© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Geologische Beobachtungen im Bett des korrigierten Rheines zwischen dem Stauwehr Märkt (km 174.0) und der Einmündung des Unterwasserkanals von Kraftwerk Kembs (km 180.5)

von

Otto Wittmann, Lörrach

Vorbemerkungen[1]

Die geologische Aufnahme im Bereich des Meßtischblattes Lörrach (Nr. 152) für die Badische Geologische Landesanstalt in Freiburg (WITTMANN 1951) gab zu den folgenden Beobachtungen Anlaß. Sie erstreckten sich über die Jahre 1947 bis 1950 mit der Möglichkeit des Einblicks bei verschiedenem, zum Teil extrem tiefem Wasserstand und bei verschieden stark entwickelter Vegetation der trocken gefallenen Sohlenbereiche. In knapper Form sind einige der Beobachtungen bereits in den Erläuterungen zu dem genannten Blatt Lörrach dargestellt worden (p. 60--61, 71—72, 73—74).

Alle Entfernungsangaben beziehen sich auf die jetzt gebrauchte Kilometrierung, die ab 1. 4. 1939 in Geltung ist. Ihr Nullpunkt ist die Achse der Konstanzer Rheinbrücke; dabei ist der alte badische km 0.000 = neuer km 170.000 (alte badische Kilometer mit starken Vierkantsteinen 44.5×44.5 cm aus Buntsandstein vermarkt, neue Kilometer weiß gestrichene Tafeln

[1] Das Geologische Institut der Universität Freiburg (Prof. M. PFANNENSTIEL) hat die nötigen Blätter der Grundkarte 1/5000 (Blätter Ochsenkopf, Kirchen und Märkt) beschafft und zur Verfügung gestellt.
Die Badische Geologische Landesanstalt in Freiburg (Prof. KIRCHHEIMER) gestattete Einsicht in unveröffentlichte Gutachten von Oberbergrat Prof. SCHNARRENBERGER (1921) und ließ Dünnschliffe von Gesteinen der Kirchener Schwellen anfertigen.
Die Baudirektion des Badischen Ministeriums der Finanzen, Abteilung Wasserstraßen, in Freiburg stellte zur Verfügung:
a) Querprofile km 175.900 und 176.100 der Rheinregulierung Straßburg/Kehl — Istein (Planfertiger: Eidgen. Amt für Wasserwirtschaft in Bern).
b) Lagepläne 1/5000 der Strecke km 174.0 bis 178.0 mit Sohlenaufnahmen [1936 bzw. 1946] (Planfertiger: Badisches Rheinbauamt bzw. Wasserstraßenamt).
Das Badische Wasserstraßenamt in Freiburg erlaubte die Einsichtnahme in Luftbilder der interessierenden Rheinstrecke.
Herr Dr. E. JÖRG (Geol. Inst. der Univ. Freiburg) schlämmte Proben des Fischschiefers von km 175.5 und der grünen Mergel vom Kliff bei km 175.9 und bestimmte die Mikrofauna. Die ausgeschlämmten Ostracoden bearbeitete Herr Dr. D. ROTTGARDT (Geol. Inst. der Techn. Hochschule Karlsruhe).
Alle Hilfe sei herzlich bedankt!

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

mit großer schwarzer Ziffer auf weißen Betonpfählen). Die Längen aller abgeschrittenen Punkte werden als Projektion auf die Kilometrierung am badischen Ufer angegeben.

Alle Angaben über die Ausdehnung des Anstehenden und auch der Kiesbänke beziehen sich auf den Wasserstand am 23. 10. 1950. Der Bezugswasserstand lag an diesem Tage an der Kirchener Platte (Querprofil km 175.900) in 232.0 m über Berliner Normalnull. Auch bei tiefsten je beobachteten Wasserständen war der Spiegel nur wenig tiefer, vielleicht maximal bis zu 20 cm. Diese geringe weitere Absenkung bedeutet eine nur ganz bescheidene Arealvergrößerung der Kiesbänke und des Anstehenden über Niedrigwasser[2].

1. *Die Märkter Felsköpfe (km 174.807 bis km 174.860)*

Erstmals im August 1949 habe ich N km 174 die 4 Felsköpfe aus grauem, mittelgrobem, örtlich auch grobem, mürbem, glimmerreichem Sandstein und die zugehörigen Blöcke auf Kiesbank II (vgl. unten) bemerkt. Sie überragen bei km 174.807, 174.820 und 174.845 bis zu 40 cm das Niedrigwasser, sind in der Wasserlinie über einen Meter lang und in Stromrichtung gestreckt. Die Felsen sind vom Wasser zugerundet, abgeschliffen und ausgekolkt. Ihre Oberfläche ist zum Teil mit Kalk überkrustet; das aus den zuvor benetzten und durchtränkten Sandsteinen wieder verdunstende kalkreiche Rheinwasser hat oberflächlich seinen Kalk abgeschieden und dabei den meist wenig verfestigten Sandstein stärker zementiert.

Die Felsköpfe sitzen einer zwischen km 174.807 und 174.860 am badischen Ufer unter Niedrigwasser sichtbaren, flach liegenden Felsplatte auf. Diese wird aus grobkörnigem, glimmerreichem Sandstein mit deutlicher Diagonalschichtung aufgebaut. Es handelt sich bei diesen Sandsteinen um die Fazies des Glimmer- oder Blättersandsteins, die als großknauerige bis plattige Einschaltung aus den unterstampischen *Meletta*-Schichten (Septarienton) der Basler Umgegend (Tongruben Allschwil, Strombett innerhalb Basel, Baugruben Kraftwerk Kembs) bekannt ist. Die Schichten zeigen ein flaches, aber wegen der linsenförmigen bis knauerigen Einlagerungen unregelmäßiges Einfallen. Generell geht das Fallen nach SE.

[2] Eine Kontrollbegehung vor Abschluß des Manuskriptes am 4. 9. 1951 bei einem um 60 cm höheren Wasserstand am Kliff der Kirchener Platte (km 175.900), also in 232.60 m über Normalnull, zeigte folgendes: Die Märkter Felsköpfe (km 174.820) und der Fischschiefer mit den aufgelagerten Blöcken von Sandsteinen der *Meletta*-Schichten bei km 175.500 lagen völlig unter Wasser. Kirchener Platte und Barre waren zwar noch sichtbar, aber stark verkleinert, die sonst geschlossene Barre in einzelne Klippen im Zug einer Stromschnelle aufgeteilt mit einer größeren Klippe im östlichen Teil. Die Kiesbank II war in zwei Teile getrennt, ein starker Strom zog am Ostufer vorbei, die kleine Kiesbank an der Kandermündung war überflutet, das Areal aller Kiesbänke stark verkleinert, z. B. die Kiesbank IV im südlichen Teil ganz unter Wasser und ebenso die Kieszungen am elsässischen Ufer zwischen km 176.800 und 177.250. Die südliche Isteiner Barre war in lang hinstreichende Rücken aufgelöst, der elsässische Teil der nördlichen Barre weithin überflutet.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

An ihrem südlichen und nördlichen Ende ist die Platte bereits von Rheingeröll überstreut. Weitere Felsbänke sind weiter draußen im Strom unter Wasser undeutlich zu erkennen und streichen in Stromrichtung NNW (steilherzynisch); das ist die hier vorherrschende Kluftrichtung (vgl. unten p. 21).

2. *Die Kiesbänke im Bereich der Oligozänaufschlüsse*

(vgl. Abb. 1)

Eine kleine nordwärts zur Spitze ausgezogene Kiesbank I findet sich den Märkter Felsköpfen gegenüber auf der elsässischen Seite zwischen km 174.785 und 175.015 (Gesamtlänge 230 m).

Unmittelbar nördlich der Märkter Köpfe beginnt am badischen Ufer bei km 174.915 die große Kiesbank II, die sich nach N bis km 175.535 erstreckt (Gesamtlänge 620 m). Sie legt sich damit in breiter Front vor die Mündung der Kander. Schon ab km 174.950 löst sich ihr östlicher Rand vom Ufer und es entwickelt sich eine zwar nur schmale und seichte, aber gegen N sich immer mehr erweiternde Rinne, in welche die Kander mündet (bei km 175.310) und zwar aus einem in den Terrassenkörper der Aue und des Märkter Feldes (= Feld q4C1 bei Wittmann 1951; vgl. dort p. 104, 107—110) eingeschnittenen Tal (von km 175.290 bis 175.350). Seit der 1949 beendeten Erneuerung der Uferbefestigungen hat sich an der Mündung eine bereits über 100 m lange Kiesbank (km 175.280 bis 175.410) in der Rinne gebildet.

Auf der Kiesbank II liegen einige große, stromauf aus dem Anstehenden gelöste, gerollte und hier angeflößte Blöcke aus den knauerigen Glimmersandsteinen der *Meletta*-Schichten (entsprechend den Märkter Felsköpfen), die beiden größten Blöcke am stromseitigen Ufer der Kiesbank bei km 174.935 und 174.960.

Der großen Kiesbank II am badischen Ufer (Gesamtlänge 620 m) folgt am elsässischen Ufer die große Kiesbank III (Gesamtlänge 670 m). Sie erstreckt sich von km 175.560 bis 176.230. Die beiden Bänke II und III sind unter Wasser durch Kies verbunden (km 175.535 bis 175.650), der eine sogenannte Talwegschwelle bildet.

Eine letzte größere Kiesbank IV folgt unterhalb der Kirchener Schwellen zwischen km 176.280 und 176.620 (also Gesamtlänge 340 m). Sie ist durch zwei seichte, vom badischen Ufer zum Strom ziehende Rinnen in drei ungleich große Teile zerlegt. Gegen die Isteiner Schwellen hin haben sich nur noch am elsässischen Ufer zwischen km 176.800 und 177.040 sowie km 177.040 und 177.250 zwei schmale, nordwärts in den Strom (ruhiges Hinterwasser im Stau der Schwellen) gerichtete Kieszungen gebildet.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

3. *Der Fischschieferaufschluß bei km 175.500*

Schon ab km 175.490 sieht man am badischen Ufer Grundwasseraustritte, wie immer, wenn unter der Uferbewehrung undurchlässige Schichten anstehen. Vor ihnen haben sich im stillen Wasser bis zu einigen Dezimetern breite, steilgeböschte Mündungsdelten aus grobem Rheinsand gebildet. Zwischen km 175.498 und 175.503 streicht der Fischschiefer s. s. (*Amphisyle*-Schiefer des Unterstampien) in flachliegenden Bänken aus, die dicht unter Niedrigwasser sichtbar werden, bei ganz tiefem Wasserstand auch über die Wasserlinie herausragen. Sie sind am besten unmittelbar unterhalb Kilometerstein 5.5 zugänglich. Es sind plattig abgesonderte, an der Sonne getrocknet pappdeckeldünn spaltende, feinschichtige, feinsandige, dunkelgraue, sapropelitische Tone mit Schuppen, Gräten und Wirbeln von Kleinfischen, mit Foraminiferen und Pflanzenresten. Einzelne bei Hochwasser abgelöste Platten stecken hochkant in Dachziegelstellung im Rheinkies des Strombetts. Die Kanten der am Ufer ausstreichenden Bänke sind abgerundet.

Die aus einer Probe ausgeschlämmten Foraminiferen hat E. JÖRG (Geol. Inst. d. Univ. Freiburg) wie folgt bestimmt:

Ammobaculites fontinensis TERQUEM zs.
Haplophragmoides placenta var. *acutidorsata* v. HANTK. h.
Nodosaria gracilis var. *ewaldi* REUSS h.
Nodosaria gracilis var. *longiscata* D'ORB. zh.
Dentalina soluta REUSS zs.
Bolivina beyrichi REUSS sh.
Orbulina universa D'ORB. zh.
Spirillina completa FÖRSTER ss.
Gyroidina soldanii D'ORB. sh.
(h. = häufig, s. = selten, ss. = sehr selten, zs. = ziemlich selten usf.)

Von km 175.501 bis 175.520 folgt eine lockere Anhäufung von großen und kleinen Blöcken aus gelblichgrauem bis gelbbraunem, oft roststreifigem, feinkörnigem, glimmerigem Sandstein. Auf seinen Schichtflächen sind grüne Tongallen häufig. Die Blöcke sind gerollt und liegen lose. Sie spalten in ziemlich dünne, oft nur zentimeterstarke Platten. Etwa 35 größere Geschiebe liegen am Ufer oder schauen aus dem Wasser, weitere 30 sind unter Wasser sichtbar. Der größte Block hat die Maße ca. $55 \times 100 \times 200$ cm. Es sind teilweise flache Geschiebe, zum Teil auch wenig gerollte konkretionäre Laibe. Die Anhäufung reicht nur wenige Meter in den Strom hinaus. Es handelt sich auch hier (wie auf Kiesbank II) um Blöcke aus Glimmersandsteinen der *Meletta*-Schichten, die weiter stromauf (bis in die Gegend der Märkter Felsköpfe) aus dem Anstehenden gelöst, abgerollt und hier angespült wurden. Daß solche „Einlagerungen von Sandstein" schon in den tiefsten *Meletta*-Schichten anzutreffen sind, zeigten die Sondierbohrungen zum Kraftwerksbau (BUXTORF 1928, p. 326). Die südlichsten Blöcke liegen hier noch unzweifelhaft auf dem anstehenden Fischschiefer von km 175.5.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Schon THEOBALD hat diese Blöcke im Sommer 1947 beobachtet, sie als Zeugen des darunter Anstehenden angesprochen und als Elsässer Molasse gedeutet (freundl. mündl. Mitteilung 1948). Erst im Oktober 1948 konnte ich bei niedrigem Wasserstand unter den Blöcken den anstehenden Fischschiefer erstmals nachweisen. Es kann sich nicht gut um Blöcke aus den Schichten der Elsässer Molasse handeln. Die Elsässer Molasse steht im Strombett erst oberhalb Basel an und ihre Sandsteine sind meist weich und wenig verfestigt. Sie wären bis zur Kandermündung viel stärker abgerollt oder ganz aufgearbeitet worden. So große Blöcke kommen nämlich im Bestand der Spülsäume und Kiesbänke immer nur wenig stromab des jeweils Anstehenden vor und lassen, falls das Anstehende selber nicht zu sehen ist, sein Vorhandensein wenigstens erschließen.

4. *Die Kirchener Schwellen (insgesamt von km 175.523 bis km 176.370)*

(vgl. Abb. 2 und Bild 1)

Geschichte:

Die Kirchener Schwellen haben bereits eine Entdeckungsgeschichte. Ihre Auffindung geht nach SCHNARRENBERGER (1926, p. 617) auf HEUSSER zurück. HEUSSER glaubte hier bei km 175.938 (d. i. das Nordende des Kliffs der Kirchener Platte; vgl. unten) eine Barre aus Jurakalk (Séquanien) zu erkennen. SCHNARRENBERGER (1921a) schreibt:

„Bisher hat man diese Schwellen für Nagelfelsen gehalten. Tatsächlich liegen Nagelfelsentafeln a u f den Platten von typischem zweifellosem Jurakalk, und die gut erkennbare Unterspülung der letzteren ist auf die Auswaschung der liegenden, ausgewaschenen sequanen Mergel zurückzuführen. Ich selbst habe mich am 2. 4. 1921, 1 Uhr nachmittags, von der Richtigkeit der Schweizer Beobachtung überzeugt. Die Kalkplatten waren noch von etwa 15 bis 20 cm Wasser überspült. Stücke des Kalkes habe ich abgeschlagen und mitgenommen. Nach meinem Dafürhalten ist dieser Fund die wichtigste geologische Entdeckung, die bis jetzt im Rheinbett gemacht worden ist."

Unter Nagelfelsen versteht man nach SCHNARRENBERGER tafelige, bis um 1 m mächtige Konglomeratbänke (= Nagelfluhen) in den Rheinschottern, die in der Uferböschung oft bis zu einigen Dekametern Länge zutage gehen, gerne unterwaschen sind und dann nachbrechen.

Auch die Barre bei km 176.200 war SCHNARRENBERGER schon bekannt (1921a, 1926); ihr Streichen wird mit 150°, das Streichen der Platte (des Kliffs) mit 161° angegeben.

Nach der Bestätigung durch SCHNARRENBERGER geht die Deutung der Kirchener Schwellen als Séquanien in die Literatur über (BUXTORF 1928,

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

p. 326) und die Stelle wird mit entsprechender Signatur auf die geologische Generalkarte der Schweiz, Blatt Basel-Bern (1942), übernommen.

Wäre im Frühjahr 1921 das Wasser noch wenig tiefer gestanden, so hätte SCHNARRENBERGER unzweifelhaft den Irrtum bemerkt, daß es sich nämlich bei diesen Schwellen nicht um Jura, sondern um Tertiär handelt.

In einem Ausführungsentwurf für die Niederwasserregulierung des Rheines zwischen Straßburg und Basel von 1923/24 (siehe „Regulierung" 1929) sind auf Tafel 14 unterhalb Pegel Kirchen richtig zwei „Felsbarren" eingezeichnet, deren obere bei km 176 am badischen Ufer endet.

Nach Inbetriebnahme des Märkter Stauwehrs hat RUDY die Kirchener Schwellen begangen und 1933 darüber berichtet. Ein gutes Photo der Kirchener Platte aus dieser Zeit (stromauf von km 176 aus gesehen) findet man in „Rheinquellen" 29/1934 auf p. 34. RUDY beobachtete bei km 175.938 und 176.200 (das sind die Zahlwerte HEUSSERS bzw. SCHNARRENBERGERS) Felsen (also Platte und Barre; vgl. unten) und gebraucht dabei als erster den Ausdruck „Kirchener Schwellen" (p. 27). Für ihr Streichen gibt er die Zahlwerte SCHNARRENBERGERS. Stratigraphisch sollen die Schichten, die RUDY noch für Malm hielt, den „Übergang von unterem Septarienton zu dem plattigen obersten Weißjura (Séquanien)" bilden (p. 27), eine merkwürdig unklare Vorstellung zu einer Zeit (1933), wo bereits die Ergebnisse der Allschwiler Bohrungen (CHRIST 1924, HOTZ 1928) und der Sondierbohrungen von Kembs (BUXTORF 1928) im Auszug vorlagen.

Erst auf einer Exkursion im Sommer 1948 haben PFANNENSTIEL und TOBIEN als erste bemerkt, daß es sich bei den Kirchener Schwellen gar nicht um Malm, sondern um Tertiär handelt. Es blieb nur offen, mit welchem Horizont des Tertiärs man es zu tun hat.

Die vorhandenen Aufschlüsse bestehen aus zwei Komplexen, die durch kleinere Aufschlüsse im S und N jeweils vervollständigt werden:

1. die Kirchener Platte (am badischen Ufer zwischen km 175.870 und 175.960) und
2. die Kirchener Barre (im freien Strom zwischen km 176.030 und 176.190).

Kirchener Platte:

Bereits zwischen km 175.523 und 175.528 folgen dem Fischschieferaufschluß am badischen Ufer wenig unter Wasser ganz flach nach SE einfallende Kalksandsteinbänke. Es sind Platten von 15 bis 25 cm Stärke aus einem gelbbraunen, feinkörnigen, harten, calzitisierten, glimmerfreien Sandstein. Diese Fazies weicht augenfällig von den Sandsteinen der *Meletta*-Schichten mit ihrem großen Glimmergehalt ab.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Auch zwischen km 175.640 und 175.690 erkennt man unter Wasser die Oberfläche anstehender Felsplatten.

Zwischen km 175.715 und 175.755 endlich stehen dicht unter Niedrigwasser, bei km 175.750 bei besonders tiefem Wasserstand am Ufer auch über einige Quadratmeter über Wasser, plattige bis dünnbankige, stark calzitisierte, glimmerfreie, feinstkonglomeratische Kalksandsteine an.

Diese noch unter Niedrigwasser liegenden Vorkommen leiten über zu der kräftig auftauchenden Kirchener Platte. Die Platte bricht gegen WNW mit einem von km 175.880 bis 175.940 reichenden, bis 120 cm über Wasser hohen Kliff in den Strom ab. Das mit etwa 160° streichende Kliff setzt sich nach SSE in einer 170° streichenden Kette in gleicher Richtung gestreckter Inselchen fort und endet an der Kiesbank III in Höhe von km 175.775 mit einer größeren Aufragung (km 175.775 bis 175.790). Einzelne Felsköpfe durchstechen auch noch weiter gegen SSE den Kies der Bank III und sind vollends bis zum Damm zu verfolgen (etwa bei km 175.700). Nahe dem badischen Ufer liegt südlich der Platte eine größere Insel zwischen km 175.870 und 175.880.

Das Querprofil (Rheinregulierung) km 175.900 gibt für die Oberfläche der Platte +232.3 m über Berliner Null; das ist am Südende, wo das Kliff noch um 30 cm über den Bezugswasserstand herausragt. Nach dem Nordende steigt die Platte an bis zu einer Kliffhöhe von 120 cm, erreicht also bis 233.2 m. Am Südende ist die Platte 25 m breit. Vor ihr im W findet sich ein bis 3 m tiefer Kolk; sein Hang fällt ziemlich steil mit ca. 13° Neigung zur Stromsohle (228.97 m) ab und von da gegen W steigt er dann ganz allmählich bis zum elsässischen Ufer wieder an. Dammkrone am badischen Ufer in 238.4 m.

Bei besonders tiefem Wasserstand reicht die stromauf im Schichtfallen abtauchende Platte noch bis km 175.830 und ist weiter stromauf unter Wasser noch bis km 175.800 zu verfolgen. Es bleibt damit nur noch eine kurze Lücke bis zum Kalksandstein stromauf km 175.755.

Entscheidend für die Gestaltung des Reliefs im einzelnen ist die in NNW gerichtete Hauptklüftung zusammen mit der Bankung. Die Erniedrigung der Platte erfolgt durch Ablösen, Abschälen einzelner Platten aus ihrer Begrenzung durch Klüfte. Die Kluftweite beträgt meist nur wenige Dezimeter. An manchen lang hinstreichenden Klüften scharen sich schwächere Nebenklüfte, so daß hier eine engplattige Lockerung senkrecht zur Bankung entsteht. In die dabei entstehenden Kluftgassen sind häufig Gerölle eingezwängt. Nach dem Auslösen gelockerter Hangendplatten vorhandene Hohlformen werden zu Fallen für die Gerölle, die sich in diesen oft regelmäßig umgrenzten Rinnen anreichern. Echte Strudeltöpfe sind selten. Beobachtet wurden sogar Miniaturtöpfe von kaum 1 cm Durchmesser, in denen kaum mehrere Millimeter große Geröllchen als Mahlsteine liegen.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Kirchener Barre (vgl. Bild 1):

Zwischen km 176.030 und 176.190 erhebt sich mitten im Strom eine kräftige Barre von anstehenden Kalksandsteinen und Kalken über 70 cm über den Niedrigwasserstand. Bei km 176.030 taucht diese Barre breit unter Kiesbank III am elsässischen Ufer. Von km 176.190 an bis 176.235 ragen nur zahlreiche Inselchen aus dem Wasser, die wie die Barre selbst in 160° bis 170° streichen und über welche sich der Strom gegen WSW in einer kleinen Stromschnelle bewegt. Ab km 176.235 sind keine Felsen mehr im Strom zu sehen. Das nördliche Ende der Barre ist noch etwa 35 m vom badischen Ufer entfernt.

Das Querprofil (Rheinregulierung) km 176.100 zeigt die Höhe der Barre in bis 232.7 m über NN, also um 0.7 m über dem Bezugswasserstand. Die Breite der Barre beträgt hier 14 bis 15 m, der Abstand ihrer höchsten Erhebung vom badischen Ufer um 65 m. Östlich von der Barre ist tiefes Wasser bis maximal 229.5 m (2.3 m tief), westlich von der Barre nur wenig tiefes Wasser, bis 1 m tief. Dammkrone am badischen Ufer in 239.7 m.

Eine gewisse Kontrolle erlauben kleine Aufschlüsse am badischen Ufer:

1. Zwischen km 176.012 und 176.035 reicht eine Blockanhäufung 15 m weit in den Strom hinaus. Einzelne Blöcke sieht man schon oberhalb km 176 im Wasser liegen. Unter ihnen finden sich Sandsteine der *Meletta*-Schichten, grobkonglomeratische und gut geschichtete Kalksandsteine und einige bis über quadratmetergroße vom Wasser überarbeitete und ausgekolkte Flächen, wahrscheinlich von Anstehendem, die aus einem feinkonglomeratischen bis brecciösen (Bruchstücke bis 1 cm ϕ) Kalk oder Kalksandstein mit kleinen Gastropoden, Hornsteinfragmenten und Pyritbutzen bestehen.
2. Zwischen km 176.225 und 176.230 findet sich bis 6 m weit in den Strom hinaus anstehend quartäre Nagelfluh, auf welche von SE große Nagelfluhplatten hochkant aufgeschoben sind. Eingelagerte Sandbänder sind von oben verkalkt und zu weichen Sandsteinen zementiert, unter der Kruste liegt der Sand noch lose. Gleiche Nagelfluhen liegen zwischen km 176.268 und 176.280.
3. Dagegen habe ich im November 1948 zwischen km 176.355 und 176.370 nochmals am Ufer anstehendes Oligozän gefunden. Es sind die gleichen meist feinkonglomeratischen und pseudooidischen Kalke und Kalksandsteine mit calzitisierten Steinkernen von Gastropoden und Steinkernen eines Zweischalers *(? Cyrena)* mit kantigen Hornsteinstückchen und Pyritbutzen wie im S.

Gegen die Isteiner Schwellen hin sieht man dann nur noch bei km 177.400 nahe dem Badischen Ufer einige Blöcke quartärer Nagelfluh.

Stratigraphie:

Am Kliff der Platte ist folgendes Profil der Schichten zugänglich:

1. Oben im allgemeinen noch bis 25 cm gelbbrauner bis graubrauner Kalk mit bis stecknadelkopfgroßen weißen Kügelchen oder Ovoiden; gelegentlich unregel-

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

mäßig fein gebändert (Krusten); daneben feinkonglomeratischer Kalk bis Kalksandstein, örtlich auch gröber mit bis nußgroßen Geröllen; die Kalksandsteine sind stark calzitisiert, führen völlig calzitisierte Kleinschnecken und schlecht erhaltene Steinkerne eines Zweischalers *(? Cyrena);* als bezeichnender klastischer Gemengteil erscheinen kleine kantige Stückchen von dunkelgrauem bis honiggelbem Hornstein (? Muschelkalk); eingesprengt sind Pyritbutzen, die oberflächennah bereits zu Nestern von schmutzigen Eisenoxydhydraten verwittert sind; bezeichnend ist endlich auch der rasche Fazieswechsel (Kalk — Kalksandstein);

2. 20 bis 25 cm, seltener mehr und dann bis 40 cm knaueriger Kalk und Mergelkalk, lichtgrau bis gelblich, seltener schon grünlich, reichlich von Pyritbutzen durchsetzt; nahe der Basis auch Pyrit in dünnen Linsen und Bändern eingelagert;
3. noch mehr als 65 cm über der Wasserlinie und dann (soweit sichtbar) auch unter Wasser bis zur Stromsohle grüner knolliger Mergel mit etwas Pyrit.

Die von E. Jörg aus Schicht 3 ausgeschlämmten Ostracoden hat Herr Dr. D. Rottgardt (Geol. Inst. d. T. H. Karlsruhe) bestimmt. Die Fauna besteht fast ausschließlich aus *Cytheridea* ex aff. *muelleri* (v. Münster), einige Exemplare weisen auf die Varietät *torosa* Jones; daneben fand sich 1 Exemplar von *Cythereis strangenbergensis* var. *elongata* Klähn. Die Fauna ist anscheinend brackisch. Foraminiferen fanden sich keine.

Die grünen Mergel werden auch im Kern der Aufragung bei km 175.780 am Ostrand der Kiesbank III sichtbar. Die gleiche Schichtfolge bildet auch die Barre, wo ebenfalls örtlich noch die liegenden grünen Mergel sichtbar werden. Endlich entsprechen die Schichten am badischen Ufer bei km 176.360 Schicht 1 dieses Profils.

Unzweifelhaft handelt es sich bei diesen Schichten um Oligozän. Fraglich bleibt nur, ob unteres oder oberes Sannoisien (Streifige oder Bunte Mergel) vorliegt.

Typische Merkmale sind das konglomeratisch-brecciöse Korn, die Beteiligung von Kalkkonglomeraten und (besonders im Hangenden) von Kalksandsteinen, das Auftreten von Hornsteinfragmenten, das reichliche Vorkommen von Pyrit und der auffallende Fazieswechsel in der Horizontalen (Kalk — Kalksandstein).

Manche dieser Merkmale sprechen für unterste Bunte Mergel und in die gleiche Richtung könnte auch der stromauf folgende Fischschiefer deuten. Aber die kaum 2 m mächtige Folge

Konglomerat bzw. Kalksandstein
Kalkkonglomerat bzw. Kalkstein
grüne Knollenmergel

kommt in gleicher Ausbildung auch innerhalb der Streifigen Mergel vor, auch mit Hornsteinfragmenten. Zwar gibt es ooidische Kalke innerhalb der Bunten Mergel im Profil der Bohrung Allschwil II (Hotz 1928), aber die

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

eigentlichen rotbraunen bunten Mergel, die bezeichnendste Fazies, fehlt hier im Rheinbett. Ziemlich eindeutig weist der reichliche Pyritgehalt auf Streifige Mergel.

Es erscheint damit als sicher, daß wir Sannoisien vor uns haben, und als wahrscheinlich, daß wir es mit oberstem Untersannoisien (oberste Streifige Mergel) oder allenfalls noch mit unterstem Obersannoisien (unterste Bunte Mergel) zu tun haben. Fraglich bleibt zunächst noch, ob alle Schichten bis km 175.523 Sannoisien sind oder ob die hangenden Schichten möglicherweise als Litoralbildung der Foraminiferenmergel („Meeressand") gedeutet werden können. Es ist dies aber wenig wahrscheinlich, da einmal dazwischen die typischen rotbraunen Mergel völlig fehlen und zum andern, weil im benachbarten Gebiet von Kraftwerk und Schleusen die Sondierbohrungen den Foraminiferenmergel in der typischen Fazies angetroffen haben. Man wird also auch die Kalksandsteine von km 175.523 bis 175.528 zum Sannoisien rechnen müssen, und es bleibt bei der gegebenen Deutung der Schichten der Kirchener Schwellen als Sannoisien für die gesamte Folge.

Die hier stratigraphisch wenig sicheren Ostracodenformen weisen nach ROTTGARDT am ehesten auf mittlere Pechelbronner Schichten, d. i. unteres Sannoisien (oberer Teil ?).

Tektonik:

Die Schichten der Kirchener Platte streichen rheinisch in 30° bis 35°. Sie fallen 3° bis 10° ESE. Örtlich, z. B. am Nordende des Kliffs, zeigen sich Abweichungen, etwa 110° Streichen bei 10° bis 15° Fallen NNE. Das Einfallen der Platte geht dem Schichtfallen konform. Die Platte taucht nach SE unter.

Die Schichten der Kirchener Barre streichen ebenfalls generell bis etwa 30° bei 3° bis 10° Fallen ESE. Ihre Lagerung stimmt also mit der der Platte überein.

Da aber die gleiche Schichtfolge bei einheitlichem Streichen und Fallen ganz offenbar mehrmals repetiert, kommt man ohne die Annahme mehrerer antithetischer Brüche geringen Verwurfs nicht aus (vgl. auch Blatt Lörrach; WITTMANN 1951). Einer trennt die Barre von der Platte und die Platte vom Aufschluß bei km 176.020. Ein zweiter trennt die Barre von dem Aufschluß bei km 176.360. Es handelt sich dabei durchaus um das gleiche Bild rheinischer Dehnungszerlegung, wie wir es in größeren Aufschlüssen des Hügellandes immer wieder sehen (vgl. z. B. WITTMANN 1949 a, Abb. 7; WITTMANN 1951, Fig. 7, Fig. 10). Die Zerlegung der südwärts abtauchenden Platte an diesen Brüchen wirkt der Aufkippung der Tafel entgegen. Kleine örtliche Aufwölbungen (z. B. am Nordende des Kliffs oder im Kern der Aufragung bei km 175.780) zeigen, daß die Kalkplatte an diesen antithetischen Brüchen entgegen dem allgemeinen Schichtfallen etwas abgeschleppt ist.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Gegen den Fischschiefer wird man eine Verwerfung annehmen müssen, wenn der Gesamtkomplex der Kirchener Schwellen dem Sannoisien angehört, da weder von den typischen rotbraunen Mergeln des obersten Sannoisien (sie könnten erodiert sein), noch aber von den Foraminiferenmergeln des Stampien etwas zu finden ist.

Die Klüftung in Platte und Barre schwankt um 150° bis 160°. Da die Kliffkante, die Inselkette in Verlängerung des Riffes und die Barre das gleiche NNW (steilherzynische = eggische) Streichen zeigen, sind sie auch keine Schichtkanten, sondern an den Klüften herausmodellierte Erosionskörper. Die Richtung des Maximums der Klüfte schneidet das Schichtstreichen unter einem Winkel von bis 55°. Die Richtung des Kliffs und der Barre ist die vorherrschende Kluftrichtung. Dagegen entsprechen Richtung und Betrag des Abtauchens der Platte in den Strom dem generellen Fallen.

5. *Die Isteiner Schwellen (km 177.540 bis km 178.025)*

(vgl. Abb. 3 und Bilder 2 bis 5)

Frühere Beobachtungen:

Stromschnellen und sie verursachende Felsköpfe und Felsschwellen sind aus der Gegend schon länger bekannt; so warnt z. B. bereits 1841 eine Vorschrift für die französische Dampfschiffahrt vor ihnen (RUDY 1924, p. 35: Règlement de police pour la navigation des bâteaux à vapeur du Rhin etc., Sect. II, Art. 15).

In die folgenden Jahrzehnte fallen die Korrektionsarbeiten. Sie wurden in unserem Gebiet anfangs der 50er Jahre aufgenommen, zwischen 1860 und 1870 besonders stark vorangetrieben, aber erst 1876 beendet. Im Abschnitt Istein waren sie ausnehmend schwierig und langwierig (HONSELL 1885, p. 50—52, dazu Atlas Teil 2, Blatt VII).

1843 verläuft der Talweg unter einem Winkel von 40° zur Richtung des korrigierten Bettes in westlicher bis nordwestlicher Richtung dicht N Kilometerstein 8.0, also ähnlich wie die heute dort vorhandene, aber später erst benutzte Altrinne. Der Bereich der Schwellen liegt um diese Zeit unterhalb der Hochwasserlinie. Ab 1852 fließt der Rhein oberhalb der Schwellen im korrigierten Bett, biegt aber stromab gegen NW auf die heute elsässische Seite ab. Der Talweg geht zu dieser Zeit über den östlichen Teil der Isteiner Schwellen in Richtung des heutigen Stromes. Kiesbänke werden im Schwellenbereich besonders auf der elsässischen Seite verzeichnet. Ab 1871 ist der Strom badischerseits bis knapp km 180 eingedeicht. Erst 1876 gelingt die Abdeichung westlich vom Klotzenfelsen, womit die Korrektionsarbeiten abgeschlossen waren.

1884 ist der Talweg im korrigierten Bett ausgeglichen und verläuft zwischen km 177.5 und 178.0 nahe dem elsässischen Ufer. Schon 1885 schreibt

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

HONSELL in seinem Bericht über die Korrektion (p. 30), es seien „neuerdings einzelne Felsparthien im Rheinbett bei Istein bemerkt worden". Dagegen meint SCHNITTER (1946), zu Beginn des Jahrhunderts sei noch „keine Spur" der Schnelle zu bemerken gewesen und erst ab 1904 seien die ersten Kalkfelsen von ihrer Kiesdecke befreit worden.

Im Jahr 1906 publiziert KOECHLIN erstmals sein Projekt eines durch einen Seitenkanal gespeisten Kraftwerkes. Dabei gibt er das Ausmaß der Erosion bei Kembs mit 8 cm/Jahr, oberhalb Hüningen mit nur 2 cm/Jahr an. Die Grenze zwischen den beiden Strecken verschiedener Eintiefung liege bei Istein, „où un banc de calcaire jurassique traverse le Rhin dans toute sa largeur et s'étend sur 500 mètres environ. Ce banc n'a été mis à jour que récemment et empêchera désormais l'érosion à l'amont, tandis qu'elle continuera vraisemblablement à se produire encore longtemps à l'aval jusqu'à ce que le régime du fleuve ait retrouvé son équilibre." „Il s'ensuit que la barre rocheuse d'Istein donnera naissance à des rapides . . ." (p. 144-145).

In den folgenden Jahren müssen die Schwellen immer stärker herausgetreten sein, denn nach dem Ende des Krieges 1914-1918 folgt im Zuge der Diskussion um den Bau eines elsässischen Rheinseitenkanals (Grand Canal d'Alsace) eine Reihe meist nur knapper, im Eifer der Interessenvertretung bisweilen streitbar gestimmter Arbeiten zur Schwellenfrage.

KOECHLIN (1919 a) wiederholt seine Angaben von 1906 über das Ausmaß der Tiefenerosion, die dann von KUPFERSCHMID (1920) bestritten werden. KOECHLIN kündigt eine noch weiter gehende Auskolkung unterhalb der Schwellen an. Wenn nichts dagegen geschehe, werde sich bis 1950 hier ein Wasserfall (von etwa 3 m Höhe nach dem beigegebenen Profil) gebildet haben, ja später „peut-être même une chute comme à Schaffhouse" (p. 149). Man vergleiche, daß SCHNITTER für das Jahr 1946 bei vollem Durchfluß (offenes Wehr Märkt) von 1700 cbm/sec. einen Absturz von 2 m Sprunghöhe über die nördliche Schwelle angibt.

In seinem Profil von 1919 a zeichnet KOECHLIN eine etwa 650 m lange Barre als eine 3 m hoch mauerartig aus blauem Letten („argile bleu compacte") aufsteigende Felsmasse. In einer später (1923) von ihm gegebenen Profilskizze (Fig. 2 auf p. 684) erreicht diese Barre fast 7 m über der Lettenoberfläche und mit ihrer höchsten Erhebung 230.17 m NN. Aber die Kiesanschüttung reicht fast bis zur höchsten Erhebung, so daß der Fels selbst nur auf etwa 300 m Stromlänge zutage tritt. Die ganze Umgebung der Schwellen und die Stromsohle aufwärts bis Basel und stromab bis Istein wird als Septarienton dargestellt.

Erste genaue Unterlagen erbrachte eine im Dezember 1917 erfolgte Untersuchung seitens der Badischen Wasserbauverwaltung, über welche KUPFERSCHMID (1920) kurz berichtet. Die Darstellung zeigt bereits völlige Übereinstimmung mit dem heutigen Befund. Nach KUPFERSCHMID erstreckt

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

sich zwischen km 177.560 und 178.000 eine Felsbank quer über die ganze Strombreite (Gesamtlänge 440 m), deren Oberfläche („von einigen höher aufragenden Zacken abgesehen") zwischen 229.7 und 232.0 m (alte Werte) liegt. Diese Felsbank erwies sich zwischen den km 177.560 und 177.630 sowie km 177.700 und 177.920 als mit Geschieben überdeckt. Es sind das die Bereiche, in denen heute nur Inseln aus dem Niedrigwasser ragen. Die Gefällmessung ergab zwei Stromschnellen: eine obere zwischen km 177.620 und 177.700 von 80 m Länge mit 0.5% Gefälle und eine untere zwischen km 177.880 und 178.040 von 160 m Länge und 0.25% Gefälle; sonst ist das Gefälle durchweg geringer als 0.1%. Beide Stromschnellen haben sich also nicht unterhalb, sondern auf den Barren gebildet [3].

Bei aller Kritik an Koechlin (1919 a) läßt Kupferschmid doch gelten, daß an der Isteiner Barre, falls nichts dagegen geschehe, „mit der Zeit ein Wasserfall entstehe" (p. 68), was übrigens Tulla schon vorausgesagt habe.

Anschließend berichtet Gelpke (1921) über die Nautik der Stromschnellen und gibt dabei das Gesamtgefälle mit 95 cm auf 420 m Stromlänge, also kilometrisch mit 0.226% an (zum Vergleich: Binger Loch 0.166%, Eisernes Tor 0.261%). Die Geschwindigkeit der Strömung betrage bei Mittelwasser 3.5 m/sec., bei Niedrigwasser noch 2.0 m/sec.

Eine geologische Befahrung bei sehr niedrigem Wasser hat 1921 Schnarrenberger vorgenommen und darüber gutachtlich berichtet (1921a). Nach seiner Darstellung reichen die Felsen von km 177.400 bis 178.000. Diese Felsen bei 177.400 sind aber quartäre Nagelfluh, und Malm erscheint erst ab km 177.540. Später (1926) gibt dann auch Schnarrenberger ihre Ausdehnung mit nur km 177.620 bis 177.950 an, jetzt etwas zu knapp gemessen.

Auf das Gutachten Schnarrenberger und die ihm zahlreich beigegebenen Photos stützt sich ein Aufsatz von Rudy (1924; vgl. seine Fußnote 1 auf p. 34). Hier werden die Isteiner Schwellen zum ersten Male richtig als „Schichtköpfe" geneigter und quer zum Strom streichender Schichttafeln gedeutet (p. 40). Einem Aufsatz des gleichen Autors über nautische Fragen (Rudy 1931) ist ein stark überhöhter Schnitt beigegeben, der zwischen km 177.700 und 177.800 oberflächlich Kiesbedeckung, ab km 177.950 unter dem Geschiebe der Stromsohle stromauf der Barre blauen Letten zeigt, sicher zu unrecht, da hier heute Rauracien ansteht.

---

[3] Gute Photos der Stromschnellen findet man u. a. bei KOECHLIN (1919, 1923), Anonymus (1925 im Zustand vom Sommer 1924, 1927), in „Regulierung" (1929, Tafel 24, im Zustand vom 24. 3. 21), bei DIETERLEN (1932, S. 410 und 411) und SCHNITTER (1946 im Zustand vom 25. 6. 1946 bei offenem Wehr Märkt). Ein gutes Luftbild der Rheinstrecke bei Efringen-Istein ist in Rheinquellen 26/1931 auf S. 87 und ebenso bei RUDY 1931 auf S. 123 zu finden; deutlich zeigen diese Bilder die Wellenbildung (besonders Bild S. 87), und die Schaumkronen lassen vorzüglich die Schnellen bei km 177,7 mehr auf der elsässischen Seite (nördliche Kante der südlichen Barre) und bei km 177,9 quer über den ganzen Strom (nördliche Barre) erkennen.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Interessant ist auch, was im einzelnen über die Entwicklung der Schwellen in den jüngst vergangenen Jahrzehnten angegeben wird. Schon vor der Korrektion gehörte ja das Schwellengebiet zum Inundationsbereich des Stromes; Kiesbänke waren vorhanden, aber auch die Schwellen selbst von Kies überschüttet. Von dieser Kiesdecke wurden die Felsbarren erst ab 1876 mehr und mehr befreit, nachdem der Strom endgültig in sein neues Bett gezwängt war und sich nun die kräftigere Erosion rückwärts auswirken konnte. Aber noch bis zum Kriege 1914-18 waren die Barren großenteils mit Geschiebe überlagert (vgl. KUPFERSCHMID 1920). 1916 wurden Sprengungen vorgenommen, um einen besseren Schiffahrtsweg freizulegen. Damit begann in größerem Maße die Abtreibung der Geschiebe, so daß dann 1917 nur noch von km 177.560 bis 177.630 sowie von km 177.700 bis 177.920 über dem Fels Geschiebe vorhanden war, die heutigen Inselbereiche (KUPFERSCHMID 1920). Die Abräumung ging in den folgenden Jahren weiter (neue Sprengungen 1925; vgl. FREY 1927) und von 1932 ab blieb mit Inbetriebnahme der Staustufe Märkt die Neuzufuhr rheinischer Geschiebe ganz aus. Es fehlten dann, wie HEIM (1931. p. 36 und 44) für den Schaffhauser Fall schreibt, die Gerölle, welche „die Feilen zum Aussägen im Felsen sein sollten". Gleichzeitig änderten sich die Gefällsverhältnisse: war bis 1927 die obere Schnelle die kräftigere, so entwickelte sich bis 1931 die untere Schnelle zum stärksten Gefällsbruch. RUDY (1931) hält die Hochwässer dieser Jahre für die Ursache: sie hätten die obere Barre „kräftig abgeschliffen", seien aber im Stau der unteren Barre nicht mehr zur Wirkung gekommen.

Auch THEOBALD ist der Ansicht, daß die Kiesabräumung die Folge der stärkeren Erosion im neuen Bett ist, wenn er (1948, p. 18) die „mise à nu des barres rocheuses d'Istein" der rückschreitenden Erosion des korrigierten Stromes zuschreibt. SCHNITTER (1946) schreibt: „Im Laufe von 40 Jahren hat die erodierende Kraft des Rheines das oben beschriebene Fels-Plateau von einem halben Kilometer Länge seiner Kiesbedeckung beraubt. Die Belebung seiner erodierenden Kraft verdankt der Rhein der Korrektion, die das gestreckte Bett geringer Rauhigkeit schuf" (p. 97).

Die Ursache der Freilegung der Schwellen ist also die verstärkte Erosion im verkürzten Bett. Seit 1932 verhindert der Märkter Stau eine weitere Zufuhr rheinischen Geschiebes und damit entfällt das Schleifmittel zu einer weiteren Erniedrigung der Kalktafel. Seitdem geht die Erosion mit dem verbliebenen Kies immer mehr auf die Schluchten über, während ihr die Oberfläche der Tafel bereits weitgehend entzogen ist. Dadurch wird der Malmkalkkörper immer mehr aus seiner Hülle herausgeschält. Hinzu kommt noch unzweifelhaft junge Tektonik. Trotz der Unmasse früher Jahr für Jahr über die Schwellen geschobener Gerölle sind die Barren noch nicht abgeschliffen worden.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Über den Zustand der Schwellen nach Inbetriebnahme des Seitenkanals berichtet RUDY 1933 (gute Photos vom Zustand der Schwellen zu dieser Zeit findet man in Rheinquellen 29/1934, p. 33 und 34). Dabei gibt RUDY erstmals eine eingehendere Beschreibung der Morphologie: er nennt die unter 25° spitzwinklig zum Strom streichenden Erosionsrinnen, schildert prächtige Auskolkungen und Strudeltöpfe; bei km 178.000 quere eine Verwerfung den Rhein, schneide die Barren „haarscharf" ab gegen NW und setze Rauracien neben Septarienton, wobei er erinnert, daß bei den Korrektionsarbeiten „dicht unterhalb der Schwelle" blauer Letten heraufgebracht worden sei.

Heutiger Zustand (Abb. 3 und Bilder):

Die Schwellen sind am besten zugänglich von Efringen aus über einen Weg, der in Efringen beim „Ochsen" von der Landstraße nach W abzweigt und heute bei km 177.600 am Rheinufer mündet.

Sie bestehen aus einer südlichen geschlossenen Barre, die in Höhe von km 177.600 (bad. Ufer) bzw. 177.650 (els. Ufer) beginnt und bis in Höhe von km 177.678 (els. Ufer) bzw. 177.700 (bad. Ufer) reicht. Die Stufenkante der in Stromrichtung auftauchenden Schichttafel streicht 35° bis 40°. Im NW folgt eine nördliche geschlossene Barre, die in Höhe von km 177.900 (bad. Ufer) bzw. 177.925 (els. Ufer) beginnt und bis Höhe km 177.987 reicht. Die Stufenkante streicht bei km 178 rund 25°. Auf der elsässischen Seite folgt stromab eine Inselkette, die noch die Höhe von km 178.025 erreicht.

Südlich der oberen Barre finden sich bereits ab km 177.540 in Strommitte zahlreiche Inseln aus SE fallenden Platten. Am badischen Ufer beginnt der Malm sogar als schmale Leiste bereits bei km 177.525.

Zwischen den beiden Barren finden sich ebenfalls Inseln, vornehmlich in der badischen Stromhälfte: kleinere Inseln zwischen km 177.700 und etwa km 177.790, dann größere Inseln von km 177.790 bis 177.890.

Die Gesamtlänge der Stromstrecke mit über Niedrigwasser sichtbaren Felsen ergibt sich damit zu 480 m, etwas mehr als früher bei niedrigem Wasserstand ausgemessen wurde. Davon entfallen auf die untere Barre etwa 60 m (els. Ufer) bzw. 90 m (bad. Ufer), auf den nach SE folgenden Inselbereich ca. 200 m und auf die obere Barre etwa 30 m am elsässischen Ufer bei einer Felsleiste am badischen Ufer von 175 m Länge.

Die morphologische Gliederung der Barren zeigt folgendes: bei der südlichen Barre geht der Hauptdurchfluß über das zweite Viertel von E und das elsässische Drittel. Bei tiefem Wasser zeigt sich am Nordrand ein kräftiger Absturz, bei mittlerem Wasser eine Auflösung der Platte in lange, in der Hauptkluftrichtung NNW gestreckte Felsrücken. Deutlicher ist eine Gliederung der nördlichen Barre. Die

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

größten Erhebungen liegen auf der badischen Seite: eine große Klippe bildet den Westteil der badischen Hälfte; über sie ziehen bei Mittelwasser nur dünne Wasserfäden und stürzen dann über den Nordrand ab. Der Hauptdurchfluß geht hier über die elsässische Stromhälfte (vielleicht durch die früheren Sprengungen bedingt), und zwar im Ostteil mehr breitflächig als Schnelle, im Westteil aber über und zwischen zahlreichen Klippen mit einem deutlichen Fall nahe dem elsässischen Ufer. Auch hier besteht wie beim Schaffhauser Fall (HEIM 1931) bei Hochwasser Tendenz zu flacher allgemeiner Strömung, bei Niedrigwasser sklavische Anpassung ans Relief. Vom Westende der großen badischen Klippe zieht ein seine Form oft wechselnder Kiesrücken nordwärts, wahrscheinlich gestützt durch kiesüberkleidete Felsinseln (z. B. am Nordende), wie ja auch eine Kette kleiner Inseln vom elsässischen Ufer zur Nordspitze dieses Kiesrückens zieht. Der Abfluß vom badischen Teil der Barre geht westwärts durch die Lücke (Talwegschwelle) zwischen dem kleinen Kiesrücken und der großen Kiesbank V. Die Barre bricht am abwärtigen Ende steil zu einem tiefen Kolk im Unterwasser ab. Sie zeigt besonders deutlich die starke Zerfurchung längs 160° (NNW = steilherzynisch) streichender Klüfte. Es ist die gleiche Aufspaltung des Korallenkalkkörpers an NNW streichenden Klüften wie am Westrand des Isteiner Klotzes (vgl. WITTMANN 1951, p. 124). SCHNARRENBERGER (1921a) gibt das Kluftstreichen mit 140° bis 170° an.

Alles in allem ragen die Barren etwas höher heraus als vergleichbare Punkte der Felsoberfläche im SW und NW, im Bohrgebiet von Schleusen und Kraftwerk (vgl. THEOBALD 1948, Tabelle p. 58 und Karte 7); dagegen halten die Malmaufragungen in der badischen Aue durchaus die gleiche Höhe ein oder liegen noch höher (z. B. Kesselfluh). Im wesentlichen erreichen alle Felsköpfe etwa das gleiche Niveau, sie gehören gemeinsam der alten Felstalsohle an.

Zum R e l i e f im einzelnen sei das Folgende gegeben. Die südliche Barre verhält sich ähnlich wie die Kirchener Platte, nur sind die Erosionsrinnen in Richtung der NNW-Klüftung noch stärker ausgebildet, tiefer und kräftiger ausgekolkt. Strudeltöpfe sind ebenfalls selten. Auch an der nördlichen Barre bedient sich die Erosion der NNW-Klüfte, wodurch die Tafel selber bereits weitgehend der Erosion entzogen ist. Rinnen und Tröge herrschen entschieden vor, Strudeltöpfe treten ihnen gegenüber stark zurück. Dies sehr im Gegensatz zum Schaffhausener Fall, wo die dort queren Klüfte nur geringen Einfluß auf das Relief haben (HEIM 1931, p. 60—63). Bei Istein ist die Klüftung der entscheidende reliefbildende Faktor. Rinnen und Töpfe sind beide durch die mahlende Bewegung der Gerölle gebildet, wie deutlich die zum Wasser konkaven Wände der Kolke zeigen. Es finden sich Strudeltöpfe mit einem Durchmesser von mehreren Dezimetern bei meist kurzovalem Querschnitt (Grundriß) und geringer Tiefe (wenige Dezimeter) mit meist mehreren großen und zahlreichen kleinen Geröllen. Die Töpfe weichen

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

demnach von denen des Schaffhausener Falles nach Anzahl, Ausmaßen und Bedeutung stark ab. Beobachtet wurde auch, wie hinter abgelösten Blöcken durch Umspülen mit Geröllen ein Torso von einem Strudeltopf gebildet wurde. Ähnliche Vorgänge waren für die Ausgestaltung der tief ausgekolkten Rinnen maßgebend. In schmale Rinnen sind Gerölle eingespült und oft festgeklemmt. Im stillen Wasser von Töpfen findet sich oft Feinkies eingespült. Über die Tätigkeit und Entwicklung der Strudellöcher lese man bei Heim (1931) nach, wo er (p. 57-58) schildert, wie die Töpfe jetzt zu Fallen der Geschiebe werden, diese abfangen und ansammeln, wie die Geschiebe bei Hochwasser wirbelnd gedreht werden, den Topf weiter vertiefen und dabei selber abgerieben werden, bis neue Geschiebe eingefangen werden und das Spiel von neuem beginnt. Bezeichnend ist auch das Kleinrelief der an Korallenknollen reichen Kalke. Während sonst die Felsrücken meist ohne feineres Relief großzügig zugerundet sind, zeigen diese Kalke eine höckerige Oberfläche, oft noch durch geringe Farbunterschiede unterstrichen, die beim ersten Hinschauen an Konglomerate denken läßt.

Zur Stratigraphie ist zu berichten, daß beide Barren von den widerständigen Kalken des unteren Malms gebildet werden, wie er in hohen Felsflühen am Westrand des nahen Isteiner Klotzes ansteht. Die nördliche Barre gehört dem Rauracien an, vornehmlich den Korallen-Brachiopodenkalken, die Basis des nördlichen Absturzes schon den liegenden Thamnastraeenkalken, so daß man im Untergrund des im Unterwasser vor der Barre ausgespülten Kolkes mit dem Ausstreichen der Thamnastraeenmergel und wenig stromab mit dem Ausstreichen der liegenden blauen Knollentone des Oxfordien (Terrain à chailles) zu rechnen hat. Auf diese Mergel und Tone beziehen sich wohl die Angaben über bei den Korrektionsarbeiten geförderte blaue Letten und die Hinweise bei Koechlin (1919, 1923, 1924) und Rudy (1933). Die südliche Barre gehört dagegen eindeutig dem Séquanien an. Zwischen km 177.680 und 177.690 z. B. stehen etwas speckige, glatt in großen Scherben spaltende, manchmal etwas marmorisierte, gelblichweiße, dichte und harte Kalke an mit einzelnen großen Nerineen, mit Korallen und Brachiopoden; sie entsprechen Schicht 7 des Profils vom Leuselberg (Wittmann 1951, p. 32—33). Diese Kalke bilden bei niedrigem Wasser den nördlichen Steilrand dieser Barre. Zwischen km 177.630 und 177.640 stehen geschichtete, mehr grauweiße und kleiner scherbig spaltende Kalke an, oft etwas ooidisch, mit kleinen Mumien und Kleinschnecken; es ist nicht sicher, ob diese Schichten wirklich dem Hangenden der erstgenannten Nerineenkalke angehören, da sie lithologisch viel mehr den basalen Schichten des Séquanien im Leuselbergprofil gleichen. Diese Schichten streichen bis zu 45°, generell aber zwischen 25° und 35°; sie fallen mit maximal 20°, generell mit 5° bis 10°, seltener bis 20° nach ESE. Am badischen Ufer fand sich gelegentlich bei km 177.545 in flachen Auskolkungen der Felsoberfläche angespülter roter Ton. Möglicherweise handelt es sich um Eozänton und dies würde dann auf baldige Überlagerung stromauf mit den basalen Schich-

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

ten des Untereozäns schließen lassen. Damit stimmen die Verhältnisse völlig mit denen am Isteiner Klotz überein.

Nicht uninteressant ist der Fund einer spätbroncezeitlichen Gewandnadel auf der Oberfläche der nördlichen Barre bei km 177.980 in vielleicht 25 m Abstand vom badischen Ufer, die ich dort im Herbst 1948 von der Felsoberfläche aufgelesen habe.

Die heute im Bett des korrigierten Stromes entblößten Felsbarren sind keineswegs die einzigen Malmaufragungen unter dem Auekies. Aufschlüsse von Malmklippen in der Aue hat es auch in der östlichen Nachbarschaft gegeben, vornehmlich in Altwasserrinnen oder künstlich in Kiesgruben. Die sicher bekannten Stellen sind folgende:

1. An der Gemarkungsgrenze Istein/Efringen ist westlich Grenzstein 20 „innerhalb des Dammes am Ufer des Altwassers" Malm nachgewiesen (SCHNARRENBERGER 1921 b);
2. ebenso ist Malm nachgewiesen unter Grenzstein 19 der gleichen Gemarkungsgrenze (SCHNARRENBERGER 1921 b);
3. in der dicht neben den Isteiner Schwellen hinziehenden Altrinne (Talweg von 1843) SW des Gewanns Totengrien (früher Rauhwörth; vgl. HONSELL 1885, Atlas Teil 2, Blatt VII) liegt dicht südlich der Gemarkungsgrenze Istein/Efringen auf einer Fläche von 6 auf 20 m in Richtung der Rinne gestreckt eine Anhäufung kantiger Malmkalkblöcke, die möglicherweise eine Klippe decken (WITTMANN 1951, Karte);
4. in der gleichen Rinne findet man oberhalb und unterhalb der eben genannten Stelle Malmkalkblöcke unsicherer Herkunft;
5. in einem schmalen, an der Sohle kaum 5 m breiten Altlauf im Gewann Kesselfluh (Name !) kommt an der Nordwand auf 20 m Länge eine Felswand von Korallen-Brachiopodenkalk des Rauracien heraus; sie ist stark ausgekolkt, fällt daher mit 20° gegen die Rinne ein und reicht an deren engster Stelle bis zum südlichen Ufer, das selber vom Auekies gebildet wird; weitere 15 m der Wand gegen W scheinen als Steinbruch benutzt worden zu sein; eine gute Abbildung findet sich schon bei RUDY (1924);
6. in dem nördlich benachbarten Areal von Kiesgruben sind wiederholt anstehende Malmkalkfelsen während des Abbaues zutage gekommen (RUDY 1924);
7. im Bett des Engebaches ist Malmkalk an der Gemarkungsgrenze Istein/Efringen nachgewiesen (SCHNARRENBERGER 1921 b).

Tektonik (vgl. Abb. 1):

Die eben aufgezählten Malmkalkvorkommen unter dem Kies der Aue liegen alle in einem etwa 0,75 km breiten Band, das 15° bis 20° streicht, im W von der Verlängerung der östlichen Randverwerfung des Isteiner Grabens im Sinne HUGS (Schafbergverwerfung HUGS) abgeschnitten wird, und das im E eine ihr parallele Gerade begrenzt, westlich der alle bekannten

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Malmaufschlüsse der Aue liegen. Dieses Band überdeckt auf der Karte den Bereich des in geringer Tiefe unter der Oberfläche anstehenden Malms und überdeckt außerdem vollständig im S die Isteiner Schwellen, im N den Malm des Hardberges und westlichen Efringer Rebberges. Auch die gerade Verbindung des Nordendes der Schwellen mit dem Rauracien der Kesselfluh streicht 16°, und fast ebenso (25°) streicht die Steilkante der Schwelle am badischen Ufer bei km 178 und deren Verlängerung in Richtung auf die Blockanhäufung in der Altwasserrinne SW Totengrien.

Die Isteiner Schwellen sind also die letzte sichtbare Fortsetzung der am Hardberg ENE streichenden und dann unter die Kiesdecke der Ebene abtauchenden Malmkalktafel der Schafbergscholle (vgl. auch die tektonischen Skizzen bei Wittmann 1949 a und 1949 b).

Die Stelle, an welcher die Isteiner Schwellen liegen, ist durch die Eindeichung des Stromes festgelegt. Alle Malmklippen, auch die des Umlandes, gehören der Rauracienschichtstufe der Felstalsohle an, wobei die Stufe durch den Materialgegensatz zwischen den klotzigen harten Kalken des Séquanien-Rauracien und den weichen Mergeln und Tonen des liegenden Oxfordien bedingt ist (raschere Eintiefung unterhalb, Nachhinken der Erosion oberhalb der Schichtstufe). Unterhalb der Schwellen ist nach P. Wittmann (1925) heute die Felssohle weitgehend freigelegt, weshalb einmal der Untergrund der Erosion einen größeren Widerstand biete und zum andern die aus dem Felsgrund losgelösten und abgerollten großen Geschiebe die Lücken der Sohle pflasterten und damit ebenfalls der Erosion entgegen wirkten. P. Wittmann folgert diese Deutung aus dem Verhalten der Absenkungskurven der Pegelstände: seit 1907 verflachen sich die Kurven der Pegel Kembs und Rheinweiler im Gegensatz zu Basel und Schusterinsel oberhalb, Ottmarsheim, Neuenburg usf. unterhalb.

Die Verlängerung der Schafbergverwerfung Hugs, welche die Schafbergtafel (Wittmann 1951, p. 124) im WNW gegen den Isteiner Graben Hugs abgrenzt, muß kurz unterhalb der Schwellen den Strom queren, längstens bei km 178.350. Unter der Geschiebehülle werden daher auch abwärts km 178.100 die das Rauracien unterteufenden Tone des Oxfordien (Terrain à chailles) anstehen, auf welche die bei den Korrektionsarbeiten geförderten blauen Letten deuten; diese Letten den *Meletta*-Schichten zuzuweisen (Koechlin 1919, 1923, 1924; Rudy 1933) besteht kein Anlaß. Unmöglich ist vor allem die wiederholt gegebene Darstellung, wonach sich die Schwellen mitten aus einem Lettenareal erheben.

Knapp westlich der Schwellen wird die hier letztmals entblößte Schafbergtafel von der Verlängerung einer NW streichenden Verwerfung gegen SW abgeschnitten, deren Existenz schon länger aus den Ergebnissen von Bohrungen an den Rheindämmen (Caroli 1898, Schnarrenberger 1921 b) zu erschließen war: z. B. ist stromab der Schwellen im Einlandungsbau bei km 180 nach Durchteufen von 7,5 m Kies der Jurakalk erbohrt worden,

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

gegenüber aber auf der elsässischen Seite unter 9,6 m Kies (Dammkrone in 233,6 m) oligozäner Kalksandstein. Diese Verwerfung ist inzwischen durch die Ergebnisse der Sondierbohrungen für das Kraftwerk Kembs und die Schleusen bestätigt worden (vgl. THEOBALD 1948, Karte 7; WITTMANN 1949 a, Abb. 2): z. B. hat in der Einmündung des Unterwasserkanals die Bohrung Kembs F3 in 45 m Tiefe das Séquanien erreicht (vgl. auch BUXTORF 1928), während gegenüber am Klotzenfelsen tiefstes Rauracien zutage steht und am Ufer mehr als 30 m Kies erbohrt wurden (CAROLI 1898). Diese NW streichende Verwerfung trennt damit den Bereich des Kembser Kraftwerkes und der Schleusen mit tiefliegendem Séquanien vom Schwellengebiet mit hochliegendem Rauracien. Der Kraftwerksbereich gehört zur nordöstlichen Randzone des Sierenzer Grabens im Sinne VAN WERVEKES, der Schwellenbereich ist der Südwestrand der Isteiner Vorbergscholle (WITTMANN 1949 a, p. 25 und 1951, p. 131). Der Malm bei km 180 gehört bereits der jenseitigen nördlichen Horstscholle des Isteiner Grabens an, der Blansinger Tafel (WITTMANN 1951, p. 124), speziell dem Malm des Grünberges (Klotzenfelsen; vgl. Abb. 4). Zwischen km 178.300 und 180.000 quert bzw. berührt die rheinisch streichende Isteiner Grabenzone das korrigierte Bett (vgl. auch WITTMANN 1949 a, Abb. 2 auf p. 28). Hier gibt auch die unausgeglichene Morphologie des Isteiner Grabens einen Hinweis auf das junge Alter der Bewegungen.

6. *Die Kiesbank stromab der Isteiner Schwellen* (km 178.040 bis km 179.010)

Stromab der unteren Barre dehnt sich längs des badischen Ufers die besonders lange (Gesamtlänge 970 m) und stark aufgehöhte K i e s b a n k V aus. Sie beginnt bei km 178.040 und reicht jetzt bis km 179.010. Im Norden endet der Aufschüttungskörper bei km 179.010 über Wasser mit einer besonders fein ausgezogenen Spitze. Aber jedes Hochwasser bringt naturgemäß Veränderungen im Grundriß mit sich. Ab km 178.700 löst sich der östliche Rand vom Ufer und es entwickelt sich eine gegen Norden immer breiter werdende Rinne. Diese Rinne folgt eigentlich entlang dem Ufer der ganzen Kiesbank, sie führt aber erst von km 178.700 an Wasser (Rückstau vom offenen Rhein unterhalb der Schleusen). Früher, vor dem Märkter Stau, floß hier östlich einer damals über Wasser viel kleineren Kiesbank (RUDY 1931: von km 178.200 bis 178.500) ein Rheinarm (vgl. auch das Luftbild bei RUDY 1931, p. 123).

Der Kiesbank ist ein mehr als 4 m hoher Wall aus besonders grobem Kies aufgesetzt (km 178.065 bis 178.500; Gesamtlänge knapp 500 m). Auch RUDY (1935, p. 113) verweist auf diese großen Gerölle, die bis zu einem halben Zentner Gewicht erreichen. So große Geschiebe treten jeweils immer nur unterhalb von Felsklippen und -barren auf. Zum Vergleich wäre zu

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

erinnern an die wenigen Blöcke auf Kiesbank II unterhalb der Märkter Felsköpfe, an die Blöcke bei km 176.020 unterhalb der Kirchener Platte, aber auch an den großen Spülsaum von Geschieben tertiärer Kalksandsteine, meist aus den *Meletta*-Schichten, der abwärts Rheinweiler (km 187.010 bis 187.720) der stromwärtigen Flanke einer großen Kiesbank (km 187 bis 188) anlagert, wobei das Anstehende der Geschiebe stromauf über Niedrigwasser nicht mehr zu sehen ist. Erst die Inbetriebnahme der Staustufe Ottmarsheim wird hier Aufklärung bringen.

7. *Morphogenese*

Sicher noch im Altquartär und — soweit bekannt — noch bis nach der Hochterrassenzeit (Rißzeit) war der Malm der Isteiner Schwellen von der paläogenen (alttertiären) Schichtenfolge bis zu einem gemeinsamen Niveau von heute etwa 400 m Höhe bedeckt. Nach den regionalen Ergebnissen (WITTMANN 1951, p. 6—7 und 116 ff.) ist die Ausräumung der heutigen Täler des Hügellandes und damit auch des Rheintales unterhalb Basel in erster Linie das Werk der Erosion im Großen (Mindel/Riß) Interglazial. Sie geht nach Ablagerung der Hochterrassen noch weiter. Die altquartären Schotter liegen im Hügelland noch in seichten Talwannen des präquartären Flachreliefs. Rheinische Deckenschotter fehlen hier rechtsrheinisch, aber die äquivalenten Schotter der Nebenbäche sind in Relikten auf Blatt Lörrach vertreten (Katzenberg-Eichwald, Läufelberg, Tüllinger Berg u. a.).

Erst nach der Hochterrassenzeit (Rißzeit), also erst im Riß/Würm-Interglazial ist mit einem Tiefgang der Erosion zu rechnen, der bis auf das Niveau der jetzt im Rheinbett entblößten Felssohle reichte, denn die Hochterrasse taucht erst nördlich einer Linie Landser—Kembs unter das Niveau der Niederterrassenoberfläche (vgl. THEOBALD 1948, p. 12). Die erste Bildung der Felsschwellen (Schichtköpfe) geht danach äußerstens ins Jungdiluvium zurück. Auf diese erstmals freigearbeitete, ihrer Lagerung (ESE geneigte Platte) entsprechend in ganz niedrige Schichtstufen und ausgedehnte Tafeln skulptierte Felstalsohle wurden dann im Laufe der Würmzeit die Niederterrassenschotter aufgeschüttet.

Aus dieser Kiesüberschüttung könnten die Felsschwellen zu wiederholten Malen von späterer Erosion wieder freigeschält worden sein; sicher ist aber nur eine Freilegung vor Bildung der jungen Aueschüttung. Eine untere Grenze ist durch die Märkter Terrasse gegeben (= Feld q 4 C 1, WITTMANN 1951, p. 104 und 107 ff.), deren oberste Meter nach SCHMID (1950; Einlagerung eines urnenfelderzeitlichen Helmes von Weil-Friedlingen und Schotteranalyse) im ansteigenden Subatlantikum (also frühes 1. Jahrtausend v. Chr.) abgelagert wurden (SCHMID 1950, p. 134). Damit würde der Fund der spätbroncezeitlichen Gewandnadel auf der Oberfläche der nördlichen Isteiner Barre harmonieren. Sie kann frühestens gegen Ende der Bronzezeit dahin

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

gekommen sein; zu dieser Zeit wären dann die Felsen bereits erstmals von der Kiesdecke frei gewesen. Sicher freigelegt wurden die Felsbarren vor Auflagerung der jungen Auefüllung. Eingelagerte Ziegelgerölle erweisen in den umliegenden Kiesgruben immer wieder die noch historische Ablagerungszeit dieser Aufschüttung. Die Freilegung kann also erstmals frühestens im 2. Jahrtausend v. Chr., spätestens um die Zeitenwende erfolgt sein. Die Überschüttung mit dem Auekies hat die Felstalsohle erneut maskiert, bis zu erneuter Freilegung nach der TULLAschen Korrektion im vergangenen und in diesem Jahrhundert.

8. *Zusammenfassung*

(vgl. Abb. 1)

Das Bett des korrigierten Rheinstromes zwischen dem Stauwehr Märkt (km 174.0) und der Einmündung des Unterwasserkanals von Kraftwerk Kembs (km 180.5) liegt im wesentlichen über einer NNE bis NE rheinisch streichenden und ziemlich flach (meist 5° bis 10°, maximal bis 20°) ostwärts einfallenden Schichttafel. Die Schichtfolge beginnt im Norden bei km 178 unter der Geschiebedecke der Stromsohle mit den Knollentonen (Terrain à chailles) des Oxfordien, über welche sich der Reihe nach Rauracien, Séquanien, Eozän, Sannoisien und Stampien legen, so daß zuletzt im Süden ab km 175.5 südwärts Fischschiefer (*Amphisyle*-Schichten) und dann *Meletta*-Schichten (Septarienton — Blauer Letten) des Unterstampien den Untergrund bilden. Diese SE geneigte Schichttafel ist an antithetischen Brüchen geringen Betrages zerlegt, welche der Aufkippung entgegen wirken. Eine synthetische Verwerfung trennt südlich der Kirchener Schwellen das Sannoisien vom Unterstampien, wodurch sie das Sannoisien entgegen dem Bewegungssinn der antithetischen Brüche gegen NW heraushebt. Gegen SW wird die Schichttafel von einer in NW-Richtung dicht an den Isteiner Schwellen vorbeistreichenden Verwerfung abgeschnitten; sie liegt NW der Schwellen bis über km 180 hinaus im Bett des Stromes. Sie ist als die Trennfuge zwischen dem Sierenzer Graben im SW und der Isteiner Vorbergscholle im NE aufzufassen. Die Schichttafel, welche die Sohle des korrigierten Bettes bildet, gehört der Isteiner Scholle an und ist von den Isteiner Schwellen südwärts das südwestliche Ende der im Hardberg ENE streichenden und südwärts abtauchenden Schafbergtafel. Gleicherweise schließt die südwärts folgende tertiäre Überdeckung mehr oder weniger bruchlos an das am Westsaum der Lörracher Tertiärhügel zutage gehende Alttertiär an. Zwischen km 178.3 und 180.0 quert die rheinisch streichende Isteiner Grabenzone den Strom.

Aus der quer zum Strom streichenden und seiner Fließrichtung entgegenfallenden Tafel hat die Erosion des Stromes Schichtköpfe (Stufenkanten) herauspräpariert: die Märkter Felsköpfe als kleinste Erosionsreste zutagestreichender Sandsteinhorizonte der *Meletta*-Schichten, die Kirchener Schwel-

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

len aus harten, teilweise konglomeratischen Kalken und Kalksandsteinen des Sannoisien (durch querende antithetische Brüche gestaffelt) und endlich die Isteiner Schwellen als Schichtstufen der Malmkalke. Dagegen sind offenbar die weniger widerständigen Schichten des Eozäns (Mergel und mergelige Süßwasserkalke), des unteren Sannoisien (Mergel, plattige Mergel und Steinmergel, Sandsteinbänke) und des oberen Sannoisien (bunte Mergel und Kalkmergel, Süßwasserkalke) stärker abgeschürft und abgetragen worden.

Die Freilegung dieser Felsklippen, Felsbarren und Felstafeln aus der jungen Kiesüberschüttung der Aue ist die Folge der verstärkten Erosion im verkürzten Bett. Daß die Felsbarren trotz der langen Abschleifung durch den Geschiebetransport erhalten blieben, muß junger Tektonik zugeschrieben werden, nämlich weitergehender Herauskippung der rheinisch streichenden Tafel an ihren Grenzbrüchen. Weitere Abschleifung ist durch den Märkter Stau abgestoppt, da die Neuzufuhr von Geschiebe seitdem unterbleibt. Die Folge ist eine immer stärkere Zerschneidung längs der in Richtung der NNW gerichteten Hauptklüftung gebildeten Rinnen, wodurch die Barren immer mehr aus ihrer Hülle herausgeschält werden und ein immer stärker gegliedertes und formenreicheres Relief erhalten.

Literaturnachweise

Anonymus: La barre d'Istein. — Navigation du Rhin, Strassbourg, 3. 1925. p. 177 (3 Photos der Isteiner Schnellen).

Anonymus: Vers la réalisation d'une grande oeuvre: le projet de Kembs. — Navigation du Rhin, Strassbourg, 5. 1927. p. 187—190 (4 Photos der Isteiner Schnellen).

Anonymus: L'usine hydro-électrique de Kembs sur le Rhin. Topographie et régime du Rhin historique et description du projet. Mulhouse, 1929. 16 Seiten.

Buxtorf, A.: Eocän und Oligocän im Gebiet des neuen Rhein-Kraftwerks Kembs (Haut Rhin). — Ecl. geol. Helv., 21. 1928. p. 324—326.

Caroli, W.: Entwurf für einen Bewässerungs- und Gewerbekanal in der Rheinebene von der badisch-schweizerischen Grenze unterhalb Basel bis zum Kaiserstuhl. — Beitr. Hydrographie Großh. Baden, Heft 9. 1898 (speziell p. 3—6).

Christ, P.: Die Bohrungen von Buix bei Pruntrut und Allschwil bei Basel. — Beitr. geol. Karte Schweiz, geotechn. Serie, 10. 1924. p. 31—51.

Dieterlen, J.: Kembs, premier échelon du Grand Canal d'Alsace. — Navigation du Rhin, Strassbourg, 10. 1932 (Sonderheft). p. 401—469 (speziell p. 409—411 und 442; Photos pp. 410, 411, 429 unten, 461 oben).

Frey, J. R.: Der Zustand des Oberrheins zwischen Straßburg und Basel und die Isteiner Schwellen. — Rheinquellen, Basel, 22. 1927. p. 46—49 (5 Photos).

Gelpke, R.: Ein Beitrag zur Nautik der Rheinstromschnellen. — Rheinquellen, Basel, 16. 1921. p. 6—11.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

HEIM, A.: Geologie des Rheinfalls in Vergangenheit und Gegenwart. — Mitt. naturf. Ges. Schaffhausen 1931 (Sonderdruck, 70 Seiten und Karte 1/10000).

HONSELL, M.: Die Korrektion des Oberrheines von der Schweizer Grenze unterhalb Basel bis zur Großh. Hessischen Grenze unterhalb Mannheim, insbesondere der Badische Antheil an dem Unternehmen. — Beitr. Hydrographie Großh. Baden, Heft 3. 1885. 97 Seiten und 1 Atlas (speziell p. 24—31 und 50—52 und Atlas).

HOTZ, W.: Das Profil der neuen Bohrung von Allschwil bei Basel. — Ecl. geol. Helv., 21. 1928. p. 90—91.

HUG, O.: Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik des Isteiner Klotzes. — Mitt. bad. geol. Landesanstalt, 3. 1897. p. 1—92 und Karte 1/25000.

KOECHLIN, R.: Utilisation de la force motrice du Rhin pour une distribution d'électricité dans la Haute-Alsace et le Grand-Duché de Bade. — Bull. Soc. industrielle Mulhouse, 76. 1906. p. 143—158 (speziell p. 144—146).

KOECHLIN, R.: La barre rocheuse du Rhin à Istein. — Bull. Soc. industrielle Mulhouse, 85. 1919. p. 146—149 (2 Photos der Stromschnellen). — 1919 a.

KOECHLIN, R.: La navigation et l'utilisation des forces motrices du Rhin en aval de Bâle. — Bâle, 1919 (speziell p. 4—5). — 1919 b.

KOECHLIN, R.: Le Grand Canal d'Alsace et l'usine hydro-électrique de Kembs. — Bull. Soc. industrielle Mulhouse, 89. 1923. p. 675—694 (speziell p. 685 und fig. 1—2).

KOECHLIN, R.: (Ein Aufsatz in Navigation du Rhin, Strassbourg, 2. 1924. N° 5 vom 10. 5. 1924 war mir leider nicht zugänglich.)

KUPFERSCHMID, C.: Zur Schiffbarmachung des Rheines zwischen Basel und Straßburg. — Rheinquellen, Basel, 15. 1920. p. 65—68.

„Regulierung": Die Regulierung des Rheins zwischen Basel und Straßburg. — Eidgen. Departement des Innern. Mitt. Amt für Wasserwirtschaft, Bern, 24. 1929 (Tafeln und Karten).

RUDY, H.: Der Rhein bei Istein und die Isteiner Barre. — Rheinquellen, Basel, 19. 1924. p. 34—42 (14 Abbildungen).

RUDY, H.: Der Isteiner Klotzen und der Rhein bei Istein. — Rheinquellen, Basel, 25. 1930. p. 96—100 (10 Photos).

RUDY, H.: Die Traversierung der Isteiner Barren. — Rheinquellen, Basel, 26. 1931. p. 121—125 (Luftbild der Rheinstrecke Efringen—Istein). — Der Sonderdruck ist auch als Heft 2—4 von Band 1 der wieder eingegangenen Zeitschrift „Der Isteiner Klotzen" erschienen.

RUDY, H.: Die heutigen Wasserstandsverhältnisse unterhalb des Wehres beim Kembser Kraftwerk. — Rheinquellen, Basel, 28. 1933. p. 26—30 (Photos der Schwellen nach Inbetriebnahme des Märkter Staus).

RUDY, H.: Wesen und Arbeitsweise der Rheinregulierung. — Rheinquellen, Basel, 30. 1935. p. 113—117 (speziell p. 113).

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

SCHMID, E.: Die geologische Einordnung der Fundstelle des urnenfelderzeitlichen Helmes von Weil a. Rhein. — Jb. Mitt. oberrhein. geol. Ver., 32. 1943/50. p. 128—134.

SCHNARRENBERGER, C.: Über Felsen und Felsenriffe im Rhein zwischen der Badisch-Schweizerischen Grenze oberhalb der Schusterinsel und Neuenburg. — Gutachten, Bad. geol. Landesanstalt Freiburg, N° 13770 vom 18. 4. 1921. — 1921 a.

SCHNARRENBERGER, C.: Juravorkommen in der Rheinaue bei Efringen. — Gutachten, Bad. geol. Landesanstalt Freiburg, N° 13905 vom 27. 4. 1921. — 1921 b.

SCHNARRENBERGER, C.: Sattel- und Muldenbau im Oberrheintalgraben. — Geol. Rdsch., 17a. 1926 (STEINMANN-Festschrift). p. 610—630 (speziell p. 617).

SCHNITTER, E.: Die Stromschnelle bei Istein. — Strom und See (Rheinquellen), Basel, 41. 1946. p. 96—97 (Photo der Schnelle 1946).

THEOBALD, N.: Carte de la base des formations alluviales dans le sud du fossé rhénan. — Mém. Serv. Carte géol. Alsace-Lorraine, 9. 1948. 77 Seiten, Tafeln und Karten.

WITTMANN, O.: Das südöstliche Ende des Oberrheingrabens. — Geol. Rdsch., 37. 1949. p. 24—42 (speziell Abb. 1—3). — 1949 a.

WITTMANN, O., v. NOSTITZ, S. und TOBIEN, H.: Exkursion zum Isteiner Klotz und ins Kandertal. — Kleiner geologischer Exkursionsführer durch den Breisgau und das Markgräflerland (zur 70. Tagung des oberrhein. geol. Ver.), Freiburg, 1949. p. 11—17 (speziell p. 13—14 und Beilage 3). — 1949 b.

WITTMANN, O.: Stratigraphie und Paläogeographie des Tertiärs nördlich von Basel. — Z. deutsche geol. Ges., 101. 1949 (erschienen 1950). p. 146—163. — 1950.

WITTMANN, O.: Geologische Spezialkarte von Baden 1/25000. Erläuterungen zu Blatt Lörrach (Nr. 152) und Weil (deutscher Anteil; Nr. 164). Freiburg i. Br., 1951. 163 Seiten.

WITTMANN, P.: Die Isteiner Felsschwelle — Rheinquellen, Basel, 20. 1925. p. 9—12.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

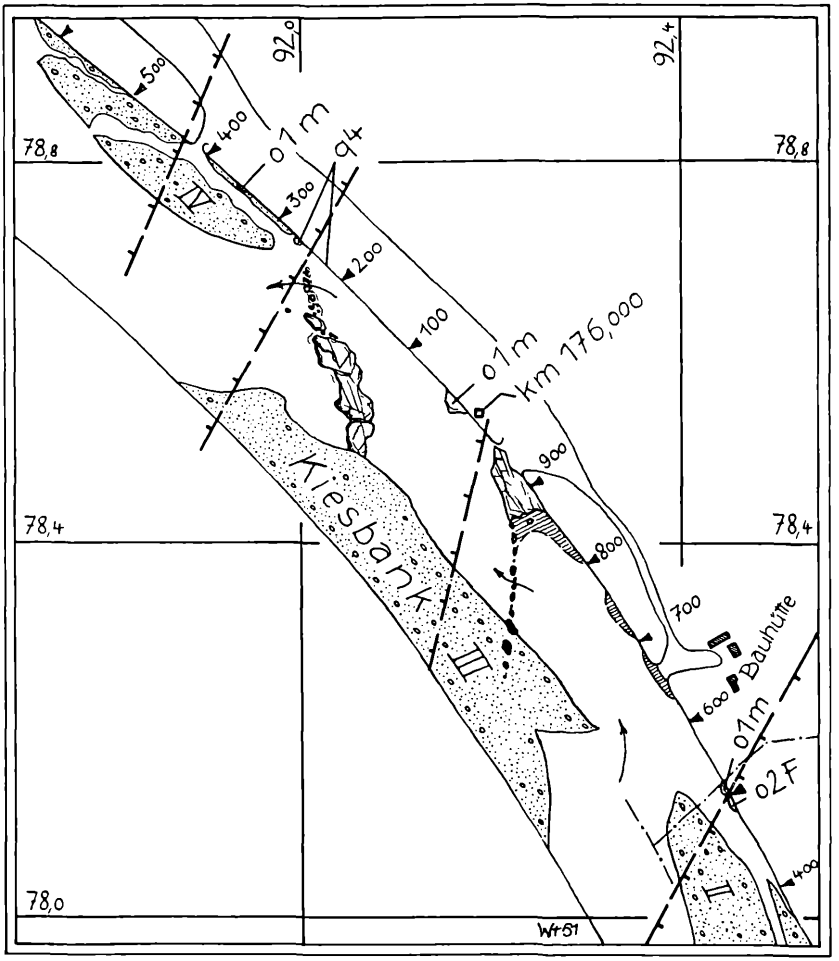


Abb. 2: **Geologie der Kirchener Schwellen.**

Zeichen wie Abb. 1; abweichend: horizontal schraffiert = Sannoisien in geringer Tiefe unter Niedrigwasser sichtbar; q4 = quartäre Nagelfluh.
Abstand der Gitterlinien = 400 m.
Maßstab 1 : 8000.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

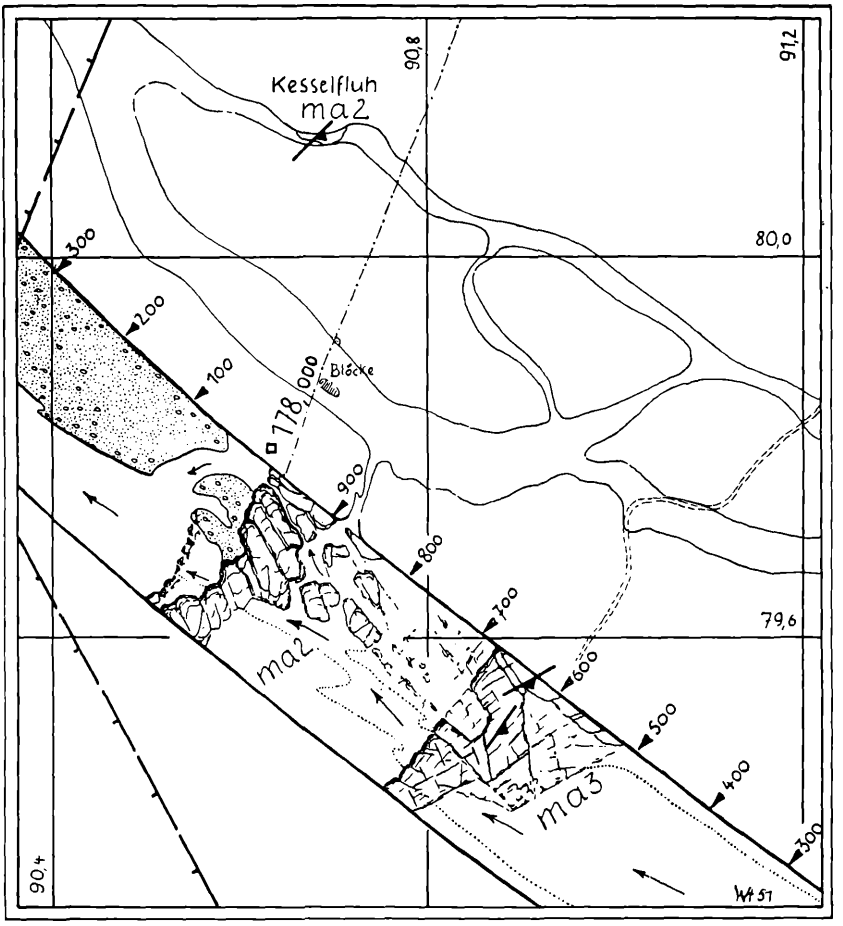


Abb. 3: **Geologie der Isteiner Schwellen.**

Abstand der Gitterlinien = 400 m.

Zeichen wie Abb. 1 und 2; punktierte Linie (im Strom) = 2 m — Isobathe bei 540 cbm/sec. Durchfluß; Pfeile = Stromstrich.

Auch die Einzeldarstellung ist etwas schematisiert, da eine genaue Aufnahme der Schwellen fehlt und eine vollständige Begehung der Felsen gegenwärtig aus verschiedenen Gründen untunlich ist. Ergänzungen wurden nach einem Luftbild vorgenommen.

Maßstab 1 : 8000.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

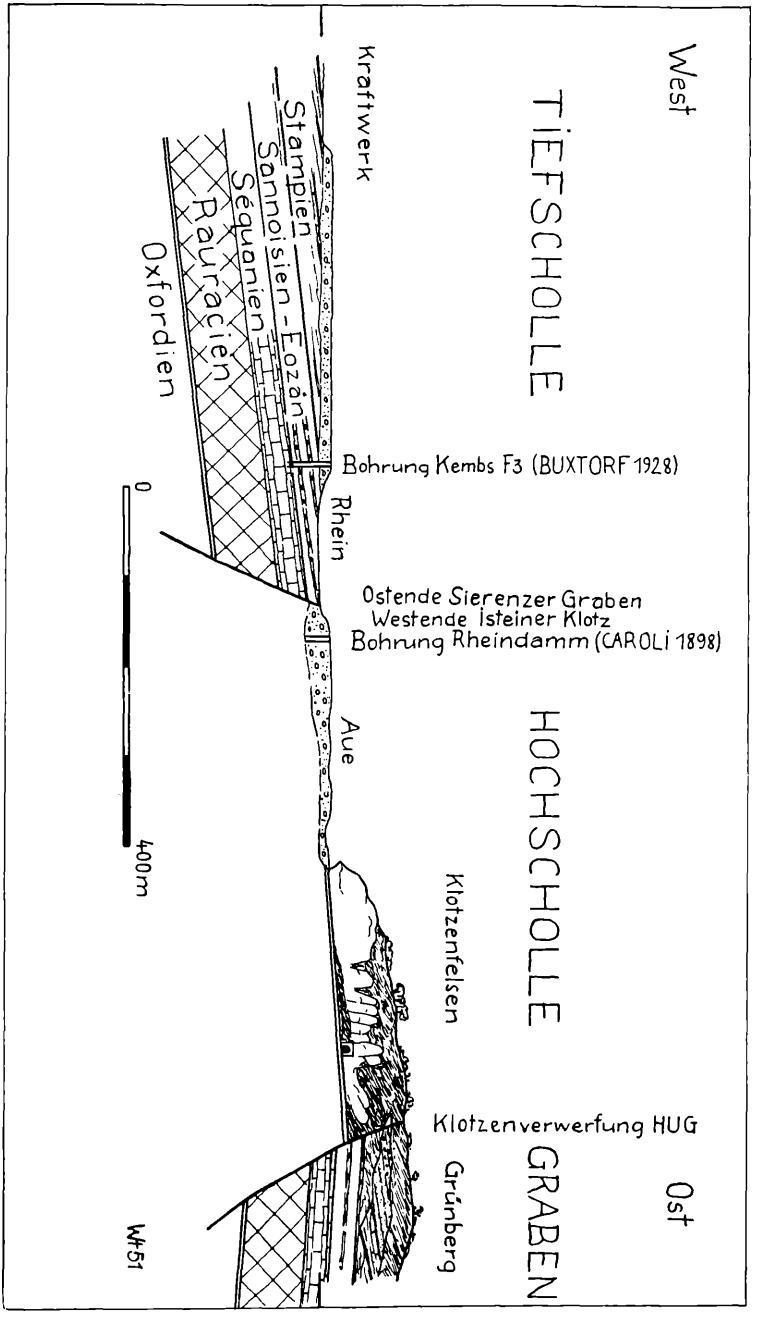


Abb. 4: **Querprofil in Höhe des Klotzenfelsens** (km 180.5).
Die Partie am Klotzenfelsen und der Isteiner Rebberg (Grünberg) oberhalb der Ebene sind als Ansicht gezeichnet.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Phot. K. Sauer, 3. 10. 1951

Bild 1: **Kirchener Schwellen:** „Kirchener Barre" bei km 176.030 bis 176.190 (Blick nach Süden). Standpunkt des Beschauers etwa km 176.285.

Hinter der Barre entlang dem jenseitigen (elsässischen) Ufer die Kiesbank III. In Bildmitte am diesseitigen (badischen) Ufer quartäre Nagelfluh (bei km 176.225 und 176.275). Am linken Bildrand noch sichtbar das Südende der Kirchener Platte (etwa bei km 175.850). Im Vordergrund rechts das Südende der Kiesbank IV (bei km 176.280).

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Phot. K. Sauer, 3. 10. 1951

Bild 2: **Isteiner Schwellen:** Untere (nördliche) = Rauracien-Barre, badische Hälfte (große Klippe) (Blick nach SSW). Standpunkt des Beschauers etwa km 178.0.

Links nahe dem badischen Ufer enge Abflußrinne, rechts westlich der großen badischen Klippe breitflächiger Abfluß über den Ostteil der elsässischen Hälfte der Barre (Schnelle). Vom Westende der großen Klippe zieht sich zum rechten Bildrand (nordwärts) ein schmaler Kiesrücken, dessen zur Zeit der Aufnahme übers Unterwasser ragende Teile unten rechts außerhalb dieser Aufnahme liegen.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

Phot. K. Sauer, 3. 10. 1951

Bild 3: **Isteiner Schwellen:** Untere (nördliche) = Rauracien-Barre, Westteil der elsässischen Hälfte (Blick nach Süden). Standpunkt des Beschauers auf dem Südende der großen Kiesbank V.

Inselkette nördlich vor dem elsässischen Teil der Schwelle zur Zeit der Aufnahme unter Wasser.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

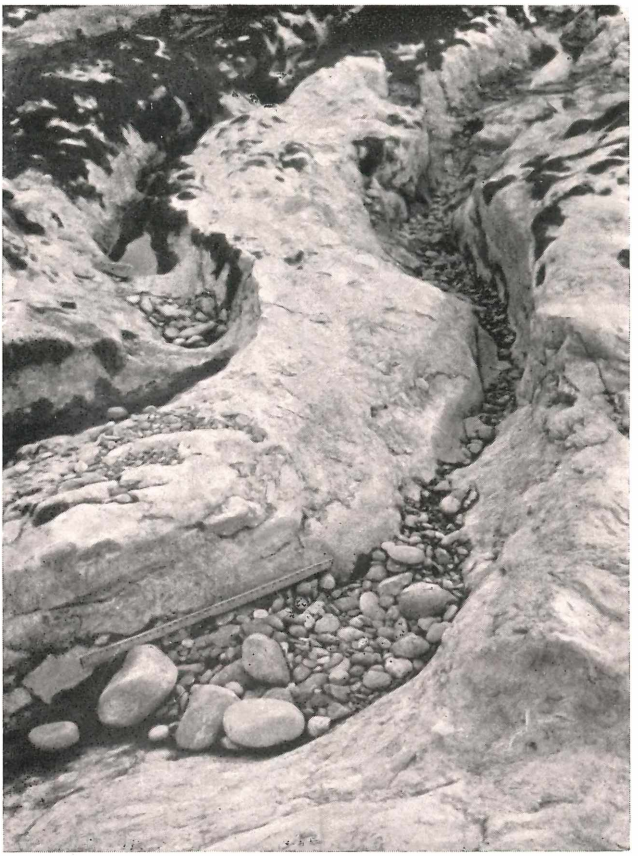
Phot. K. Sauer, 3. 10. 1951

Bild 4: **Isteiner Schwellen:** M o r p h o l o g i e der Rauracien-Barre nahe dem badischen Ufer (Blick nach Süden).

Starke Z e r k o l k u n g der Malmkalkoberfläche in Rinnen und Tröge längs NNW (160°) streichender Klüfte. Vergleichsperson 1.70 m.

Im Hintergrund (oberhalb vom Kopf der Vergleichsperson) der Nordabfall der oberen (südlichen) = Séquanien-Barre.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at



Phot. K. Sauer, 3. 10. 1951

Bild 5: **Isteiner Schwellen:** Morphologie der Rinnen und Tröge auf der Rauracien-Oberfläche. Ausschnitt aus Bild 4 (links unterhalb der Vergleichsperson). Gesamtlänge des Maßstabes 40 cm.

© Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau c/o Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften; download www.zobodat.at

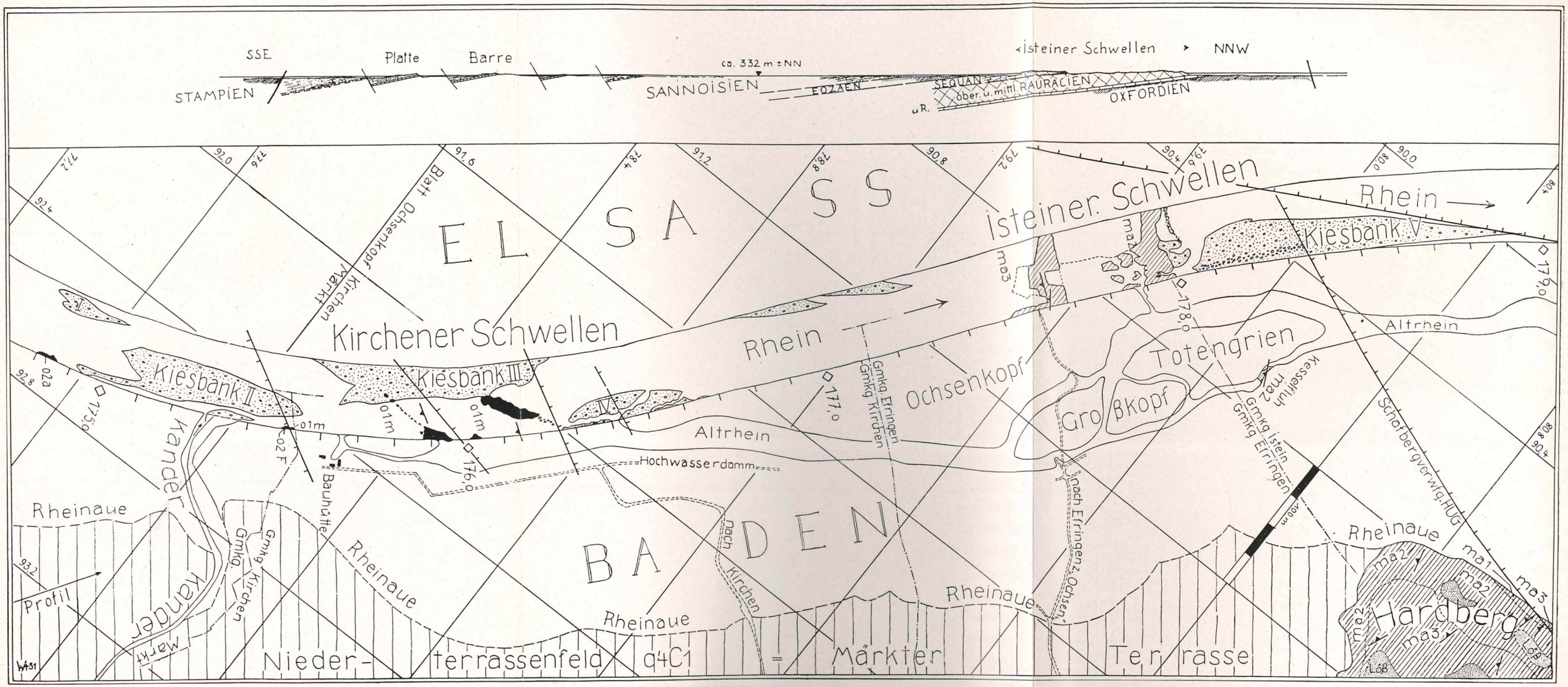


Abb. 1 unten: **Geologische Kartenskizze des korrigierten Rheinlaufes zwischen den km 174.7 und 179.0 und seiner badischen Randzone** (nach Aufnahmen auf der Unterlage der Deutschen Grundkarte 1 : 5000).

Die Aufschlüsse an den Isteiner und Kirchener Schwellen sind mit vereinfachten Umrissen gezeichnet; für die genauere Darstellung vgl. die Abb. 2 und 3.

Abb. 1 oben: Geologisches Längsprofil des in der Karte dargestellten Stromabschnittes. Gleicher Maßstab wie die Kartenskizze

Abstand der Gitterlinien = 400 m.
schwarze Fläche = Alttertiär (Oligozän), und zwar
o2a = *Meletta*-Schichten (Septarienton)
o2F = Fischschiefer (*Amphisyle*-Schichten)
o1m = Sannoisien

Maßstab ca. 1 : 12000.

schräge Schraffur = Malm, und zwar
ma3 = Séquanien
ma2 = Rauracien
Ringe und Punkte = Kiesbänke im Strom
Punkte = Löß (am Hardberg)
gezähnte Linien = Verwerfungen
strichpunktierte Linien = Gemarkungsgrenzen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau

Jahr/Year: 1952

Band/Volume: 42

Autor(en)/Author(s):

Artikel/Article: 11-43