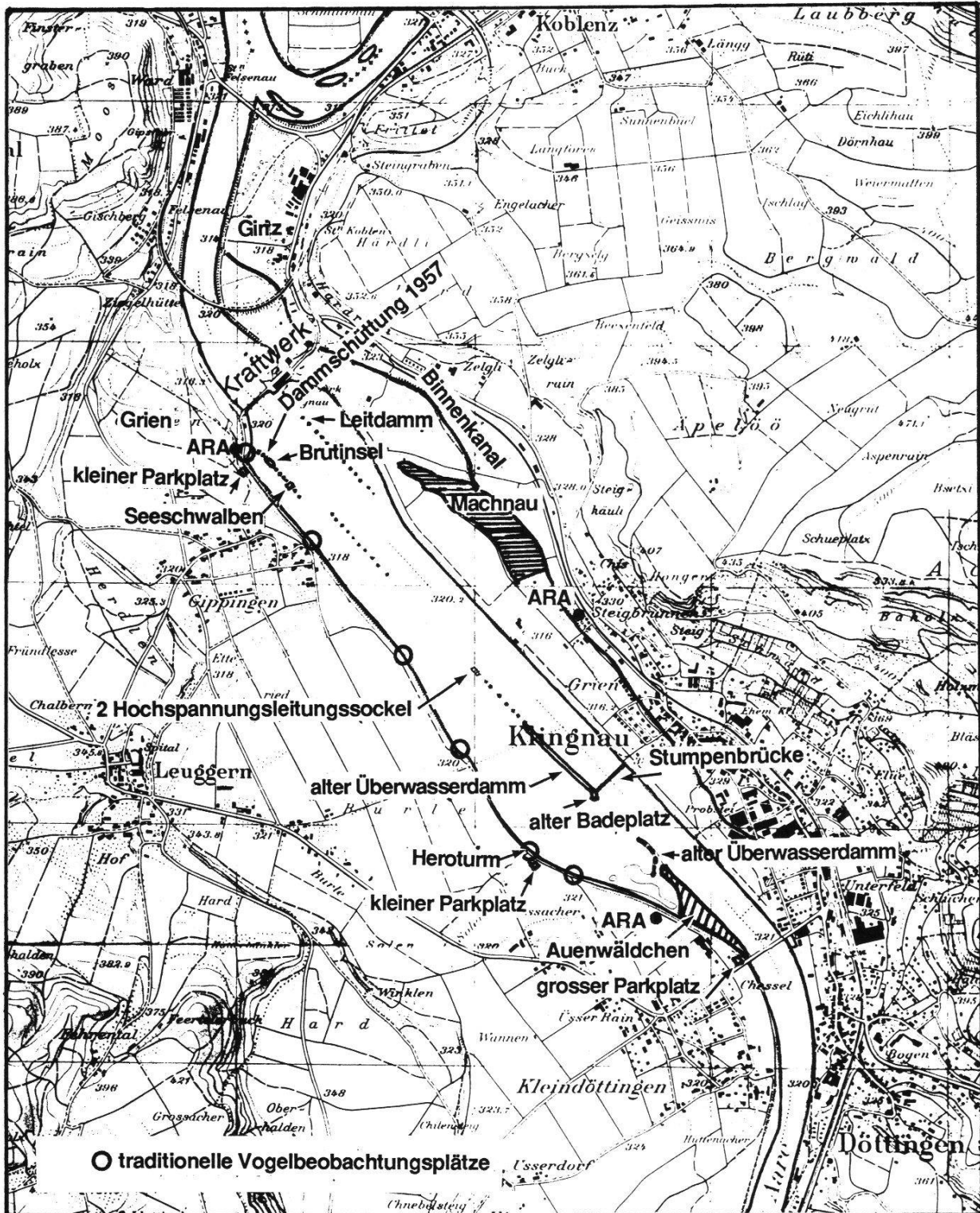


Abb. 3: Landeskartenausschnitt Nr. 1017, 1976, Maßstab 1:25000. Drei Reste der ehemaligen Auenlandschaft blieben erhalten: Grien, Giritz und ein Teil der Flußschleufe der Machnau. Die Aare wird durch Dämme auf einen schmalen Teil des ehemaligen Auengebietes begrenzt. Die Ortsbezeichnungen, die in diesem Bericht verwendet werden, sind hier angegeben.

2.4. Bauliche Veränderungen seit der Inbetriebnahme des Kraftwerks

Im Laufe der Jahre wurden verschiedene bauliche Ergänzungen des Staubeckens notwendig (Tab. 1, Kraftwerk Klingnau, 1955; Aarewerke AG, 1936 bis 1987; BÄCHLI, 1981). So wurden Leitdämme geschüttet, um Querströmungen vor den Turbineneinlässen zu verhindern. In den Hinterwasserkanälen wurde verschiedentlich eine stark erhöhte Wasserführung gemessen, weil die Aare an mehreren Stellen den Dammfuß erodierte; die dichtende Lehmschicht wurde weggespült und mußte in den Jahren 1953, 1966 und 1981 repariert werden. Die Abdichtung von 1981 erforderte eine zweimonatige Absenkung des Sees um 1,5 m (BÄCHLI, 1981).

Tabelle 1: Zeittafel. Kolonne 1: Luftaufnahmen der Landestopographie, die für die Rekonstruktion der Vegetationsentwicklung verwendet wurden. Kolonne 2: Querprofilaufnahmen des Flußbettes durch das Kraftwerk Klingnau zur Verlandungskontrolle. Kolonne 3: bauliche Maßnahmen.

Jahr	1	2	3
1885-1904			Dammbau
1929-1935			Kraftwerksbau
1931		*	
1936/37			Schüttungen
1939	*		
1940	*		
1946		*	
1951		*	
1952	*		
1953			Dammdichtung
1956			
1956/57		*	Schüttung UW-Damm
1962		*	
1966			Dammdichtung
1968	*	*	
1970	*		
1976	*	*	
1977			Farbversuche, Zusammenschieben der Vegetation, Spundwand, Dammschluss
1981	*		Dammdichtung
1982	*	*	
1986	*	*	

2.5. Umweltveränderungen, die nicht oder nicht direkt auf den Kraftwerkbau zurückzuführen sind

Durch die Zunahme der Wohnbevölkerung in den Gemeinden um den Klingnauer Stausee veränderte sich die Umgebung seit 1935 wesentlich. Große Parzellen des ehemaligen Auengebietes wurden überbaut. Die Landschaft hat sich parallel mit der Strukturänderung in der schweizerischen Landwirtschaft auch hier grundlegend geändert. Im Vergleich der beiden Luftaufnahmen der Jahre 1940 und 1982 sind diese Prozesse sichtbar (Abb. 4): Die Ebene zwischen dem See und Leuggern ist im Jahre 1939 in viele kleine, obstbaumbestandene Landparzellen aufgeteilt. Im Jahre 1982 dagegen ist diese Kleinräumigkeit zugunsten großer Agrarflächen verschwunden. Das Gebiet am nördlichen Ende des Stausees war 1940 nur locker überbaut. Heute ist dieser Teil von Industrie und Wohnsiedlungen eng umschlossen. Solche Eingriffe sind nicht nur auf den Raum Klingnau beschränkt (WEISS, 1981); sie beeinflussen Flora und Fauna in der ganzen Schweiz stark.

Die Bautätigkeit trägt zur Oberflächenversiegelung bei und dadurch zu großen Mengen von Meteorwasser. Diese erhöhen die Zahl der sogenannten mittleren Hochwasser – vor allem der Gewässer im Siedlungsraum. Auch die Wasserqualität änderte sich: Durch eingeleitete Abwässer wurde die Aare von 1950 bis in die siebziger Jahre stark eutrophiert und mit toxischen Substanzen wie halogenierten Kohlenwasserstoffen (Verdüner, Reinigungsflüssigkeiten usw.) oder Schwermetallen (Cadmium, Blei, Quecksilber) belastet. Die Verschmutzung ist teilweise wieder zurückgegangen, und die Eutrophierung (Überdüngung) konnte reduziert werden. Die einige Kilometer flußaufwärts liegenden Kernkraftwerke Beznau I und II werden mit Aarewasser gekühlt. BLOESCH (1977; 1980) konnte allerdings keinen Einfluß dieser Wärmebelastung auf das Gewässer zeigen.

Alle Veränderungen unserer Umwelt haben für Flora und Fauna zwangsläufig Konsequenzen. Viele Arten sind mit dem Verschwinden ihrer Lebensräume im Bestand zurückgegangen oder ausgestorben, andere haben sich ausgebreitet und erreichen heute größere Bestände als früher. Es handelt sich dabei aber meist um Kulturfolger wie Stockente, Hausspatz oder Amsel (BEZZEL, 1982). Da der Stausee kein isolierter Biotop ist, sind bei allen Betrachtungen über seine Flora und Fauna großräumige Prozesse in der Gesamtbeurteilung zu berücksichtigen. So widerspiegeln zum Beispiel ornithologische Beobachtungen von überwinternden Arten am Stausee nicht nur seine jeweilige Biotopqualität, sondern je nach dem auch Veränderungen der europäischen Vogelpopulation. Zudem ist es möglich, daß sich einige Arten in an sich suboptimalen Biotopen konzentrieren, weil es im schweizerischen Mittelland kaum mehr bessere gibt.

2.6. Verlandung des Stauseebeckens als bestimmender Faktor der biologischen Entwicklung

Nach dem Aufstau des Sees und der Inbetriebnahme des Kraftwerks verlandete das große Seebecken schnell, da der Strömungsquerschnitt der Aare viel größer

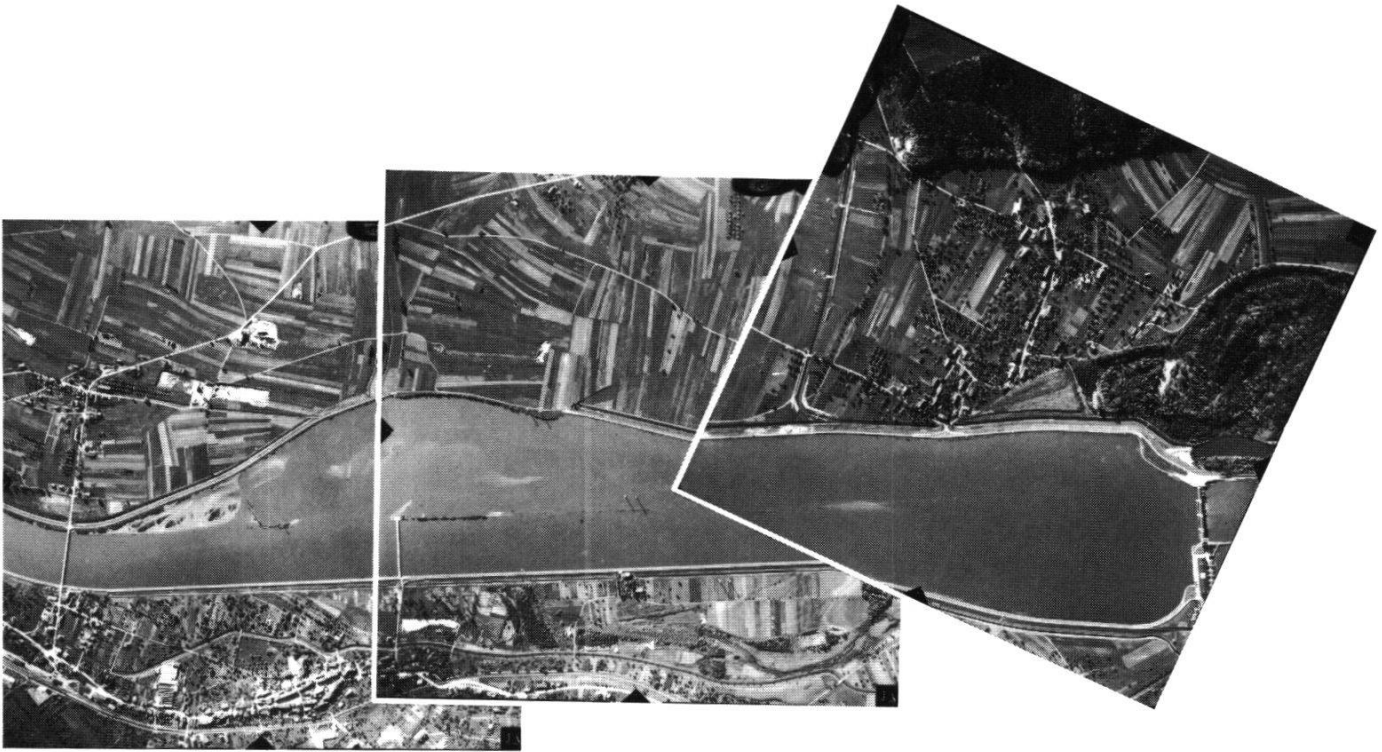


Abb. 4: Veränderungen im Stausee und seiner Umgebung. Die Flachwasserzone ist stark verlandet, die Vegetation breitet sich darauf aus. Die Landwirtschaftsstrukturen sind verändert, so sind die Felder 1982 (unteres Bild) wesentlich größer als 1940 (oberes Bild), und zahlreiche Obstbäume sind verschwunden. Die Siedlungsfläche ist größer geworden und schließt den obersten Teil des Stausees ein. Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie vom 20. 4. 1988.

war als zuvor. Die Fließgeschwindigkeit nahm ab und das Schleppvermögen des Flusses sank, so daß große Mengen von Schwebstoffen sedimentierten. Es entstand eine Flachwasserzone mit bewachsenen Inseln, und die Vogelwelt nutzte das riesige Nahrungsangebot, das sich auf den frisch sedimentierten Flächen einstellte. Die Verlandung der linksseitigen Seebucht schritt bis in die siebziger Jahre so weit fort, daß eine große Fläche durch Landpflanzen innert weniger Jahre bewachsen wurde. Wegen der großen Bedeutung des Klingnauer Stausees als Rast- und Überwinterungsgebiet für Vögel wurden 1977 die obersten Zentimeter dieser Flächen maschinell zu Inseln zusammengeschoben und zwei Lücken zwischen Stumpenbrücke und Auenwald durch Pfählungen und Schüttung eines Dammes geschlossen. Seither ist die Verlandung sichtlich verzögert worden. Die Produktivität der Flachwasserzone ist vermutlich gesunken. Im Juli 1986 ist der Damm mit der Pfählung gebrochen, und dahinter sind neue Inseln entstanden.

2.7. Darstellung der Verlandungsdynamik des Stauseebeckens

2.7.1. Datensätze

Das Kraftwerk Klingnau mußte aus betrieblichen Gründen die Wassertiefen der Aare seit dem Aufstau alle paar Jahre ausloten. Alle hundert Meter wurden Querprofile des Aarelaufes aufgenommen, zuerst mit einem einfachen Lot, neuerdings mittels Echograph.

Da ein kausales Verlandungsmodell, wie es im Reußtal gemacht wurde (LAMBERT, *et. al.* 1983), aus Zeitgründen nicht in Frage kam, stellten wir ein phänologisches Modell auf. Im Jahre 1977 führte Prof. D. Vischer (ETH Zürich, Versuchsanstalt für Wasserbau) einen Färbversuch durch: An drei Stellen wurde Farbe ins Aarewasser eingeleitet und die Strömungsbilder vom Flugzeug aus fotografiert (VISCHER, 1981).

Diese Untersuchung zeigte, daß durch den Wasserzufluß im obersten Seeteil die Verlandung der seichten Stellen gefördert wurde. Daraufhin wurde die Lücke zwischen dem Brückenkopf der Stumpenbrücke und dem Auenwäldchen bis auf eine Passage für die Fischerboote geschlossen.

1981 war der Wasserspiegel wegen der Reparatur der Dammdichtungen um 1,5 m abgesenkt worden. Deshalb wurden Luftaufnahmen in Auftrag gegeben und aus diesen eine Karte im Maßstab 1 : 1000 hergestellt, welche die Topographie bis in 1,5 m Wassertiefe darstellt.

2.7.2. Modelle

Die grafische Auswertung der verschiedenen Querprofilaufnahmen bietet erste Hinweise auf die Verlandungsdynamik des Stausees. Wir wollten jedoch diese Prozesse in ihrer Gesamtheit darstellen, weshalb es notwendig war, mit dreidimensionalen Modellen zu arbeiten. Es sollte geklärt werden, wie die Verlandungsdynamik abläuft und welche Stauseezonen heute noch stark verlanden.

Die Querprofilaufnahmen wurden durch Studenten von Prof. K. Brassel im Wintersemester 1986/87 im Rahmen des Kurses über geographische Informationssysteme ausgewertet. Geographische Informationssysteme (GIS) sind Da-

tenverarbeitungssysteme, die ortsbezogene Daten mit Datenbanken im herkömmlichen Sinne verbinden. Daten aus verschiedenen Quellen werden kompatibel aufgenommen und mit einem geeigneten Programmpaket verarbeitet. Für die Berechnungen wurde eine Ebene von $3,5 \text{ km} \times 0,8 \text{ km}$ festgelegt und diese in quadratische Felder von 10 m Seitenlänge aufgeteilt, so daß der Stausee 350×80 Zellen enthält. Die Zellen des GIS speichern Informationen für das entsprechende Feld, beispielsweise durchschnittliche Tiefe, Wasserpflanzendeckung oder Anzahl Vögel. Die meisten Daten sind innerhalb dieses Rasters mit einem vernünftigen Aufwand kodierbar.

Abbildung 5 zeigt die dreidimensionalen Modelle des Stauseebodens der Jahre 1931 bis 1986. Die Verlandung der linksseitigen Seebucht ist gut sichtbar; innerhalb des ersten Jahrzehnts vollzogen sich die größten Auflandungen. In den letzten Jahren haben nur noch geringfügige Veränderungen stattgefunden. Die Strukturen in der Verlandungsfläche werden ausgeebnet, die auflandende Sedimentzunge schiebt sich gegen das Kraftwerk zu. In Abbildung 6 ist ersichtlich, wie die Aare innerhalb der Dämme des Hauptlaufes mäandriert. Nach dem Aufstau blieben nur zwei der alten Überwasserdämme oberhalb der Wasserlinie: Ein 250 m langes Stück unterhalb der Stumpenbrücke und ein etwa 100 m langes, gewinkeltes Dammstück bei der Kilometermarke 63.000. Hinter diesem Dammwinkel bildete sich das «Baggerloch», das nicht etwa durch Ausbaggerung entstand, sondern sich durch die geringe Sedimentation hinter dem Dammwinkel bildete (siehe auch Abb. 14). Weil die linke Seebucht verlandete, wurde auch der Wasserdurchfluß durch die Bucht geringer. Dies hatte zur Folge, daß die Fließgeschwindigkeit innerhalb des Hauptlaufes erneut anstieg und die Hauptlaufrinne deshalb geringfügig erodierte (WILLI, 1970; MEIER, 1980). Die Durchbruchstelle vom Frühling 1986 ist nach dieser Darstellung ein Prallhang, welcher der erodierenden Kraft des Flusses am stärksten ausgesetzt ist. Der Gippinger Graben ist in den letzten Jahren nur noch geringfügig verlandet und scheint offen zu bleiben. Die Gippinger Bootsstelle wird aber in den nächsten Jahren vom Hauptlauf abgeschnitten und nur noch über einen Umweg durch die Passage erreichbar bleiben, die kurz vor dem Wehr den Gippinger Graben mit dem Hauptlauf verbindet. Es wäre deshalb schon heute sinnvoll, den Steg abzurechen und die Boote beim Kraftwerk zu stationieren.

Abbildung 7 zeigt den Verlauf des Seevolumens innerhalb der modellierten Querprofile vom Flußkilometer 63.300 bis 66.300. Danach ist die Verlandungsdynamik im Vergleich mit den ersten Jahrzehnten stark rückläufig. In den folgenden Jahren wird es keine so großen Volumenveränderungen mehr geben.

Da die Tiefenzonierung für die Artenzusammensetzung von Flora und Fauna eines Gewässers wichtig ist (BRINKHURST, 1974; REICHHOLF, 1982), rechneten wir anhand der Modelle die Tiefenverteilungen der verschiedenen Jahre aus. Sie sind in Abbildung 8 dargestellt. Die durchschnittliche Tiefe sank im Laufe der Verlandung. Der Hauptlauf veränderte sich wenig, nach einigen Auflandungen wurden im Hauptlauf Erosionen (MEIER, 1980) festgestellt, was an den häufiger auftretenden Tiefenklassen 8 bis 10 m der Jahre 1951 bis 1962 zu erkennen ist. Im Gegensatz dazu verlandete die Bucht sehr schnell. Die niedrigsten Tiefenklassen (0 bis 1 m)

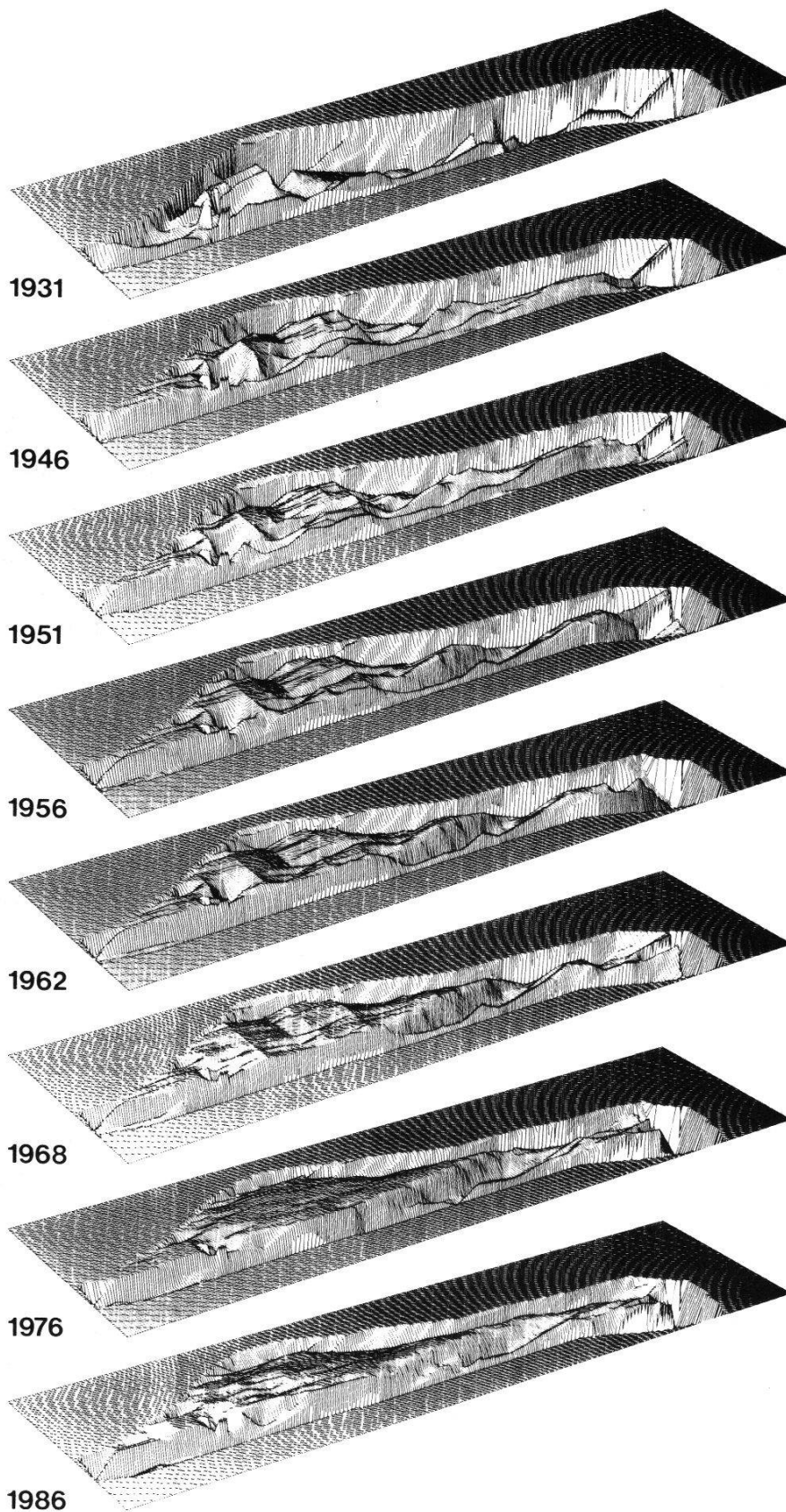


Abb. 5: Tiefenmodelle des Klingnauer Stausees, perspektivische Darstellung. Die Topographie wurde aus den Querprofilaufnahmen des Kraftwerks Klingnau berechnet. Der Betrachter blickt von Nordosten auf den Stausee, die Aare fließt von links nach rechts im Hauptlaufgraben, der nicht bis zum Grund einsehbar ist (siehe auch Abb. 6). Rechts liegt das Kraftwerk Klingnau. Die Seebucht (hinten im Bild) landet im Laufe der Jahre auf. Unterhalb des alten Dammes, auf den die Stumpenbrücke führt, bildet sich eine Zunge, die sich gegen das Kraftwerk zu entwickelt. Sie wird durch den Gippinger Graben vom Damm getrennt. Der Gippinger Graben landet nur noch geringfügig auf und wird nicht verschwinden.

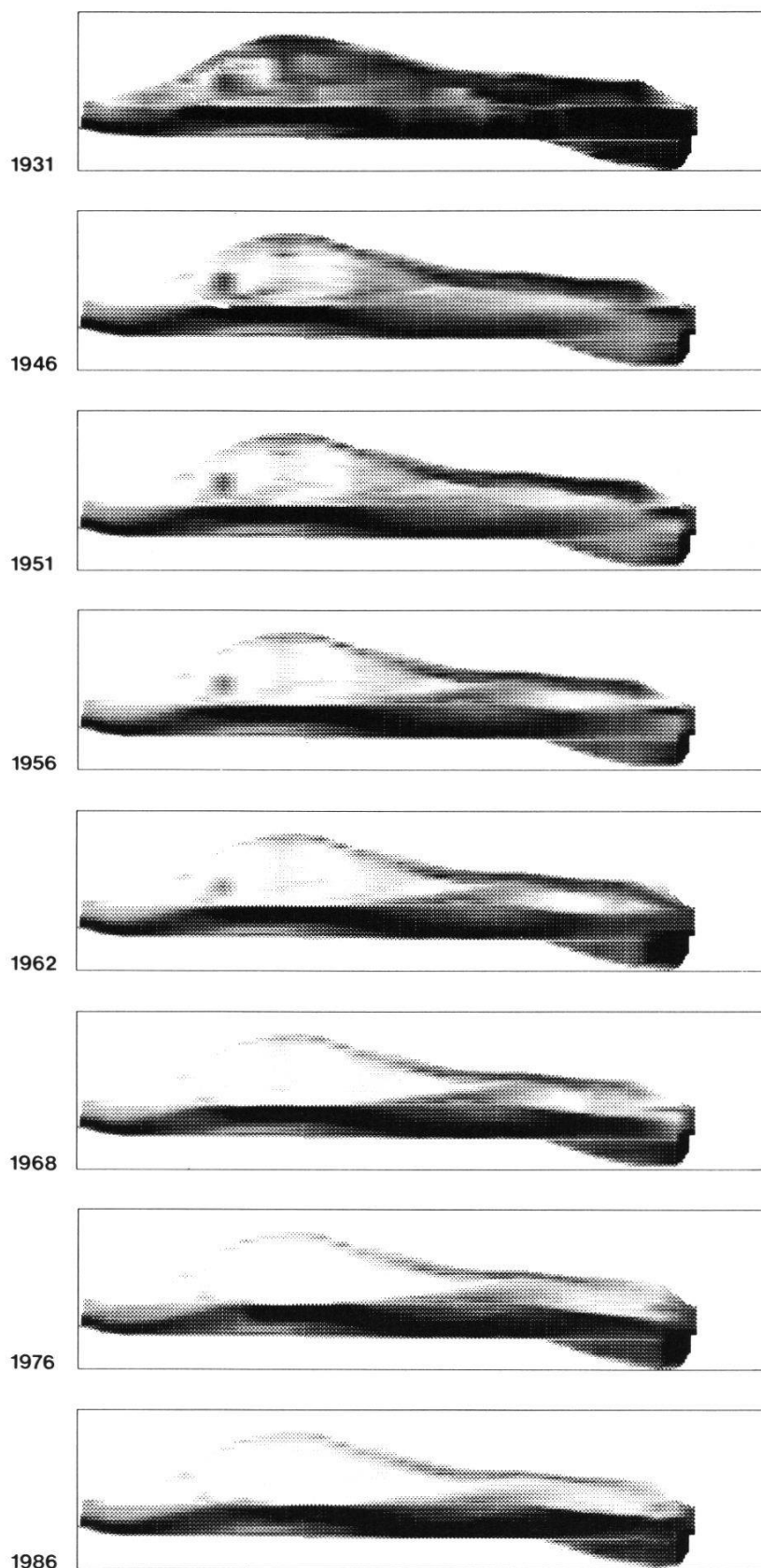


Abb. 6: Tiefenmodelle des Klingnauer Stausees, Darstellung der Modellraster. Die Topographie wurde aus den Querprofilaufnahmen des Kraftwerkes Klingnau berechnet (siehe Anhang). Die Zellen sind entsprechend der Wassertiefe geschwärzt: je dunkler die Zelle, desto größer ist die Tiefe. Die Aare fließt von links nach rechts durch den Hauptlaufgraben. Der Fluß mäandriert innerhalb der Dämme. Auch innerhalb des Hauptlaufes gibt es räumliche Strukturierungen.

treten deshalb vermehrt auf, und die Tiefenverteilung wird schließlich zweigipflig. Insgesamt wird die Trennung der Durchschnittstiefen von Flachwasserzone und Hauptlauf ausgeprägter.

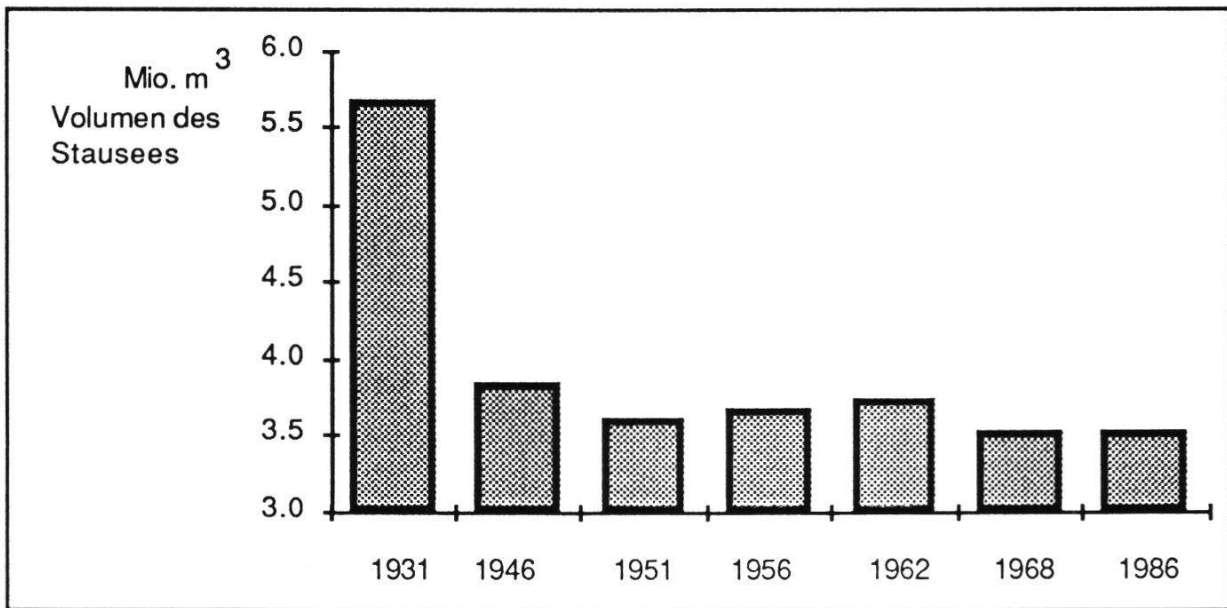


Abb. 7: Volumenabnahme des Klingnauer Stausees von 1935 bis 1986, berechnet aus den Querprofilaufnahmen des Kraftwerks Klingnau. Rund 2 Mio Kubikmeter Sand und Schlick wurden von der Aare in der linken Seebucht deponiert, während der Hauptlauf seine Form nur wenig veränderte. Die Abbildung zeigt das Gesamtvolumen des Stausees, Hauptlauf und Seebucht zusammen.

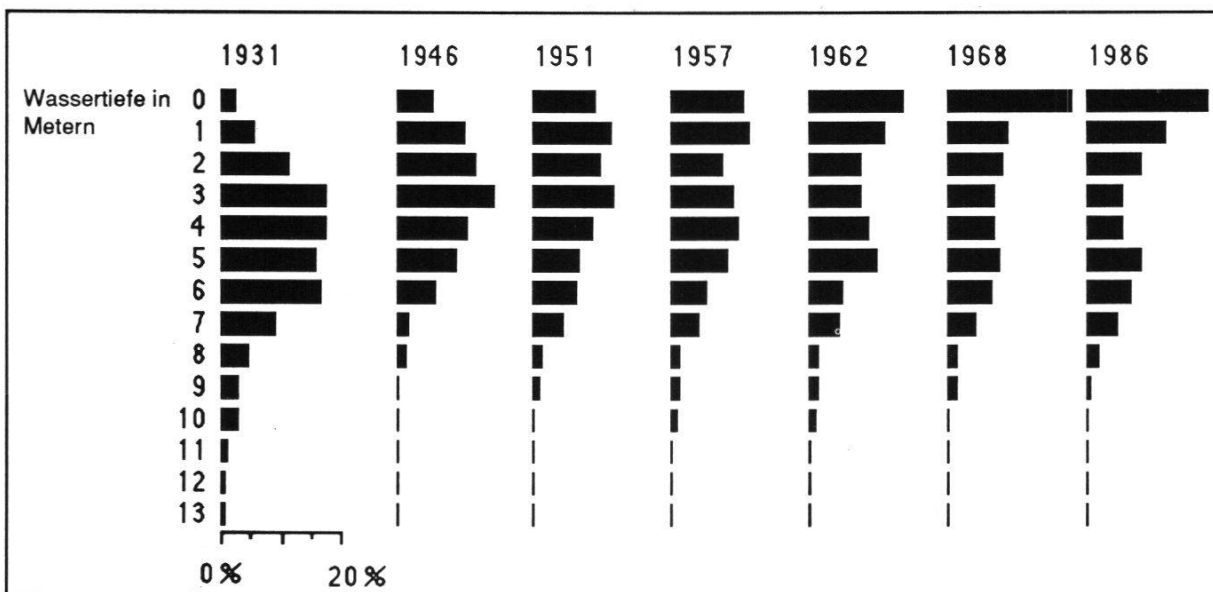


Abb. 8: Tiefenverteilung des Klingnauer Stausees 1931 bis 1986. Die Zellen der Tiefenmodelle wurden auf einen Meter Genauigkeit gerundet und die Frequenz gegen die Tiefenklasse aufgetragen. Nur die Zellen innerhalb der Dämme wurden verwendet.

2.8. Beschreibung des Stauseebeckens, Zonierung

Wie aus den vorangehenden Abschnitten ersichtlich, ist der Stausee nicht einfach ein einförmiges und eintöniges Wasserbecken. Vielmehr besteht er aus sehr unterschiedlichen Lebensräumen, die sich in ihren physikalischen Bedingungen wie beispielsweise der Wassertiefe, der Strömung, des Lichtes, der Wassertemperatur, des Sauerstoff- und Schwebstoffgehaltes voneinander unterscheiden.

Die Abbildungen 9 und 10 sowie Tabelle 2 zeigen schematisch die Gliederung der Lebensräume, wie sie in diesem Bericht verwendet wird.

In Abbildung 10 ist ein schematischer Flußquerschnitt mit seinen verschiedenen Lebensräumen dargestellt. Die Aare erscheint dem Spaziergänger vom Dammweg her als homogener Kanal. Nur Wirbel und Pressungen an der Wasseroberfläche verraten die unterschiedliche Bodenstruktur. Je nach Strömungs-

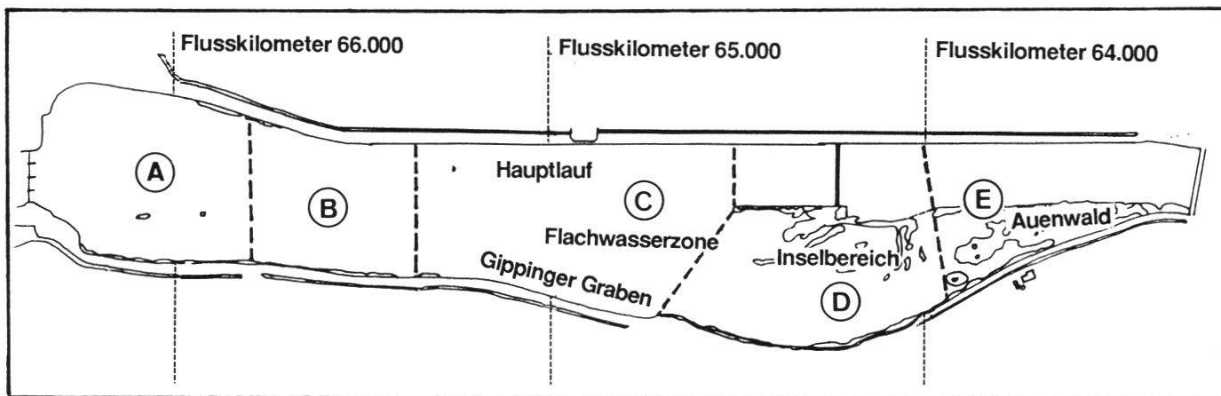


Abb. 9: Gliederung des Klingnauer Stausees. Das Kraftwerk benutzt für die Vermessung eine Hektometrierung: Entlang dem Flussufer sind alle 100 m Markiersteine gesetzt. Der Stausee beginnt kurz vor der Kilometermarke 63.300 und endet nach der Kilometermarke 66.300.

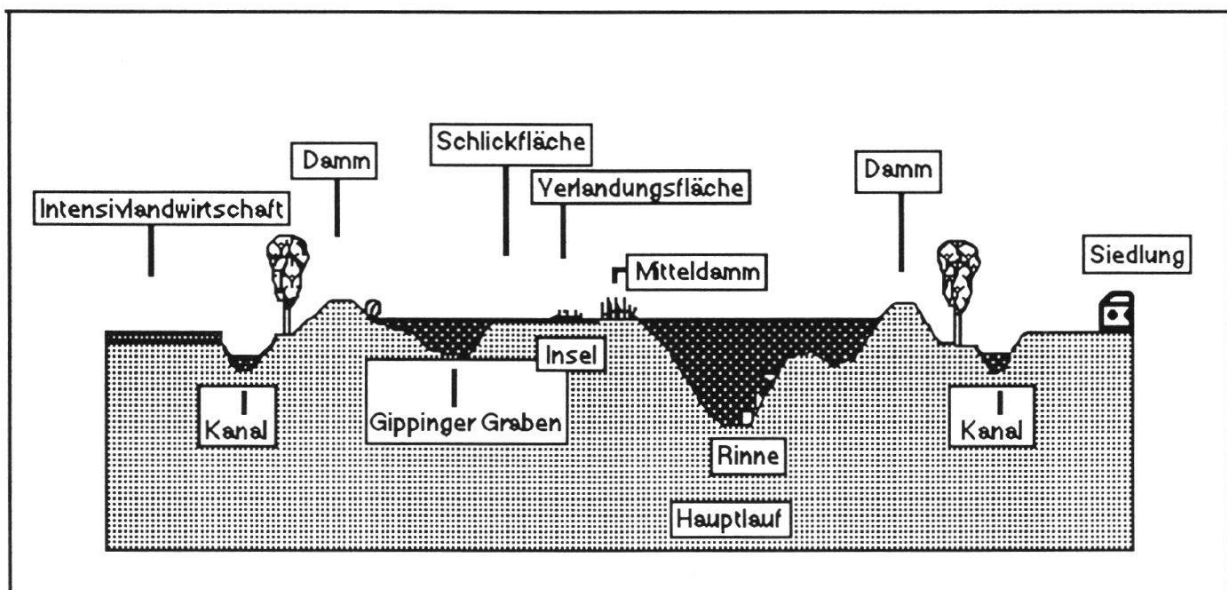


Abb. 10: Schematischer Flußquerschnitt des Klingnauer Stausees mit der Gliederung der Lebensräume.

Tabelle 2: Gliederung der Lebensräume im Klingnauer Stausee nach groben physikalischen Unterschieden. Bei der Bearbeitung der Inventare wurden weitere Bereiche innerhalb dieser Zonen unterschieden.

Zone	Charakteristik			
	Sauerstoff	Temperatur-differenz	Strömung	Boden-beschaffenheit
Hauptlauf oben (Auenwald)		hoch	gering-schnell	Sand, Steine, Blöcke
Hauptlauf unten (Kraftwerk)		hoch	gering-langsam	Laub, Schlick, Sand
Gippinger Graben	untersch.	mittel	mittel	Laub, Schlick, Sand
Flachwasserzone Gippingen		hoch	gering	Schlick
Inselbereich	gering	hoch	sehr gering	Schlick
Schilfgürtel	hoch	mittel	gering	Schlick

geschwindigkeit und Wassertiefe ist das Sediment anders: im Querschnitt wechseln Sandflächen mit Blockwurfzonen und Schlickansammlungen ab. Wo im Hauptlauf genügend Licht zum Flußboden dringt, wachsen meterlange Laichkrautwedel. Tiefer unten ist es düster. Dort sind große Flächen mit Süßwasserschwämmen und Moostierkolonien überwachsen, unter den Steinen leben Wandermuscheln, verschiedene Wasserinsektenlarven, Wasserasseln, Bachflohkrebse, Schnecken, Muscheln und Schlammröhrenwürmer.

Auf den Schlickflächen sind die Verhältnisse ganz anders als im Hauptlauf. Das Wasser steht praktisch still und erwärmt sich im Sommer sehr stark. Im Januar sind diese Flächen meistens für einige Zeit mit einer dicken Eisdecke überzogen. Es gibt keine Steine, unter denen sich Kleintiere verstecken können. Die meisten Organismen sind eingegraben oder verstecken sich in der Vegetation. Im Sommer wachsen dichte Algenwatten und färben die ganze Flachwasserzone grün. Im Gegensatz zur Schlickfläche fließt das Wasser im Gippinger Graben, wenn auch sehr träge. Wegen der hohen Produktivität ist es dort oft trübe, und die Sicht beträgt nur wenige Zentimeter. Große Flußmuscheln stecken im schlickigen Boden.

2.9. Hydrographische Situation

Menge und Qualität des durch den Stausee fließenden Aarewassers sind im Tages- und Jahresablauf sowie zwischen Jahren verschieden und nicht exakt voraussagbar. Gewisse Muster sind zwar erkennbar, doch spielt auch der Zufall mit und bestimmt die hydrographische Situation.

Der Wasserstand wird durch den Betrieb des Kraftwerks Klingnau in engen Grenzen gehalten. Der Sollwert beträgt 318,40 m ü. M. Normalerweise treten während eines Tages nur Schwankungen von 10 bis 20 cm auf. Weil aber der obere

Seeteil aus ausgedehnten seichten Flächen besteht, verändert sich dort die Situation im Laufe eines Tages stark: Grosse Schlickflächen werden überflutet oder fallen trocken. Abbildung 11 zeigt einige typische Wasserstandssituationen, die in Döttingen (kurz vor der Brücke Kleindöttingen) gemessen wurden. In Abbildung 11.1. und 11.2. sind die Pegelschwankungen von zwei Normalwasserstandsperioden registriert: Innerhalb eines Tages treten nur kleine Schwankungen auf. Das gleiche Bild zeigt sich auch bei Niedrigwasser (Abbildung 11.4.). Bei Hochwasser dagegen (Abbildung 11.3.) treten große Pegelschwankungen auf, und weite Teile der Inseln unterhalb der Brücke Kleindöttingen werden überschwemmt.

Das Wasserstandsgefälle innerhalb des Stausees ist eine Funktion der Wassermenge, die den Stausee durchfließt. Bei kleiner Wassermenge (kleinem Q) ist das Gefälle gering und beträgt nur wenige Zentimeter. Bei Hochwasser dagegen kann es bis zu 1 m betragen und so zur Überschwemmung der Inseln führen.

Zwar ist die ungleiche Wasserführung jahreszeitlich bedingt, doch wird sie auch von der jeweiligen Wittersituation beeinflusst. Abbildung 12 zeigt die Unterschiede zwischen Monaten. Im Sommer (Juni und Juli) ist die Wasserführung

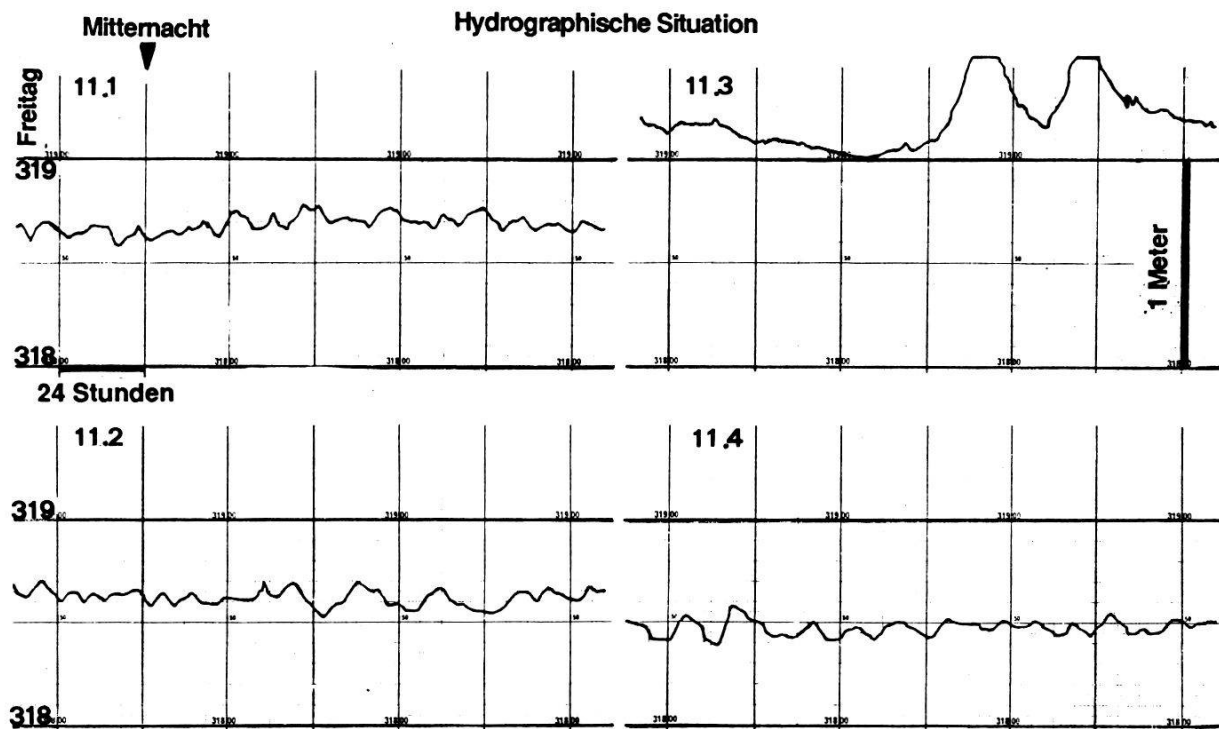


Abb. 11: Pegelstandsschwankungen oberhalb der Brücke Kleindöttingen während einer Woche, in Abhängigkeit des Wasserstandes. Die Aufzeichnung beginnt am Freitagnachmittag. Die vertikalen Zeitlinien geben 24.00 Uhr an. Die untere, horizontale Niveaulinie bezeichnet den Pegel 318,00 m ü. M., die obere 319,00 m ü. M.

Abb. 11.1. Normalwassersituation, 25. Juli bis 1. August 1986, Wassermenge am 30. Juli rund $650 \text{ m}^3/\text{s}$.

Abb. 11.2. Normalwassersituation, 4. Juli bis 11. Juli 1986, Wassermenge am 9. Juli rund $810 \text{ m}^3/\text{s}$.

Abb. 11.3. Hochwassersituation, 30. Mai bis 6. Juni 1986, Wassermenge am 4. Juni $2000 \text{ m}^3/\text{s}$.

Abb. 11.4. Niedrigwassersituation, 10. Oktober bis 17. Oktober 1986, Wassermenge rund $200 \text{ m}^3/\text{s}$.

durchschnittlich am höchsten, doch können Hochwasser das ganze Jahr hindurch auftreten.

Abbildung 13 zeigt, wie sich die Qualität des Flußwassers im Jahresablauf ändert. Die Meßwerte aus dem Jahre 1985 stammen von der Station in Felsenau, die kurz unterhalb des Stausees liegt. Die meisten Werte schwanken nur gering. Die größte zeitliche Dynamik zeigt die Menge der ungelösten Stoffe, die bei Hochwasser vom Fluß auf die Verlandungsflächen gebracht werden.

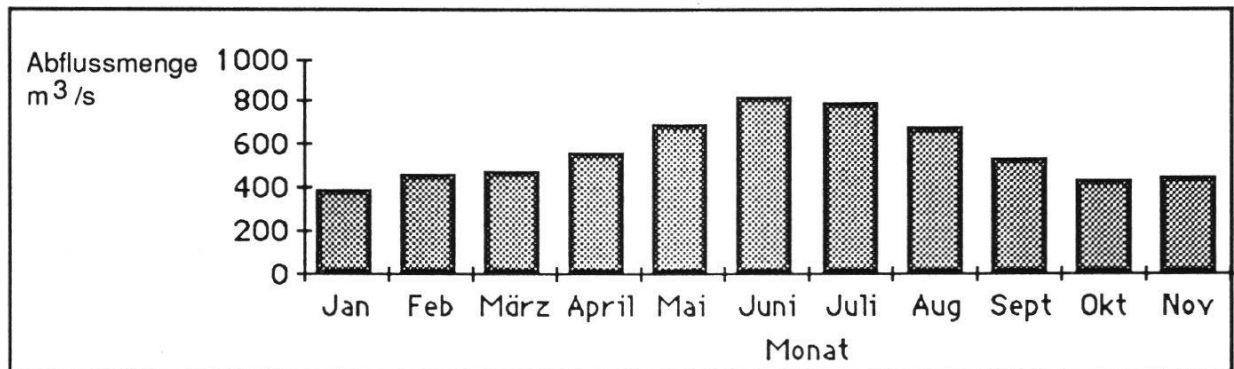


Abb. 12: Durchschnitte der monatlichen Abflußmengen von 1935 bis 1980. Meßwerte der Station Stilli (Hydrographische Jahrbücher der Schweiz).

3. Biologischer Zustand und Entwicklungstendenzen

3.1. Vorgehen

Zur Erfassung der langjährigen Entwicklungstendenzen im Klingnauer Stausee wurden zuerst Daten aus früheren Jahren gesammelt und ausgewertet. Das Schwergewicht lag dabei auf der Vegetation, der Nahrungsgrundlage für Vögel und den Vögeln selbst. Zudem sammelten wir Daten über Fische, Flußmuscheln und andere Tiergruppen. Die Inventare wurden von der «Biologischen Arbeitsgruppe Klingnauer Stausee» in Auftrag gegeben oder als Projekt der Universität Zürich durchgeführt (siehe Kap. 1.5).

Jedes Inventar enthält eine Beurteilung der Bedeutung des Klingnauer Stausees bezüglich der untersuchten Pflanzen- oder Tiergruppen und Vorschläge zur Verbesserung ihrer Situation. Die Inventare sind in der Abteilung Raumplanung des aargauischen Baudepartementes deponiert. In Kapitel 3 werden die Ergebnisse dieser Inventare zusammengefaßt. Das Schwergewicht wurde dabei auf Aspekte gelegt, die zur Gesamtfragestellung beitragen. Die Beurteilung einzelner Ergebnisse wird in diesem Kapitel vorgenommen, die Gesamtbewertung der Bedeutung des Klingnauer Stausees aber folgt in Kapitel 5 (Beurteilung der heutigen Flora und Fauna). Die Querbeziehungen zwischen den Inventaren werden in diesem Kapitel nur kurz angedeutet und später im Kapitel 6 diskutiert.