Ueber die Stromschnelle von Laufenburg.

Von

Heinrich Walter in Cassel.

Hiezu Tafel VII–X.

---

1. Vorwort.

Du Pasquier hatte in seinem Werke „Ueber die fluvioglacialen Ablagerungen der Nordschweiz“ 1891 die Erklärung der Stromschnellen unserer Flüsse gegeben. Ueber die prachtvolle Stromschnelle des Rheines bei Laufenburg fehlten aber genauere Aufnahmen, während die neuen Anschnitte durch Eisenbahnen und Brunnengrabungen gerade hier den Einblick seither wesentlich erleichterten. Auf Anregung von Herrn Prof. Heim unternahm ich deshalb eine geologische und besonders topographische Untersuchung der Stromschnelle von Laufenburg. Um das Gebiet zu verstehen, war es notwendig, das Rheinthal von Dogern bis nach Rheinfelden zu begehen.

Meine Arbeit gewann besonders durch ihren wichtigsten Teil, die topographischen Aufnahmen in grossem Masstab, einen mehr dokumentartigen Charakter. Die Aufnahmen sollen ein genaues Bild der jetzigen Verhältnisse der Stromschnelle geben und eventuell später dazu dienen, durch Vergleich allfällige Veränderungen zu konstatieren. Schon in Anbetracht des Umfanges der graphischen Beilagen und der Publikationskosten soll hier nur ein kleiner Auszug der Arbeit in der Vierteljahrsschrift veröffentlicht werden, während die Gesamtarbeit, bestehend aus 29 Tafeln, 3 Karten, 35 photographischen Aufnahmen und zwei gebundenen Textheften von 130 Seiten, der Bibliothek der naturforschenden Gesellschaft in Zürich als Manuskript einverleibt wird, wo sie von jedem Interessenten konsultiert werden kann. Für Unterstützung in meiner Arbeit, besonders durch Ueberlassung von Beobachtungsmaterial, bin ich folgenden Herren zu Dank verpflichtet: Prof. A. Heim,

Zürich; Ing. Epper, Chef des eidgen. hydrometr. Bureau in Bern; Sektionsingenieur Doser in Zürich; Stadtammann Dr. jur. Gäng in Laufenburg; Prof. Dr. J. Früh in Zürich; Kaufmann P. A. Streicher in Stein.

Auf der Bibliothek der naturforschenden Gesellschaft in Zürich sind von mir deponiert worden in grosser Mappe:

A. Pläne, Profile, Zeichnungen.

Blatt 1ª Schematische Darstellung der Triangulations- und Höhenfixpunkte 1 : 1000.
„ 2ª Triangulation und Höhenfixpunkte 1 : 1000 (definitiv).
„ 3ª Querprofile an der Rheinbrücke Laufenburg 1 : 200.
„ 4ª, „ 5ª, „ 6ª, „ 7ª, „ 8ª, „ 9ª Mitteilungen des eidg. hydrometr. Bureau in Bern: Präzisionsnivellement, Fixpunkt No. 178 am Wasenthor, Pegelnullpunkts-Versicherungen, genaue Situation der Rheinbrücke Laufenburg, Wasserstandsmarken der ausserordentlichen Hochwasser v. Jahre 1852 u. 1876, Schreiben des Herrn Kreisingenieurs Bruggisser.
„ 10ª Situationsplan der Stromschnelle Laufenburg 1 : 2000 auf Bristolkarton.

Blatt 1.	Querprofil	d.	Rheinstromes	b.	km	0,230,	Masstab	1 : 200
„ 2.	„	„	„	„	„	0,442,	„	1 : 200
„ 3.	„	„	„	„	„	0,531,	„	1 : 200
„ 4.	„	„	„	„	„	0,911,	m. Einzeichn. d. wahrscheinliche Erosionsform d. Gerinnes	
„ 5.	„	„	„	„	„	1,084,	Masstab	1 : 200
„ 6.	„	„	„	„	„	1,130,	„	1 : 200
„ 7.	„	„	„	„	„	1,600,	„	1 : 200
„ 8.	„	„	„	„	„	2,540,	„	1 : 200

„ 9. Originalblatt der Messtischaufnahme vom Oktober 1891, Masstab 1 : 2000.
„ 10. Situationsplan der Stromschnelle 1 : 2000, mit allen Eintragungen.
„ 11. Längenprofil des Strombettes mit eingetragenen Wasserständen, Längen 1 : 2000; Höhen 1 : 200.
„ 12. Längenprofil: Probestück einer unverzerrten Darstellung, 1 : 2000.

Beil. 13.} Graph. Darstell. d. Wasserstände f. d. Jahr 1876: Oberrhein,
„ 14.} Bodensee, Schaffhausen, Waldshut, Basel bis Mannheim.
Blatt 15.} Uebersichtliche Darstellung der Querprofile im Masstab
„ 16.} 1 : 1000 für Kilometer 0,230—2,540.
„ 17. Spezialaufnahme des Querprofils bei km 2.540 im Masstab 1 : 200.
Blatt 1[b] Geologische Karte von Laufenburg, Masstab 1 : 2000.
„ 2[b] Geologische Karte von Laufenburg und Umgebung, Masstab 1 : 25,000.
„ 3[b] Geologische Karte von Laufenburg und Umgebung, Masstab 1 : 100,000.
„ 4[b] Nicht beigelegt.
„ 5[b] Querprofile zweier Schachtbrunnen, Längen und Höhen, 1 : 200.
„ 6[b] Geologische Querprofile I bis IV; Längen 1 : 10,000, Höhen 1 : 5000.

B. Photographische Aufnahmen:

Blatt 1. Gross-Laufenburg, Angabe des Hochwasserstandes vom 13. Juni 1876.
„ 2. Klein-Laufenburg, Angabe des Hochwasserstandes vom 13. Juni 1876.
„ 3. Rheinbett oberhalb der Stromschnelle.
„ 4. Laufenburg anno 1552, photographische Reproduktion.
„ 5. Gross-Laufenburg, vom badischen Bahnhofe aus gesehen. Rhein bei Mittelwasser vom August 1891; Strudellöcher.
„ 6. Bronzezylinder II*; Mittelwasserstandsmarke v. 1886-1898.
„ 7. Ausserordentliche Hochwasserstände am Brückenpfeiler von 1852 und 1876.
„ 8. In der „Enge“.
„ 9. „Enge“, unterhalb der „Schwabenruh“.
„ 10. Untere Lachsnase mit Hochwasserstand vom 13. Juni 1876.
„ 11. Vor d. „Oelberg“; Punkt III* A. H. W., „ „ „ „
„ 12. „Breite Waag“ u. unt. Lachsnase „ „ „ „ „
„ 13. „Untere Fischwaag“, badische Seite.
„ 14. Der „Laufenstein“ Ende Januar 1891. Granitgänge: Carmin eingetragen.
„ 15. Der „Laufenstein“ und „grosse rote Fluh“ Ende Januar

1891, sowie ausserordentliche Hochwasserstände vom 13. Juni 1876.

Blatt 16. Der „Laufenstein“ Febr. 1891; Granitgänge eingetragen.
„ 17. Stromschnelle bei Mittelwasser, August 1892.
„ 18. „ „ „ „ „
„ 19. Gross- und Klein-Laufenburg, von der protestantischen Kirche Klein-Laufenburg aus gesehen.
„ 20. Treibeisgewölbe in der „breiten Waag“, 23. Febr. 1891.
„ 21. „ „ „ „ „ 23. Febr. 1891.
„ 22. „ „ „ „ „ 24. Febr. 1891.
„ 23. Treibeisgewölbe 4 Stunden vor dem Einsturz, 25. Febr. 1891, 1 Uhr nachmittags.
„ 24. Gneissriffe im Rheinbett, unterhalb „Schäffigen“, Febr. 1898.
„ 25. Niederterrasse, Riffe, Fischwaag, von der untern „Lachsnase“ aus, Februar 1898.
„ 26. „Untere Lachsnase“, Rheinbett, stromaufwärts gesehen, Februar 1898.
„ 27. Rheinbett unterhalb der Brücke Laufenburg, Febr. 1898.
„ 28. Der „Laufenstein“, von der Rheinbrücke gesehen, 18. Febr. 1898.
„ 29. Der „Laufenstein“ am 18. Februar 1898.
„ 30. Das Rheinbett oberhalb Laufenburg, Februar 1898.
„ 31. Der „Pelzkappenstein“, auch „Solfelsen“ genannt.
„ 32. Der „Solfelsen“, „Solstein“ bei Jungholz, 770 m ü. M., März 1899.
„ 33. Der „Solfelsen“, „Solstein“ bei Jungholz, 770 m ü. M., Juli 1899.
„ 34. Das „Steinmeer“ im „Heidenwuhr“ bei Säckingen, März 1899.
„ 35. Angeschnittene Moräne bei Oeflingen im Wehrathal, Moräne des Rhonegletschers, durch den Bahnbau aufgeschlossen.

Ein gebundenes Heft: I. u. II. Teil der Arbeit: Text.
„ „ „ : III. Teil der Arbeit: Text.

Rekapitulation:

Blatt 1^a—10^a	= 10	Stück
„ 1—17	= 17	„
„ 1^b, 2^b, 3^b, 5^b, 6^b	= 5	„
Photographien No. 1—35	= 35	„
2 Hefte Text	= 2	„
Total	= 69	Stück Blätter und Beilagen.

2. Bericht über die Vermessungsarbeiten an der Stromschnelle Laufenburg und Umgebung.

Während der Monate Oktober 1891, August 1892, August 1894, August 1895 und Februar 1898 wurden die Vermessungsarbeiten ausgeführt und zwar in nachstehender Reihenfolge:

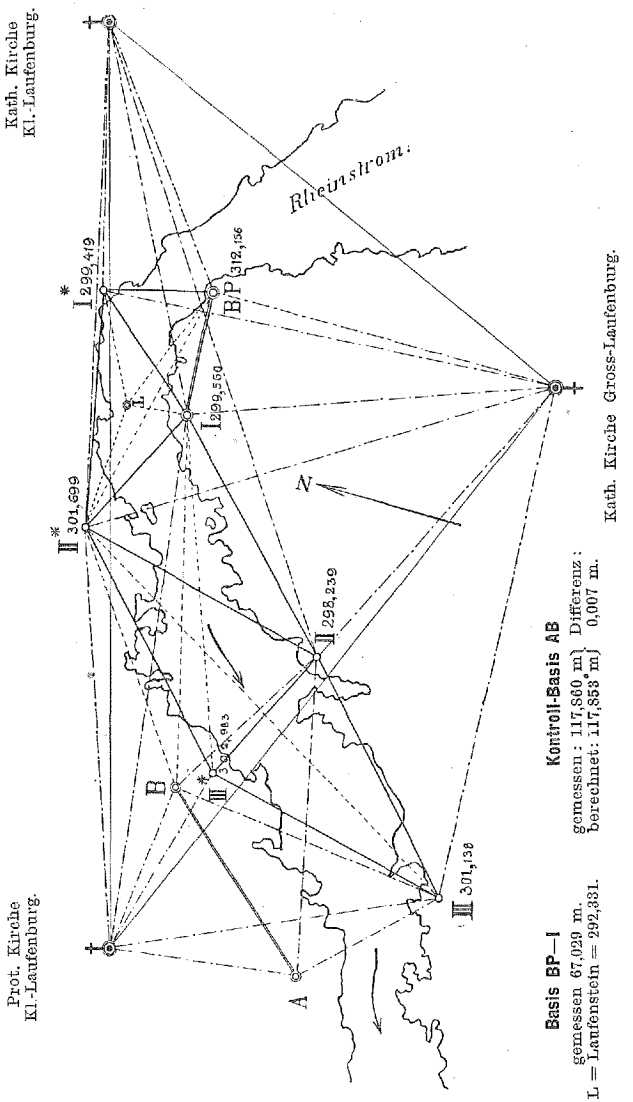
1. Wahl der günstigsten Dreieckspunkte.
2. Versetzen der Bronzezylinder in Fels.
3. Fixpunktnivellement.
4. Festlegung des Polygonzuges für die Messtischaufnahme.
5. Bestimmungen von Nivellementsfixpunkten an schwierigen Felspartien, für die Messtischaufnahme dienend.
6. Winkelmessung der durch Bronzezylinder festgelegten Dreiecksnetzpunkte vermittelst Satzbeobachtung und Repetition. (Berechnung des Dreiecksnetzes.)
7. Messtischaufnahme im Masstabe 1 : 2000.
8. Bestimmung des Wasserspiegel-Gefälles vom „Giessen“ bis zum „Schäffigen“.
9. Beobachtungen über den Verlauf der Wasserfaden oberhalb der Rheinbrücke, durch kontinuierlich nachfliessendes „Holzmehl“.
10. Aufnahme des Längenprofiles im Thalwege des Rheinstrombettes.
11. Aufnahme der wichtigsten Querprofile.
12. Lagebestimmung des „Laufensteins“ von vier Punkten aus durch Winkelmessung.

Die Dreieckspunkte sind in gesundem Fels versetzt und ihrer Lage nach so gewählt, dass die Längenverhältnisse der Dreieckseiten für die Winkelmessung nicht ungünstige wurden.

Bezeichnet sind dieselben wie folgt:
Linkes Rheinufer (Schweizerseite) I, II, III;
Rechtes Rheinufer (Bad. Seite) I*, II*, III*.

Fig. 1.

Triangulations-Skizze der Stromschnelle Laufenburg. Masstab 1 : 4000.



Die Netzpunkte selbst bestehen aus Phosphor-Bronzezylindern von 30 mm Durchmesser und 150 mm Länge, sie sind mit Blei

in Bohrlöcher im Fels eingegossen und sorgfältig verstemmt. Als Nullpunkt wurde die Marke auf dem Grenzstein BP angenommen und als positive X-Axe die Richtung BP—I*. Ferner sind als Hauptrichtungen gewählt die Kirchturmspitzen: Katholische Kirche Gross-Laufenburg, katholische Kirche Klein-Laufenburg und protestantische Kirche Klein-Laufenburg. Als Basis für die Dreiecksbestimmung wurde die Linie BP—I mit 67,029 m gemessen. Zur Sicherheit wurde auf der Stützmauer des badischen Bahnhofes Klein-Laufenburg eine Kontrollbasis AB eingeschalten, welche an die Dreieckspunkte II und III anschliesst. Die Längenmessung dieser Kontrollbasis und die durch Rechnung bestimmte Länge derselben ergab eine Differenz von +0,007 m.

Kontroll-Basis AB

gemessen:	117,860 m
berechnet:	117,853 m
Differenz:	0,007 m

Das Fixpunktnivellement wurde mit bestmöglichster Sorgfalt ausgeführt, als Ausgangspunkt wurde der Bronzezylinder am Wasenthor NF. 178 = 321,890 m gewählt. Das Nivellement erfolgte durch die „Wasengasse“ nach dem „Pfauendurchgang“ zum Rheinufer und als erster Höhenfixpunkt wurde der Bronzezylinder II bestimmt. Von hier aus wurden alle übrigen Punkte festgestellt Als Ergebnis des Fixpunktnivellements ist zu verzeichnen:

Grenzstein BP	= 312,156 m über Meer
Fixpunktnivellement	= 312,154 „ „ „
Differenz	= +0,002 m

Ferner wurde an die Pegel-Nullpunkt-Versicherung PNV. No. 74 angeschlossen:

PNV. No. 75	= 310,0395 m
Fixpunktnivellement	= 310,0420 „
Differenz	= —0,0025 m

Am Wasenthor angekommen, wurde am Fixpunkt des eidg. Präzisions-Nivellements NF. No. 178, als dem Ausgange des Nivellements angeschlossen.

NF. No. 178	= 321,890 m
Fixpunktnivellement	= 321,982 m
Differenz	= —0,002 m

Die Ordinaten der einzelnen, wichtigeren Punkte über Meeresspiegel finden sich in beigedruckter Skizze eingezeichnet. Die Festlegung des Polygonzuges für die Messtischaufnahme erfolgte nur in graphischer Weise auf dem Messtischblatte selbst.

An schwer zugänglichen Felspartien wurden weitere Höhenfixpunkte mit roter Farbe angebracht oder an Felsnasen mit dem Spitzeisen eingehauen. Die nachfolgende Messtischaufnahme wurde hierdurch wesentlich erleichtert.

Die Messtischaufnahme im Masstabe 1 : 2000 verursachte ungemein viel Mühe, da das Bett des Rheinstromes bei Laufenburg sich tief und eng im Schwarzwaldgneiss eingeschnitten hat. Die Aufnahme selbst erforderte auf verhältnismässig kleiner Fläche alle erdenklichen Hilfsoperationen.

Die Bestimmung des Wasserspiegel-Gefälles wurde an verschiedenen Tagen vorgenommen, die Mittelwerte liegen der Bestimmung des mittleren Wasserspiegel-Gefälles zu Grunde:

Länge der Beobachtungsstrecke = L = 1468 m.

Stromkilometer 0,342 bis 1,810 = 1468 m.

Ordinate des Wasserspiegels bei km 1,810 = 295,31 m

" " " " " 0,342 = 291,88 "

Höhendifferenz der Wasserspiegel = H = 3,43 m

Gefälle des Wasserspiegels = $\frac{H}{L}$ = J = 0,00233 = 2,33 ‰.

Im Längenprofil Tafel VIII finden sich nachfolgende Wasserstände eingezeichnet:

1. Ausserordentlicher Hochwasserstand vom 13. Juni 1876.
2. Mittelwasserstand der Jahre 1886—1892.
3. Ausserordentlicher Niederwasserstand vom Februar 1891.

Die entsprechenden Wasserspiegel-Gefälle sind tabellarisch zusammengestellt:

Wasserstand	Ordinate bei km 1,810	Ordinate bei km 0,342	Höhenunterschl. H	Länge d Beobacht.-Strecke = L	Gefälle = J 0,000...	in ‰
Ausserordentliches Hochwasser v. 13. Juni 1876	309,63	298,41	11,22	1468 m	0,00746	7,64 ‰
Mittelwasser der Jahre 1886—1892	297,30	292,34	4,96	1468 m	0,00338	3,38 ‰
Ausserordentliches Niederwasser v. Febr. 1891	293,65	290,35	3,30	1468 m	0,00225	2,25 ‰

Diese dem sonst zu Erwartenden entgegenstehende Erscheinung des stärkeren Gefälles bei Hochwasser wird durch das enge Profil im „Hügen“ (Strassenbrücke), sowie durch die massigen Pfeiler der bestehenden Rheinbrücke und den linksseitig vorgeschobenen Gneissfels verursacht. Herr Ingenieur J. Epper, Chef des eidg. hydrometrischen Bureau in Bern, hatte die Freundlichkeit, mir jeweilen die beobachteten Pegelstände zu übermitteln, sodass dieselben für die Jahre 1886-1898-1900 in nachfolgender Tabelle zusammengestellt werden konnten.

Die Wasserfadenbestimmung oberhalb der Rheinbrücke ist leider nicht gelungen. Ungefähr 215 m oberhalb der Brücke bei km 1,600 wurde ein Drahtseil über den Rhein gespannt, an welchem ein Kahn parallel der Stromrichtung verschoben werden konnte. In Abständen von 10, 30, 50, 70, 90 und 110 m vom linken Ufer aus wurden Körbe mit Sägespänen langsam entleert, um die Richtung und den Verlauf der Wasserfaden bestimmen zu können. Leider konnten diese Sägespänlinien nur auf ganz kurze Distanzen, höchstens 150 m, beobachtet werden, nachher wurden sie vom gewaltigen „Grundwirbel“ der ersten „Schnelle“ vollständig aufgelöst. Einige Tage darauf konnten noch Sägespänüberreste in der „Toten-Waag“, im „Hexenwinkel“ und in der breiten „Waag“ angesammelt beobachtet werden.

3. Die Gesteine in Laufenburg und Umgebung.

Die Gesteinsfolge in der Stromschnelle von Laufenburg und Umgebung ist die folgende:

Als tiefstes zu Tage tretendes Gestein finden wir den dunkelrotbraunen, glimmerreichen Biotit-Gneis (*gn* der Profile etc.). Er gehört dem Schwarzwalde an und greift nur an wenig Stellen südlich über den Rhein. Er ist schiefrig, etwas verworren in seiner Schieferung, hie und da sogar gefaltet (oberhalb der „Enge“ auf der „Schwabenruh“ etc.). Der Gneiss am rechtsseitigen Ufer ist von vielen granitischen Gängen durchsetzt, hie und da auch von blendend weissen bis schwach rötlichbraunen Quarzadern. Der Gneiss ist sehr fest und zähe, die Schieferung streicht fast durchweg von SSW nach ENE oder doch von SW nach NE und fällt mit 10°—20°—25°, sogar bis zu 40° und 60° nach NW

Pegelstation Laufenburg.

Pegelstation		Gewässer	Einzugs-Gebiet (km²)	Absolute Höhenlage der Pegelstation						Aussergewöhnl. Hochwasser				Aussergewöhnliche Nieder-Wasserstände			
				Datum des Nivellements			Fixpunkt		Cote d. Pegel-null	Pegel-stand	Datum			Pegel-stand	Datum		
Name	Standort			Jahr	Mon.	Tag	No.	Cote									
Laufenburg	Brücke	Rhein	34403,3	1889	VII	17	178	321,890	1,25	306,92	1852	IX	18	290,15	1857	—	—
"	"	"		÷1895	"	"	"	"	"	307,01	1876	VI	13	290,45	1872	I	1
"	"	"								305,40	1871	IX	3	290,50	1882	II	22÷25
														290,30	1891	II	16÷22

Beobachtungsjahr	Mittlerer Jahres-Wasserstand	Mittlerer Sommer-Wasserstand	Mittlerer Winter-Wasserstand	Höchster Jahres-Wasserstand			Höchster Sommer-Wasserstand			Niedrigster Jahres-Wasserstand			Niedrigster Winter-Wasserstand		
1886	294,60	295,68	294,61	298,60	VIII	27	298,60	VIII	27	291,80	III	2	291,80	III	2
1887	294,17	295,50	293,16	298,50	XII	11	297,80	VI	3	291,20	II	24÷26	291,20	II	24÷26
1888	295,79	297,64	293,07	302,40	X	4	302,20	VIII	3	291,50	III	4÷7	291,50	III	4÷7
1889	295,11	296,79	293,63	299,30	VI	5	299,30	VI	5	291,00	I	31	291,00	I	29÷30
1890	294,93	296,40	293,62	302,40	IX	2	302,40	IX	2	291,50	III	7÷12	291,50	III	7÷12
1891	294,64	296,67	292,76	301,20	VII	8	301,20	VII	8	290,30	II	16÷22	290,30	II	16÷22
1892	295,46	296,54	294,15	300,10	VII	22	300,10	VII	22	292,10	XII	31	292,30	XI	10
1893	294,00	294,79	293,74	297,50	VIII	1÷2	297,50	VIII	1÷2	291,30	I	22	291,30	I	22
1894	294,19	295,63	292,59	298,70	V	27	298,70	V	27	290,90	I	31	290,90	I	31
1895	294,22	295,89	292,89	299,50	III	26	298,20	VI	6	290,80	III	11	290,80	III	11
1896	296,19	297,71	293,40	301,80	III	10	300,40	IX	27	291,40	II	27÷29	291,40	II	27÷29
1897	295,88	297,76	295,07	302,60	IX	8	302,60	IX	8	291,70	I, II, XII	...	291,70	I—II	26÷1
1898	294,60	296,43	292,76	300,20	VI	17	300,20	VI	17	290,90	I, II	30÷1	290,90	I, II	30÷1
1899	294,63	295,94	293,64	300,80	I	15	298,30	V	25-27 29	291,20	XII	5	292,20	XI	26
1900	294,80	295,90	293,54	298,20	VII	9	298,20	VII	9	291,90	I, X, XII	...	291,90	XII	5

oder WNW ab. Die ganze Stromschnelle gehört dem Gneisse an. Ueber dem Gneisse sollten nun die paläozoischen Bildungen folgen, sie fehlen hier ganz.

Der Buntsandstein *(su)* fehlt oft ganz oder ist doch nur an wenigen Stellen, z. B. NE von Säckingen (287 m) zu beobachten. Ebenso findet man Buntsandstein bei Egg (720 m), Säge Maisenhardt (732 m), wüste Güllen (739 m), Maienmatt (725 m), ferner noch SW und NE von Hänner (590 m). Streichen SW—NO, Fallen 2—5° NW. SW von Rheinen und Gross-Laufenburg tritt an beiden Rheinufern, direkt dem Gneisse aufgelagert, der sog. „Röth" *(so)* zu Tage. Einige thonige, wenige Centimeter mächtige Schichten des oberen Buntsandsteines, welche von SW nach NE streichen und mit 15° nach WNW abfallen.

Die darüber liegenden Triasgebilde, Wellenbildung *(mu)*, Anhydritgruppe *(y)*, oberer Muschelkalk *(mo)*, Keuper *(ku)*, zeigen ohne erwähnenswerte Besonderheiten diejenige Ausbildungsart, welche wir überhaupt in Süddeutschland und der Nordschweiz von Basel bis Schaffhausen treffen. Sie sind linksseitig des Rheines, sanft südlich abfallend, gut erhalten, rechtsseitig in der Umgebung von Laufenburg aberodiert.

Die über dem Keuper auftretenden Schichtungssysteme des Jura und der Kreide liegen ausserhalb des in Frage kommenden Gebietes. Hingegen kommen für die Umgebungen von Laufenburg noch eine Anzahl jüngerer, wichtiger Ablagerungen in Betracht und zwar:

a) Moränen (in den graphischen Beilagen bezeichnet mit *d G)*;
b) Deckenschotter (löcherige Nagelfluh) als I. Thalausfüllung *(dd)*;
c) Hochterrassenschotter als II. Thalausfüllung *(dh)*;
d) Löss (Höhenlöss) *(dl)*;
e) Angeschwemmter Löss *(dla)*;
f) Niederterrassenschotter als III. Thalausfüllung *(dn)*;
g) Bergschutt *(db)*;
h) Stromalluvion (Rheingeschiebe) *[da]*.

In der Stromschnelle von Laufenburg und nächster Umgebung fand ich keine echten Moränen, dagegen sind die Fluvioglacialbildungen in Terrassen gut entwickelt. Der Deckenschotter hat von Dogern bis Rheinfelden und dazwischen nördlich ob Laufen-

burg bei 480 bis 485 m, schöne Terrassen bildend, ein mittleres Gefälle thalauswärts von 4,6 ‰. Der tiefere Hochterrassenschotter erreicht dagegen 100 m Mächtigkeit. Die dadurch gebildete Terrasse tritt wenig deutlich hervor, indem ihre Formen oft durch Löss verhüllt sind. Thalauswärts hat in der Umgebung von Laufenburg die Hochterrasse bloss etwa 1,2 ‰ Gefälle und liegt etwa 380—385 m über Meer.

Am klarsten kann die Geschiebelagerung des Hochterrassenschotters in der Kiesgrube nördlich von Klein-Laufenburg wahrgenommen werden. Wir finden hier eine teils annähernd horizontale Lagerung der Geschiebe mit Schichtung, hie und da aber torrentielle, d. h. wechselvoll geneigte Schichtlage. Die torrentielle Schichtung ist besonders in der N.-W. Ecke der Kiesgrube sehr schön sichtbar. In der Nähe der Sohle findet sich grober Sand mit feinerem Kies gemengt, die Geschiebegrösse nimmt nach oben rasch zu und der Schotter nimmt oben sogar Blockfacies an. Die Geschiebe des Hochterrassenschotters sind vorwiegend alpinen Ursprungs, aber es finden sich auch solche vom Schwarzwalde stammend vor.

Die reichen Quellen für die laufenden Brunnen von ganz Laufenburg waren im Hochterrassenschotter nördlich Klein-Laufenburg gefasst. Im Jahr 1856 wurde der Einschnitt und Tunnel der badischen Bahn in den unterliegenden Gneiss getrieben. Mehr und mehr erschienen nun Quellen aus Gneissklüften im Bahneinschnitt und der Ertrag der Laufenburger Fassungen nahm ab. 1885 standen die höheren Brunnen ganz ab. Die Fassungen mussten vertieft werden. Wir haben hier einen Fall, wo die Abgrabung von Quellen erst nach vielen Jahren in allen Folgen fühlbar wird, indem nur sehr langsam die Quellen den tieferen Weg finden und ausspülen.

Der Terrassenlöss ist dem Rheinufer entlang sehr oft auf älterem Kies aufgelagert und mit jüngerem bedeckt. Vielfach kommen Wechsellagerungen von Lehm und Löss vor, z. B. nördlich von Klein-Laufenburg und Niederhof, ferner nördlich von Säckingen und in der Mulde zwischen Ebneberg nnd Heuberg. Dieser Lösslehm wird dort für Backsteinfabrikation vielfach verwendet. Der Löss ist auch in der Umgebung von Laufenburg stets dem Hochterrassenschotter aufgelagert und niemals eingelagert, er ist also jünger als die vorletzte Vergletscherung.

Der Niederterrassenschotter unseres Gebietes hat 40—50 m Mächtigkeit. Er ist meistens in breiter Fläche im Rheinthal erhalten, gegenüber welcher der seitherige Einschnitt mit der Stromschnelle als schmale Furche erscheint.

Auch in unserem Gebiete ist wieder sehr deutlich, wie die Eiszeiten Zeiten der Aufschüttung, die Zwischeneiszeiten dagegen Epochen der Austiefung der Thäler gewesen sind.

Die Oberfläche des Niederterrassenschotters liegt in Laufenburg bei 325 m über Meer, das ist ca. 55—60 m unter der zweiten Thalausfüllung, also unter den Hochterrassen oder 155 bis 160 m unter der ersten Thalausfüllung, unter dem Deckenschotter, aber durchschnittlich 30 m höher als der Rheinstromspiegel heute liegt (290 m oberhalb, 293 m unterhalb der Stromschnelle). Wir können diese Niederterrasse von Waldshut aus über Dogern-Leibstadt-Laufenburg-Kaisten-Sisseln-Stein-Wallbach bis Rheinfelden und Basel ohne Unterbruch in breiten Böden verfolgen. Besonders prägnant treten sie bei Luttigen, Kaisten und Säckingen hervor, ebenso wieder bei Rheinfelden.

Wenn wir die Stromschnelle von Laufenburg als Anomalie ausgeschaltet denken und die Thalstrecken oberhalb und unterhalb prüfen, so ergiebt sich, wie folgende Tabelle zeigt, dass die Niederterrasse etwas grösseres Gefälle hat, als der jetzige Fluss:

	Terrasse	Strom
Dogern-Leibstadt . . .	342,00	308,20
Laufenburg (Giessen) .	330,50	297,30
Höhenunterschied $= h$.	11,50 m	10,90 m
Beobachtungslänge $= l$.	10500 m	10500 m
Gefälle $J = \frac{h}{l}$	$= \frac{11,50}{10500}$	$\frac{10,90}{10500}$
$J =$ . .	0,001094	0,001038
$J =$ . .	1.18 ‰	1.04 ‰
Laufenburg (Schäffiger) .	330,50 m	292,40 m
Ryburg	303,50 m	271,20 m
Höhenunterschied $= h$.	27,00 m	21,20 m
Beobachtungslänge $= l$.	ca. 20000 m	20000 m
Gefälle $J = \frac{h}{l}$	$= \frac{27,00}{20000}$	$\frac{21,20}{20000}$
$J =$ . .	0,001350	0,001060
$J =$ . .	1,35 ‰	1,06 ‰

Wenn man aber die Stromschnelle Laufenburg, die eben in der Fläche der Niederterrasse nicht erscheint, mit einrechnet, so ergiebt sich, dass Niederterrasse (1,26 ‰) und Strom (1,21 ‰) fast gleiches mittleres Gefälle auf über 30 km Thalweg aufweisen, immerhin bleibt auch da die Niederterrasse etwas steiler. Sie ist eben das Produkt eines mit Geschiebe überladenen Flusses, der jetzige Strom ist geschiebearm und besser koncentriert.

Auch für die Umgebung von Laufenburg kommt die Frage in Betracht, ob und inwiefern die Erscheinungen der alpinen Gletscher und Gletscherflüsse sich mit einer schwarzwäldischen Vergletscherung kombiniert hätten, oder nicht. In der nächsten Umgebung von Laufenburg konnte ich keine Reste echter schwarzwäldischer Vergletscherung finden.

In Säckingen und Umgebung ist man allgemein der Ansicht, dass der Solfelsen oder Pelzkappenstein bei Jungholz ca. 770 m über Meer und seine Umgebung eine erratische Erscheinung seien, welche man dem „grossen Schwarzwaldgletscher“ zu verdanken habe.

Ich ging deshalb an eine nähere Prüfung der vermeintlich erratischen Blöcke beim Solfelsen.

Die ganze Umgebung des Solfelsens besteht aus gut abgerundeten Schwarzwaldgranit-Blöcken. Nordwestlich der schönsten Blockgruppe befindet sich ein alter Steinbruch, hier fielen die schönsten Blöcke dem Bahnbau im Wehrathal zum Opfer. Herr Kaufmann P. Streicher in Stein erwarb das ganze gebliebene Gebiet käuflich und schützte dadurch diese wunderbare Landschaft vor dem Untergange.

Ich suchte in der ganzen Umgegend des Solfelsen bis Jungholz, Bergalingen, Willaringen, Egg zum „Heidenwuhr“ und grossen „Steinmeer“ vergeblich nach Spuren des vermeintlichen grossen Schwarzwaldgletschers. Ueberall, besonders in der Umgebung des Solfelsen und im Heidenwuhr traf ich nur schwach thonigen „Granitgrus“, welcher am Solfelsen mehrere Meter mächtig ist und sogar in Tiefen bis zu 7 und 8 m angetroffen wird. Das Gestein des Solfelsen ist Schwarzwaldgranit mit grossen Orthoklas-Einsprenglingen, in Farbe und Korn mit dem Granite von Tiefenstein im Albthale vollkommen übereinstimmend. Die Unterlage des Solfelsen ist ebenfalls gleicher Granit mit fast glimmer-

freien Gängen von Ganggranit oder Aplit. Die Oberfläche dieses Haufwerkes von Granitblöcken ist beinahe eben. — Es handelt sich hier bloss um ein Zerfallen des Gesteines durch Verwitterung an Ort und Stelle zu thonigem Sande oder „Grus". Dieser Verwitterungsprozess schreitet nicht gleichmässig, sondern auf Klüften und Rissen des Gesteines besonders rasch vor.

Fig. 2.

Skizze z. Erläuterung d. Verwitterungs-Prozesses.

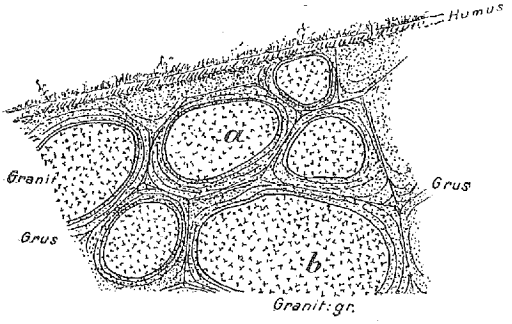
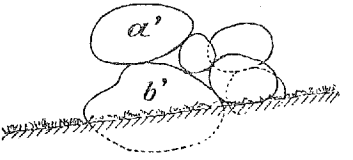


Fig. 3.

Haufwerk von Granitblöcken,



durch Wegwaschen des Granitgruses entstanden.

Von den Klüften aus dringt die Verwitterung beiderseits in das Gestein ein und verwandelt dasselbe in „Grus". Als Kern des so entstehenden Netzwerkes von Verwitterungsprodukten bleiben rundliche Blöcke von noch ziemlich festem, frischem Gesteine übrig. Spülen dann die atmosphärischen Niederschläge diese lockeren Zersetzungsrückstände dazwischen weg, so verlieren die Klötze ihren Halt, stürzen nach den Lücken um und bilden Haufwerke von unregelmässig auf einander getürmten, rundlichen Blöcken. Es ist nichts anderes, als die alt bekannte „Blockmeerbildung".

Fig. 4 stellt das Profil des Solfelsen gegen Norden (Spatzenhof) mit den eingeschriebenen Hauptmassen dar. Alle Anzeichen des Gletschertransportes: Mischung eckiger mit gerundeten, geschrammten Geschieben, einbacken geschrammter Geschiebe in Lehm, Politur etc. fehlen.

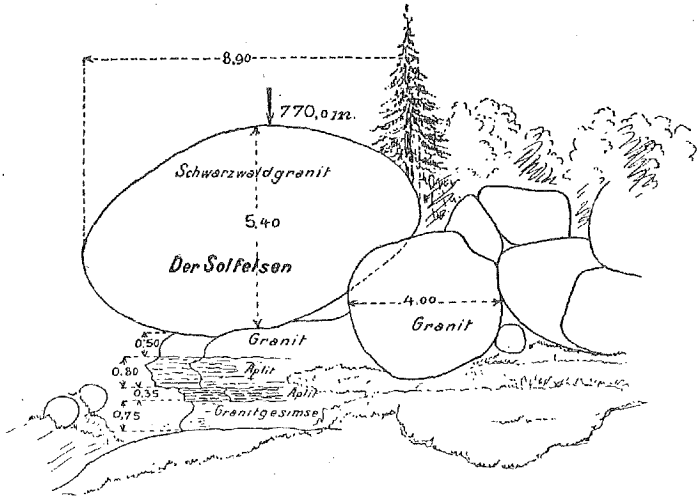
Nach all' dem Gesagten halte ich dafür, dass der Solfels kein durch Gletscher hertransportiertes Bauwerk ist, sondern ein durch Verwitterung des Granites an Ort und Stelle und durch Weg-

waschung des Gruses entstandenes Haufwerk von Granitblöcken darstellt.

Die Entstehung des Steinmeeres im „Heidenwuhr“ unterhalb Egg beruht ebenso bloss auf Verwitterung „in loco“.

Fig. 4.

Profil des Solfelsens gegen Norden (Spatzenhof).



Kubikinhalt des Solfelsens ca. 88 m³.

4. Geologie der Stromschnelle von Laufenburg.

Betrachten wir aufmerksam eine gute hypsometrische Karte der Schweiz, so finden wir in der Mittel- und Nordschweiz auffallend breite Thalböden, welche oft in gar keinem Verhältnisse zur Wasserführung der sie gegenwärtig durchziehenden Flüsse stehen, z. B.: das Thal der Emme zwischen Burgdorf und Solothurn, das Gäuthal und ferner das Glatthal, sowie der Klettgau, die Thäler der Thur und Töss — zum Teil — oder jene weiten Ebenen, die jetzt von den Gewässern verlassen, als tote oder trockene Thalböden bezeichnet werden, wie dies beim Birrfeld oder beim Rafzerfeld der Fall ist.

Durch die Stauung der Alpen, sowie durch die letzten grossen Dislocationen ihres nördlichen Saumes und durch die Gletscherab-

lagerungen, haben die Flüsse im Vorlande vielfach ihre Läufe verlegt, so erklärt sich das Vorhandensein vieler Trockenthäler.

Wir ersehen, dass diese verlassenen Thalböden in engstem hypsometrischen Zusammenhange stehen, da sich eine allgemeine Thalstufe in den Thälern der Nordschweiz verfolgen lässt. Es wird daraus wahrscheinlich, dass diese alten, verlassenen Thäler alle gleichzeitig von Flüssen durchströmt worden sind. Untersuchen wir diese Thalböden des Alpenvorlandes, so stellt sich heraus, dass sie fast ausnahmslos durch mächtige Geschiebemassen gebildet sind, sie waren also ursprünglich tiefer und wurden während eines bestimmten Zeitabschnittes gleichmässig mit Schotter-Kies aufgefüllt. Erst später schnitten sich die Flüsse durch Erosion in diese abgelagerten Geschiebemassen wieder ein. Wir sehen heutzutage die Flüsse in tiefen Rinnen unter dem breiten, terrassenförmig abgestuften Thalboden sich dahinziehen. Die jüngste, zum Teil noch anhaltende Epoche der Thalgeschichte ist also eine Erosionszeit, in welcher die Flüsse das früher angehäufte Geschiebe wieder zu entfernen suchen. An vielen Stellen ist es dem Flusse bereits geglückt, die Unterlagen der Kiesmassen zu entblössen. So fliesst z. B. die Limmat unterhalb Baden auf kurze Strecke durch Molasse, bei Brugg und Lauffohr tritt das Anstehende im Aarebett zu Tage, und der Rhein hat bei Schaffhausen, Rheinfall, Rheinau, Laufenburg und Rheinfelden das Grundgebirge angerissen. An jenen Stellen, wo der Fluss oder Strom sich in das Grundgebirge einschneidet, entstehen oft Stromschnellen, welche im Volksmunde als „Laufen“ bekannt sind. Das Vorhandensein dieser Stromschnellen beweist wiederum, dass wir gegenwärtig in einer Erosionsperiode stehen.

Die Klippen des Anstehenden, welche im Strombette vereinzelt auftreten, zeigen uns deutlich, dass der Fluss beim Wiedereinschneiden sein altes Bett nicht wieder gefunden hat. Er kreuzt dasselbe an manchen Stellen und hat wohl gewöhnlich die ursprüngliche Thaltiefe noch nicht ganz wieder erreicht. Der Fluss sägt sich an solchen Stellen tief in das Anstehende ein, während zu den Seiten dieser Einschnitte der breite, höhere Thalboden nur Schotter aufweist und stromaufwärts die wagrecht geschichteten Kiesmassen bis unten im Flussbette die ganze Höhe des Hochgestades zusammensetzen. In der That wäre das exakte Zusammentreffen des neuen mit dem alten Laufe bei breiten Thalalluvionsebenen oft ein sonderbarer Zufall gewesen.

Wir finden ferner, dass diese Stromschnellen meistens weit ausserhalb der Thalaxe liegen, entsprechend einer seitlichen Abweichung vor dem Wiederbeginn der Erosion (Stromschnellen von Brugg, Schwaderloch, Laufenburg, Rheinfelden).

Die Stromschnelle von Laufenburg im besonderen weist folgenden geologischen Bau auf.

Wir stehen in einem Isoklinalthal mit sanftem Schichtfall gegen Süden, der Plateaujura weist uns seine bewaldeten Schichtenköpfe, der Schwarzwald seinen sanft ansteigenden sonnigen Rücken.

Bei Laufenburg liegt der Rhein stark nördlich aus der allgemeinen Thalaxe hinausgeschoben. Hier schneidet er in das Grundgebirge ein. Nahe ob Klein-Laufenburg am Nordufer geht der Niederterrassenschotter bis in den Rhein hinein. Klein-Laufenburg steht auf Gneiss. Die Niederterrasse ist rechtsseitig fast verschwunden, linksseitig weit ausgedehnt. Aber links des Rheines ragt aus der Niederterrasse noch die Felsinsel mit der Burg von Gross-Laufenburg ca. 20 bis 22 m über die Niederterrasse empor. Dieser Hügel ist ein durch den jetzigen Rheinlauf abgeschnittenes Stück Schwarzwald, die Niederterrassenebene erstreckt sich erst weiter südlich. Die ganze Stromschnelle liegt im Gneiss. Sie bildet eine enge, 1300 m lange und ca. 75 m breite vielgestaltige Erosionsschlucht, deren Steilgefälle jetzt im obersten Teile liegt, im unteren Teile fliesst das Wasser ruhiger. An der engsten Stelle ist der Strom bei Mittelwasser nur 12 m breit, während das zugehörige Einzugsgebiet 34403 km² misst. Einer der Aplitgranitgänge im Gneisse setzt quer in die Stromschnelle in ihrer steilsten Partie hinein.

Bei gewöhnlichem Mittelwasser ist derselbe auf dem linken Ufer nicht mehr sichtbar. Er ist teilweise breschenförmig durchbrochen; ein noch hervorragender Felszahn dieses Granitganges kann bei sehr niederem, klaren Wasserstande in der Stromschnelle selbst beobachtet werden, man bezeichnet diesen Felszahn allgemein als „Laufenstein". Bei ausserordentlich niederen Wasserständen kommt der Laufenstein zum Vorschein, so dass er für kurze Zeit vollkommen frei aus dem Wasser hervorragt. (Näheres hierüber im folgenden Abschnitt).

Auch bei Hochwasser bringt der Rhein keine bedeutenden Geschiebemengen auf die kahlen Felsflächen beiderseits der Wasser-

furche. Diese vom Hochwasser zeitweise überströmten Felsflächen zeigen denn auch fast nichts von mechanischen Flusserosionsformen, keine glatt ausgeriebenen Kessel und Rinnen, sondern meist rauhe Formen der Frostabwitterung mit offenbar nur sehr wenig Veränderung im Laufe der Jahrzehnte. Die Ausspülung von Erosionskesseln durch Geschiebe ist offenbar fast ganz nur auf die tiefsten, unserm Blicke durch das Wasser auch bei niedrigstem Stande verhüllten Rinnen beschränkt.

Beobachten wir das Längenprofil des Rheinbettes in der jetzigen Stromschnelle, so tritt der plötzliche Sohlenabfall bei km 0,900 (Stromstrich-Kilometer) prägnant hervor, ebenso das Gegengefälle bei km 0,00—0,520 (Taf. VII). Eigentümlich ist ferner die Zweiteilung des Thalweges bei km 1,014, wobei der linksseitige Thalweg bedeutend tiefer ist, als der rechtsseitige. Es beginnt der rechtsseitige Thalweg bei km 0,531 und der linksseitige, bedeutend tiefere Thalweg bei km 1,023. Der Schnitt durch die Mitte des Strombettes beginnt ebenfalls bei km 0,531. Das Profil durch die Mitte zeigt vom km 0,438 bis 0,441 „Gneissklippen", welche jeden Winter bei niederem Wasserstande hervortreten.

Der Sand, den das Hochwasser gelegentlich auf den Felsflächen liegen lässt, wird bald vom Winde wieder abgeblasen und so sind nach Prof. Dr. J. Früh am Luisenfelsen neben der unteren Mühle von Klein-Laufenburg jene schönen Sandgebläseschliffe am Gneissfels entstanden, die derselbe dort entdeckt hat.

Denken wir uns den Rheinlauf ungefähr in die Mittelaxe des Rheinthales gelegt, so kommt er südlich der Gneissklippe von Gross-Laufenburg zu liegen, in die dortige Niederterrassenkiesebene, etwa unter den Bahnhof der schweizerischen Bahnlinie. Nach den früheren allgemeinen Erörterungen, in welchen wir hauptsächlich Du Pasquier gefolgt sind, ist es wahrscheinlich, dass dort der alte, von Geschiebe eingedeckte Thalweg liegt, und der Burghügel von Gross-Laufenburg zwischen dem ehemaligen Thal und dem neuen abgelenkten Lauf, der jetzigen Stromschnelle liegt. Die Beobachtung gibt darüber bestimmtere Anhaltspunkte:

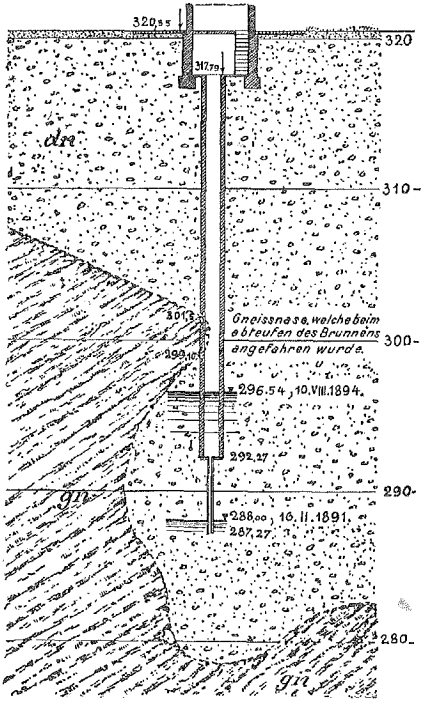
Auf der Niederterrasse zwischen Gross-Laufenburg und Ebneberg bei km 9,460 findet sich im Bahneinschnitt gegen Rheinsulz Gneiss anstehend, jedenfalls gehört dieser Gneiss dem linken Uferrande des toten, verdeckten Stromarmes an.

Im Februar 1898 konnten bei Niederwasser östlich vom „Senn hof“ im Strombette Gneissklippen beobachtet werden, welche stromaufwärts die Sohle des heutigen Rheines bilden. Ihre Lage bestärkt die Ansicht, dass ein toter Stromarm südlich von Gross-Laufenburg

Fig. 5.

Schachtbrunnen der Fabrik Gross-Laufenburg (Tiefe: 33,28 m).

Niederterrasse südlich von Gross-Laufenburg.



Masstab 1 : 500.

vorhanden sein könnte. Oestlich von Klein-Laufenburg steht ebenfalls Gneiss an, welcher der Lage nach dem linken Rheinufer angehört und mit den übrigen Gneissklippen die Ränder eines alten Strombettes darstellt.

Noch bei km 13900 der Bahnlinie erscheint bei Niederwasser Schwarzwaldgneiss mit Schwemmlöss und Niederwasserkies bedeckt und am linken Ufer rheinaufwärts abermals Gneiss bei km 15200 bis 15400.

Auf dem Plateau südlich von Laufenburg liegt westlich des Stationsgebäudes eine Tricotweberei, in welcher im Jahre 1891 ein Schachtbrunnen abgeteuft werden sollte. Allgemein war man der Ansicht, dass ein solches Beginnen resultatlos sein müsse, zumal der Gneiss unweit der Station Gross-Laufenburg an der Terrainoberfläche erscheine. Im Juli 1892 wurde die Arbeit ausgeführt.

Die Abteufungsarbeiten in Niederterrassenschotter erfolgten ohne die geringste Störung bis zu einer Tiefe von 19,05 m unter Terrainoberfläche, wo man mit dem Schacht an eine Gneissecke auf der Nordseite stiess. Anfänglich hielt man den Fels für einen erratischen Block, er erwies sich später aber als „gewachsener Gneiss".

Die „Gneissnase" musste dem rechten Ufer des linken toten Stromarmes angehören. Sie ragte nicht vollständig durch das vorgesehene Brunnenprofil, sie wurde auf eine Tiefe von 2,40 m angefahren und nun ging das Abteufen ohne weitere Störung wieder im Kies vor sich, bis die Tiefe von 28,27 m (287,27 m) mit Wasser erreicht war. Es zeigte sich im darauffolgenden Winter, dass bei Niederwasser die Brunnensohle vollkommen trocken lag.

Sodann wurde am Schachtgrund ein Bohrloch von rund 5,0 m Tiefe erstellt, so dass der Saugkorb der Pumpe ca. 1,20 m unter dem ausserordentlichen Niederwasserstande vom Februar 1891 angebracht ist. Die ganze Tiefe des Brunnens beträgt somit 33,28 m, die vollkommen in Niederterrassenschotter abgeteuft sind, ohne dass weiter noch wieder Gneiss angetroffen worden wäre.

Hier ist also der alte eingedeckte Cannion thatsächlich gefunden. Sein Boden ist mit 33,28 m unter der Niederterrasse noch nicht erreicht. Er ist also tiefer als der gegenwärtig in Thätigkeit begriffene Cannion daneben.

Im Jahre 1895 führten die Bauunternehmer Ludwig & Ritter einen Schachtbrunnen für die Firma Näf & Cie. bei Klein-Laufenburg aus, welcher ausser durch Niederterrassenschotter noch mehrere Meter in Gneiss niedergebracht ist und durch einen Seitenstollen das Sickerwasser des Rheines zugeführt erhält.

Erhebungen an verschiedenen andern, weniger tiefen Brunnen haben ergeben, dass der Rhein mit Ausnahme von Schwaderloch, Laufenburg, Säckingen und Rheinfelden, überall noch in Niederterrassenschotter gebettet dahinzieht. Einige Neubauten in der

Nähe der Klostergärten, sowie südlich der Burg, haben ihre Kellerräume vollkommen im Niederterrassenschotter eingegraben, welche Thatsachen mit den oben angeführten übereinstimmen.

Der Schachtbrunnen von Gross-Laufenburg nahe der Station liegt also im toten Stromarme. Damit ist sicher, dass der Rhein vor Ablagerung des Niederterrassenschotters südlich von Gross-Laufenburg geflossen ist.

Am 10. August 1894 wurden Wasserstandsbeobachtungen im Schachtbrunnen Nr. 3 bei Gross-Laufenburg angestellt, welche ergaben, dass bei ziemlichem Hochwasser im Rhein die beiden Wasserspiegel auf gleicher Profilhöhe eine Differenz von 296,70 bis 296,54 = 0,16 m aufwiesen. Der Wasserspiegel im Schachtbrunnen war also 0,16 m niedriger als der Wasserstand zur selben Zeit auf gleicher Profilhöhe im Rheine. Diese Differenz von 0,16 m lässt vermuten, dass der tote Stromarm sein Sickerwasser oberhalb der jetzigen Stromschnelle erhält und mit dem heutigen Strombette in Verbindung stehen kann. Der Höhenunterschied der beiden Wasserspiegel auf gleicher Profilhöhe von 0,16 m dürfte als Reibungsverlust des Sickerwassers im Niederterrassenschotter aufzufassen sein.

Die von einer sandigen Schwemmlössdecke überzogene Niederterrasse beim Bahnhof Gross-Laufenburg ist niedriger als die Gneissklippe von Gross-Laufenburg. Es ist südlich von dieser Gneissklippe nichts, was den Fluss über dieselbe hinüber nach Norden hätte drängen müssen. Wir werden hierdurch zu der Annahme gezwungen, dass schon vor der Niederterrassenzeit der Gneisshügel von Gross-Laufenburg vom nördlichen Gehänge durch einen Sattel, einen noch älteren Flusslauf, wenigstens bis auf das Niveau der Niederterrasse getrennt sein musste. Vor der letzten Vergletscherung, die den Niederterrassenschotter brachte, scheinen somit schon zwei Furchen im Gneisse bestanden zu haben. Die südliche muss die tiefere, der Hauptweg gewesen sein, nur ein schwächerer Stromarm kann schon damals zeitweise seinen Weg ungefähr über dem jetzigen Strombett nördlich von Gross-Laufenburg genommen haben.

Indessen ist noch eine andere Auffassung denkbar. Ist nicht vielleicht die Terrasse südlich Laufenburg eine Zwischenterrasse durch Erosion ausgeschnitten aus dem früher etwas höheren, bis

zum Burgfelsgipfel reichenden Schotter? In diesem Falle kann auch die Abtrennung der Gneissklippe erst durch die Flussverlegung am Schluss der Niederterrassenaufschüttung begonnen haben und der Fluss während dem Einschneiden tieferer Terrassen erst bald südlich bald nördlich der Gneissklippe geflossen sein. In diesem Falle sollten wohl Reste des höhern oberen Kiesterrassenrandes noch zu finden sein. Wenn aber der Fluss überhaupt in der Periode des Wiedereinschneidens einmal südlich Laufenburg floss, so ist es etwas sonderbar, dass er nicht auf dieser weniger festen Spur geblieben ist. Die Frage ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden.

Von Dogern bis Albbruck scheint der Rhein sein früheres Bett wohl der Richtung nach fast ganz wieder gefunden zu haben, nicht aber der früheren Thaltiefe nach, da seine Sohle aus Niederterrassenschotter besteht. Von Albbruck bis Hauenstein kreuzt er dasselbe zweimal und ist nahe daran, dort sein früheres Bett wieder zu finden. Von

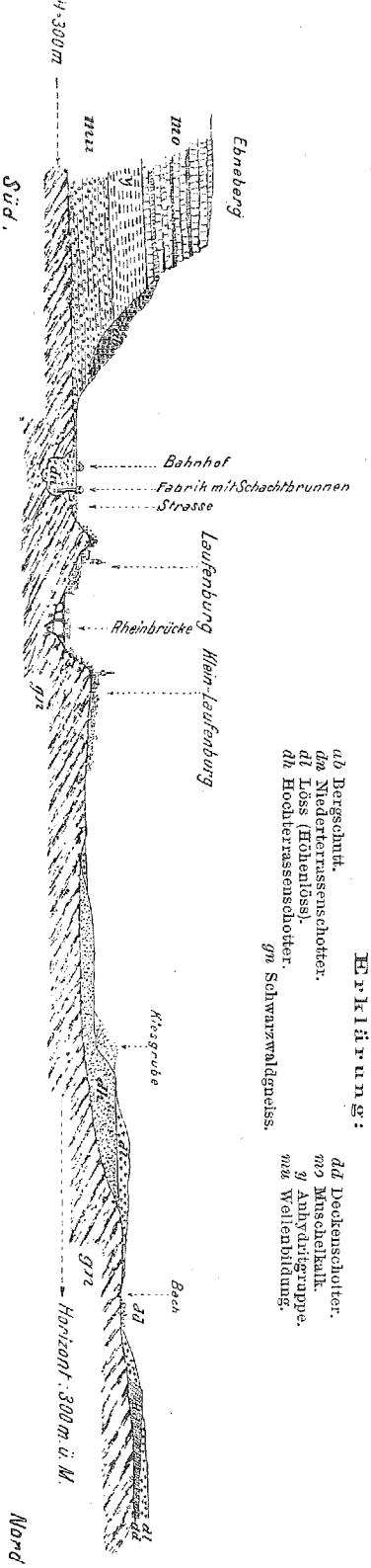


Fig. 6.
Profilskizze durch das Rheinthal vor Laufenburg. Längen: 1 : 20,000; Höhen: 1 : 10,000.

Hauenstein bis Laufenburg kreuzt er noch zweimal dasselbe und findet es unterhalb Laufenburg nur teilweise wieder. Auch von hier aus kreuzt er wiederholt sein früheres Bett, ohne dasselbe bis Basel wiederzufinden. Der Rheinstrom hat somit seine frühere Thaltiefe nur in Schwaderloch, unterhalb Laufenburg, bei Säckingen und Rheinfelden annähernd wieder erreicht.

Die Verhältnisse um Laufenburg liegen wesentlich anders, als in Schwaderloch, Säckingen und Rheinfelden, weil hier eine bedeutende Thalverengung vorhanden und eine ältere Teilung des Flusses wahrscheinlich ist.

Ohne Zweifel bestätigen unsere Untersuchungen die Auffassung von Du Pasquier auch für die Stromschnelle von Laufenburg: Flussverschiebung auf der Niederterrasse vor dem letzten Wiedereinschneiden hat den Fluss verhindert, seine alte Hauptfurche wieder zu finden. Die neue Furche auf anstehendem Fels ist noch nicht fertig ausgetieft, die alte Furche daneben, eingedeckt vom Niederterrassenkies, ist sowohl durch die Funde an der Oberfläche als ganz besonders durch den Brunnenschacht nahe Station Gross-Laufenburg erwiesen.

5. Notizen über einige jetzige Erscheinungen an der Stromschnelle Laufenburg.

(Wassermengen, Kiesgang, Eisgang, Fahrt von Käser.)

Wir haben des bei ganz niedrigen Wasserständen aus der Stromschnelle hervorragenden „Laufensteines", einer Aplitgangklippe, Erwähnung gethan. An der Oberfläche dieses Felskopfes finden sich Jahreszahlen als Dokumente ungewöhnlich tiefer Wasserstände eingemeisselt. Fig. 7 gibt ein Bild davon. Die Zahlen 1541, 1750, 1823 (kleinster bekannter Wasserstand), 1858, 1891 sind ganz deutlich leserlich. Dagegen sind kaum mehr erkennbar, daher nicht mit Sicherheit festzustellen folgende Jahrzahlen: 1692, 1764, 1797, 1848.

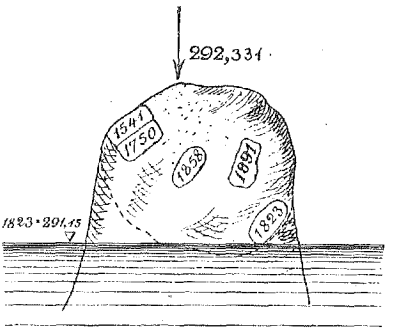
Am 18. Februar 1898 war der Wasserstand bei Laufenburg so niedrig, dass während einiger Stunden des Vormittags der Laufenstein ungefähr 35 Millimeter aus dem Wasser hervorragte. Diese längst ersehnte Gelegenheit benützte ich dazu, um seine Ordinate ü. M. und seine örtliche Lage festzustellen. Letztere Lagebestim-

mung wurde durch Winkelmessung von den Punkten BP, I, I* und II* aus bewerkstelligt.

Diese Wassermengen des Rheines bei Laufenburg, wie sie in der nachfolgenden Tabelle angegeben sind, sind den Beobachtungen am Basler Pegel entnommen und dann für Laufenburg umgerechnet.

Fig. 7.

Skizze des „Laufensteins" mit Niederwassermarken.



Coten der Marken ü. M.:

1541 = 292,25; 1858 = 292,03
1750 = 292,25; 1891 = 291,87
1823 = 291,15; 1898 = 292,30.

Der Nullpunkt des Pegels in Basel (alte Rheinbrücke) ist nach den neuesten Messungen von Herrn Ingenieur J. Epper in Bern vom 14. Januar 1889 bestimmt zu:

$$0 = 247{,}179 \text{ m ü. M.}$$

Die wichtigsten Wassermessungen am Rheine in Basel wurden ausgeführt von:

Ingenieur Legler 6.—9. November 1867;
Ingenieur Grebenau 6.—9. November 1867;
Professor Hagenbach am 13. Juni 1876;
Eidg. hydr. Bureau, Ing. Epper, 31. I. bis 1. II. 1889;
„ „ „ „ „ 16. II. 1891.

Bestimmung der Minimalwassermenge:

Eidg. hydr. Bureau, Ing. Epper, 13. VI. 1896;
Gas- und Wasserwerk der Stadt Basel, 12. III. 1896.

Ausserdem bestehen noch mehrere andere Messungen.

Die wichtigsten Ergebnisse, sowie ihre Umrechnung für die Verhältnisse bei Laufenburg sind in nachfolgender Tabelle übersichtlich zusammengestellt.

Abflussmengen des Rheins in Basel und Laufenburg, in Sekundenkubikmetern:

Pegel alte Rheinbrücke Basel		Bezeichnung des Wasserstandes	Abflussmenge für Basel in $m^{3\,a}$			Abflussmengen f. Laufenbg $m^{3\,a}$		Bemerkungen
			Prof. Hagenbach	Eidg. hyd. Bureau, Ing. Epper	Gas- und Wasserwerk Basel	Umgerechnet von Basel	Berechnet von H. Walter	
—0,15	genau	Auss. Niederw. v. 16. II. 1891		280 m^3	275 m^3	270 m^3	265 m^3	Minim.
+0,01	ca.	Niederwasser			285 m^3	280 m^3	272 m^3	
+0,11	„	Gw. Niederwas.		350 m^3	350 m^3	340 m^3	328 m^3	
+1,21	„	Wintermittelw.			770 m^3	750 m^3	738 m^3	
+1,61	„	Jahresmittelw.			1030 m^3	1000 m^3	980 m^3	
+1,89	„	Sommermitlw.			1290 m^3	1250 m^3	1235 m^3	
+2,92	„	Gw. Hochwas.			2060 m^3	2000 m^3	2015 m^3	
+4,53	„	Hochwasser	3430 m^3		3430 m^3	3330 m^3	3290 m^3	
+6,40	genau	Auss. Hochw. v. 13. VI. 1876	5500 m^3	5355 m^3	5500 m^3	5300 m^3	5210 m^3	Maxim.

Die Profilbreite des Rheinbettes in Laufenburg oberhalb dem „Giessen“ beträgt ca. 160 m. Hinter dem Kloster nur noch 125 m, von hier aus rasch abnehmend, verengt sich das Strombett vor der Rheinbrücke auf 34 m. In der Nähe des „Laufensteins“ misst das Durchflussprofil für Jahresmittelwasser ca. 35 m Breite, nimmt gegen den Oelberg um 5 m ab und ungefähr 140 m stromabwärts, in der sogenannten „Enge“, beträgt die Profilbreite nur noch 12—13 m. Hier ist die grösste Wassertiefe der ganzen Stromschnelle; sie beträgt für ausserordentliches Niederwasser 30,50 m, für gewöhnliches Mittelwasser 32,80 m, für ausserordentliches Hochwasser 39,40 m. Weiter flussabwärts, an der oberen Lachsnase, ist die Breite ca. 25 m, an der unteren Lachsnase gegen 50 m, an der breiten „Waag“ schon 105 m. Von hier aus gegen die untere „Fischwaage“ nimmt das Profil rasch zu, hat dort eine Breite von 110 m. Im „Schäffigen“, gegenüber der Fischerhütte, 210 m, etwas unterhalb bei km 0,00 endlich 275.

In nachfolgender Tabelle sind die Flächen der gemessenen Querprofile, sowie die grösste Geschwindigkeit in denselben für das ausserordentliche Hochwasser vom 13. Juni 1876 angegeben:

Wassergeschwindigkeit in den einzel. Durchflussprofilen bei ausserordentl. Hochwasser vom 13. Juni 1876.

Kilometer	Profilfläche in m²	Wasser-geschwindigkeit Vmax	Bemerkung
0,442	1558	3,34	
0,551	2106	2,47	
0,911	910	5,52	In der Enge
1,422	980	5,31	Unter d. Brücke
1,600	2200	2,37	
2,548	2060	2,57	

Sehr interessant sind die ausserordentlichen Schwankungen der einzelnen Wasserstände im Brückenprofil.

Die eingebauten, mächtigen Brückenpfeiler, besonders der Hauptpfeiler, bewirken einen gewaltigen Rückstau der bei Hochwasser zum Abfluss kommenden Wassermengen.

So finden sich auf der rechten, flussabwärts gelegenen Pfeilerseite Marken angebracht, welche die ausserordentlichen Hochwasserstände vom

18. September 1852 = 308,172
12. Juni 1876 = 308,260

feststellen.

Der niedrigste im vorigen Jahrhundert bekannte Wasserstand vom Jahre 1823 beträgt 291,15 m, sodass sich gegenüber dem ausserordentlichen Hochwasserstande vom 13. Juni 1876 eine Amplitude von

$$308{,}260 - 291{,}15 = 17{,}11 \text{ m ergiebt.}$$

Die Geschiebebewegung im „Laufen“ geht jedenfalls zum grössten Teile an der Sohle des Gerinnes vor sich. Bei Mittelwasser bemerkt man öfters im „Hügen“, dass die gewaltigen „Grundwirbel“ kleinere Geschiebe bis an die Oberfläche empor-

heben. Die Fischer an der sog. „Fischwaag“ im „Hügen“ beobachten oft in ihrem Netze kleinere, meist flache Geschiebe, welche durch das Rückfallen des Wirbels aus dem Netze gespült werden. Bei Hochwasser sind kleine Geschiebe bis Getreidekorngrösse am unteren „Oelberg“, hinter dem „Pfauen“, Fischbehälter an der Mühle Klein-Laufenburg, mehrere Centimeter mächtig angehäuft. Diese Stellen liegen ca. 3—3,5 m über Oberfläche des Jahresmittelwassers, sie bleiben nur kurze Zeit mit diesen kleinen Geschiebekörnern bedeckt, indem der Wind die kleinen Geschiebe bald wieder wegbläst. Ueber die Geschiebemenge, welche jährlich die Stromschnelle Laufenburg passiert, fehlen nähere Anhaltspunkte, jedenfalls ist sie lange nicht mehr so bedeutend, als vor der Thurkorrektion, der Juragewässer-Korrektion und der Korrektion der Aare im Kanton Aargau.

Der Rhein lagert sein Geschiebe im Bodensee ab, nachher erhält er nennenswerte Geschiebemengen nur von der Thur und der Töss. Im ganzen kommt er ziemlich geschiebearm in Waldshut an, trifft dort mit der ebenfalls nicht mehr geschiebereichen Aare zusammen. Aehnliches gilt auch von der Linth und Reuss, welche beide ihre Geschiebe nach dem Austritt aus den Seen ebenfalls nur noch von Nebenflüssen (Sihl, kleine Emme) erhalten.

Die Minimalwassermengen des Rheines bei Laufenburg setzen sich, wie folgende Tabelle zeigt, aus denjenigen der Zuflüsse zusammen.

Berechnete Minimalwassermengen
der Limmat, Reuss, Aare und des Rheins vor und nach Einmündung der Aare.

Gewässer	Gemessene Wassermenge m³ p. Sek.	Tag der Messung	Abgeleitete Minimalwassermeng. m³ p. Sek.	Auf das ausserordtl. Niederwasser v. Febr. 1891 bezogen	Bemerkungen
	m³		m³		
Limmat bei Baden	19,95	22. I. 98	14,46	ca. 18. II. 97	Ing. Epper
Reuss bei Mellingen	29,23	20. I. 98	24,81	„	„ „
Aare bei Döttingen	190,61	7. I. 98	155,74	„	„ „
Rhein b. Flurlingen	227,23	17., 18. III. 93	ca. 90,00	„	„ „
Rhein bei Einmündung d. Aare			ca. 104,00	„	Mit Thur, Glatt Wutach etc.
Rhein b. Laufenburg			ca. 265,00	„	Mit Alb u. Sulzbach etc.

Aus dieser Tabelle ist zu ersehen, dass die Aare bei kleinstem Wasserstande an ihrer Einmündung in den Rhein ungefähr 50 m^3 mehr Wasser führt als der Rhein selbst. Uebrigens ist auch schon nach der Form der Mündung eigentlich die Aare der Hauptfluss, der Rhein mündet in die Aare, nicht die Aare in den Rhein.

Im Februar 1891 trat ausserordentliches Niederwasser ein, welches vom 14.—21. Februar dauerte und den kleinsten Stand am 18. Febr. 1891 erreichte. Die Lufttemperatur betrug während dieser Tage 8—10° R unter Null. Oberhalb der Stromschnelle bis gegen Schwaderloch war der Rhein vollständig zugefroren. Am 21. Februar gegen 3 Uhr nachmittags trat plötzlich Föhn (im Gebirge schon in vorangegangener Nacht) mit starkem Regen ein. Die ganze Eisdecke oberhalb Laufenburg wurde von dem stark anschwellenden Strome gehoben, gebrochen und flussabwärts getrieben. Eistafeln von über 200 m^2 Fläche wurden vor der Brücke zertrümmert und stromabwärts getrieben. Unter furchtbarem Donnern dauerte der Eisgang die ganze Nacht hindurch. Nachtreibendes Eis türmte sich zu meterhohen Haufen auf, welche im „Laufen“ wieder zerschellten.

Oberhalb der „breiten Waag“ bildete sich eine mächtige Treibeissperre, ein „Treibeisgewölbe“ über dem Wasser, über die ganze Schlucht gespannt. Dasselbe war ungefähr 200 m lang. Vor der „Enge“ entstand ein Eishaufe über 3 m mächtig, nach einiger Zeit wurde er aber durch zurückgestautes Wasser in Trümmer gelöst und unter dem bestehenden Eisgewölbe hindurch stromabwärts getrieben.

Am 22. Februar 1891 nahm die Temperatur wieder rasch ab und betrug abends 7 Uhr in Laufenburg —3° R.

Am 23. Februar morgens war das „Treibeisgewölbe“ (siehe Tafel X, Lichtdruck) fest zusammengefroren, sodass man dasselbe eingehend besichtigen konnte. In grosser Zahl wagten sich die Bewohner von Laufenburg auf die Eisbrücke hinaus. Der Wasserstand war unterdessen um ca. 0,47 m zurückgegangen, sodass man von der untern „Lachsnase“ bequem unter das Gewölbe hineinsehen konnte. Die innere Gewölbefläche war glatt abgeschwemmt, anders hingegen sah die obere Gewölbefläche aus. Dieselbe war wie ein frisch gepflügtes Feld und zeigte stark wellenförmige Erhebungen, welche lebhaft an Stauwülste einer Erd-

rutschung erinnern, auch zahlreiche klaffende Spalten bis zu 2 m tief und 0,30—0,60 m breit konnten beobachtet werden. Den beiden Ufern entlang bemerkte man je einen schmalen Spalt, welcher in der Nacht immer wieder zufror und wohl für eine „scheerende Kluft“ (Randkluft) angesehen werden muss, wie sie bei Eisgängen oft entsteht.

Am 25. Februar 1891, zwischen 5 und 6 Uhr abends, infolge zunehmender Temperatur, brach der erste Teil des Gewölbes, etwa 70 m lang, in sich zusammen, während der Nacht folgte der noch stehengebliebene Rest nach. Die stromabwärts treibenden Eistrümmer wurden an den bei Niederwasser hervorragenden Gneissriffen im Schäffigen zerschellt und stückweise thalwärts getrieben, ohne bedeutenden Schaden anzurichten.

Im Volksmunde geht die Sage, dass in der sog. „Totenwaag“ hinter der Rathausterrasse Gross-Laufenburg angeschwemmte Menschenleichen so lange herumgewirbelt werden, bis sie ihre bei Lebzeiten begangenen Fehler und Sünden gebüsst hätten. In der „Totenwaag“ treten nämlich Wirbel auf, welche bei ziemlich gleichbleibendem Wasserstande angeschwemmte Gegenstände, wie Holzstücke etc., mehrere Tage in drehender Bewegung festhalten. Erst rasches Steigen oder Sinken des Wasserspiegels gestatten diesen so festgehaltenen Gegenständen den Austritt in das offene Stromgerinne.

Laut geschichtlichen Ueberlieferungen und Aussagen der ältesten Bürger Gross-Laufenburgs hat noch niemals ein Mensch lebend den „Laufen“ passiert, weder mit einem Kahne, noch schwimmend.

Am Tage der eidgen. Bundesfeier, 1. August 1891, hatte der Flossarbeiter Josef Käser von Sisseln die Aufgabe, einen eben angekommenen Holzfloss im „Giessen“ zu trennen und für das Flössen im „Laufen“ vorzubereiten. Käser entledigte sich seiner Aufgabe in gewohnter Weise, brachte den getrennten Floss in die Bewegungsrichtung nach der Rheinbrücke zu. Etwa 300 m oberhalb der Brücke sollte Käser durch einen Mitarbeiter im bereitstehenden Kahne vom Floss nach dem Lande in Sicherheit gebracht werden. Heftiger Gegenwind verhinderte das Anfahren des Kahnes an den Floss. Der bereits in Bewegung geratene Floss mit Käser darauf trieb langsam der Laufenburger Brücke zu. Käser, ein

kaltblütiger, kräftiger Mann, band zwei auf dem Flosse liegende Ruder durch Seilstricke fest zusammen, umfasste dieselben mit starken Armen und stürzte sich, mit diesem Rettungsmittel ausgerüstet, dem Flosse voraus in den Rheinstrom. Hier umklammerte er sein improvisiertes Fahrzeug mit Armen und Beinen und trieb nun in die Stromschnelle. Einige Mitarbeiter eilten nach dem „Schäffigen", ihre Kameraden, welche dort unten damit beschäftigt waren, die gelösten Flosstücke aufzufangen, von dem vorgefallenen Unglücke zu benachrichtigen und sie zur Rettung Käsers zu veranlassen.

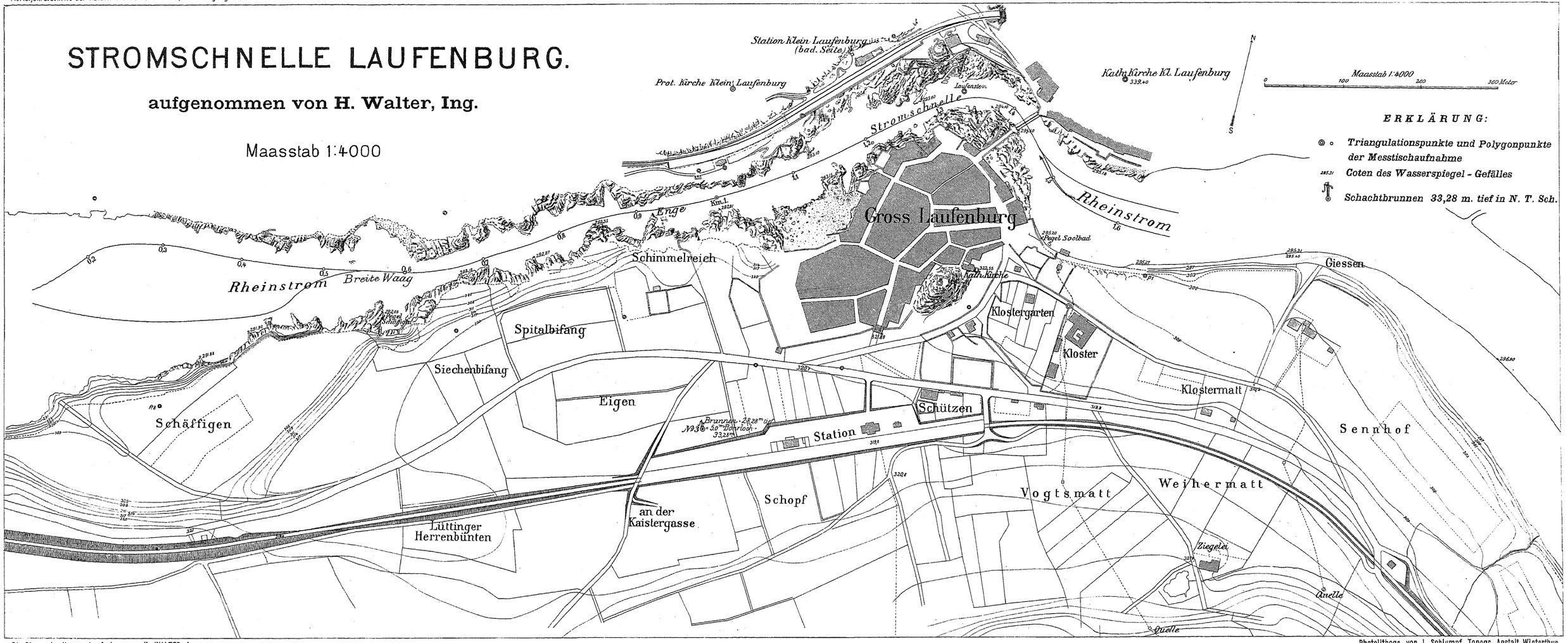
Augenzeugen, welche sich mittlerweile auf der Rheinbrücke angesammelt hatten, beobachteten in angstvoller Spannung das eigenartige Fahrzeug. Der „Laufenstein", sowie die „grosse rote Fluh" waren glücklich passiert, als plötzlich mächtige Grundwirbel die Ruder mit ihrem Helden einige Sekunden hoch über Wasser emporschnellten. Vor dem „Oelberge" tauchte er abermals unter. Kurz hinter der „Enge" hoben sich die Ruder abermals hoch über Wasser, immer noch umschlungen von ihrem tapferen Kapitän, welcher die Augenblicke über Wasser immer dazu benutzte, Luft zu schöpfen. Unterhalb der „breiten Waag" tauchte Käser endlich wieder auf und konnte sich, ohne nur einen Augenblick das Bewusstsein verloren zu haben, auf die Oberseite des Ruderpaares schwingen und sich so stromabwärts treiben lassen.

Die Schreckenskunde war noch nicht nach dem „Schäffigen" gedrungen, als zufällig zwei Mitarbeiter Käsers denselben im Strome treibend erblickten. Käser rief. Die beiden stiessen sofort mit einem Kahne ab. Als sie Käser in ihr Schiff heben wollten, verliessen ihn plötzlich seine Kräfte und lautlos versank er im Wasser. Mit einem Flosshaken konnten sie den Freund noch festhalten und mit grosser Anstrengung in ihr Schiff heben. Am Ufer wurden rasch Wiederbelebungsversuche angestellt, welche Käser bald wieder zum Bewusstsein brachten. Er erzählte später, dass er während der ganzen Tour nicht einen Augenblick das Bewusstsein verloren hatte. Am schlimmsten sei für ihn der Wasserdruck in den Ohren und das furchtbare „Sausen" und „Zischen" unter Wasser gewesen.

Augenzeugen von der Rheinbrücke und der „Schwabenruh" behaupten, dass sie Käser 10 bis 12 mal über Wasser gesehen

hätten. Die Strecke, welche Käser bei Mittelwasser stromabwärts getrieben wurde, beträgt ca. 1550 m. Ferner behaupten Augenzeugen, dass Käser nach ca. 9 Minuten im „Schäffigen“ beobachtet worden sei, es würde dies also einer mittleren Wassergeschwindigkeit von $v = 2{,}87$ m per Sekunde entsprechen.

Die Nachricht von dem Unfall Käsers wurde erst nach ca. 11 Minuten im „Schäffigen“ bekannt, sodass also Käser im Wasser etwa 2 Minuten früher im „Schäffigen“ ankam, als der schnellste Läufer, welcher den Notruf überbringen sollte.



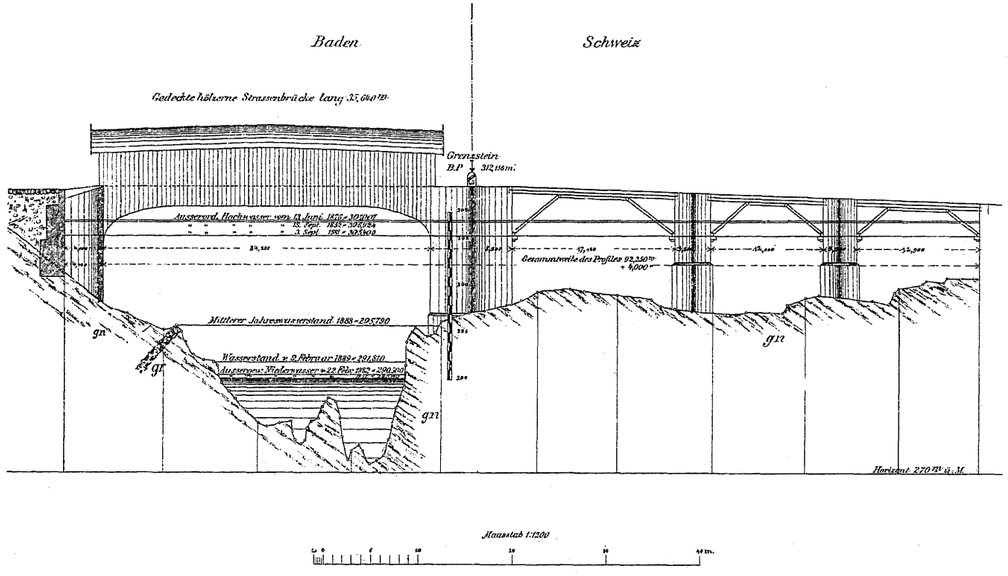
Die Stromschnelle von Laufenburg von H. WALTER, Ing.

Photolithogr. von J. Schlumpf. Topogr. Anstalt Winterthur.

Querprofil des Rheinstromes in der Brückenachse.

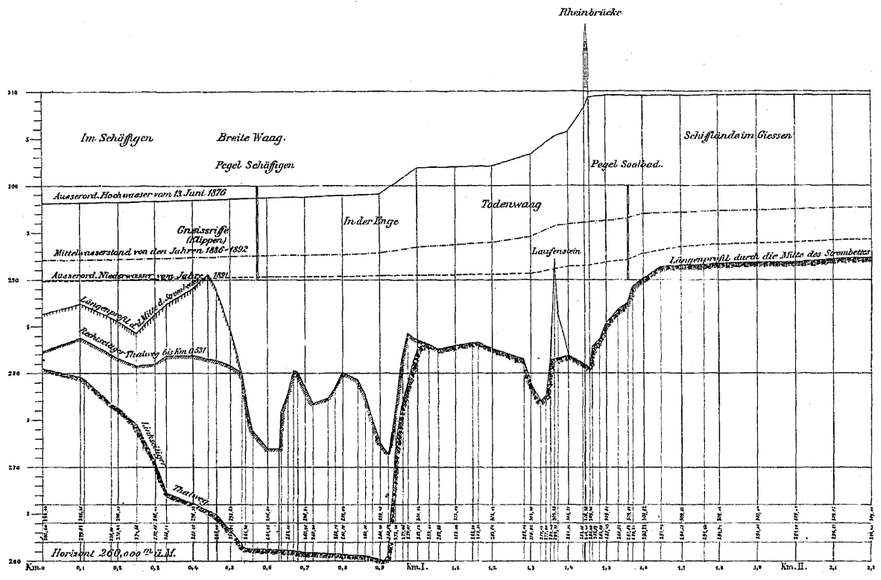
(bei km. 1,43)

Fig 1



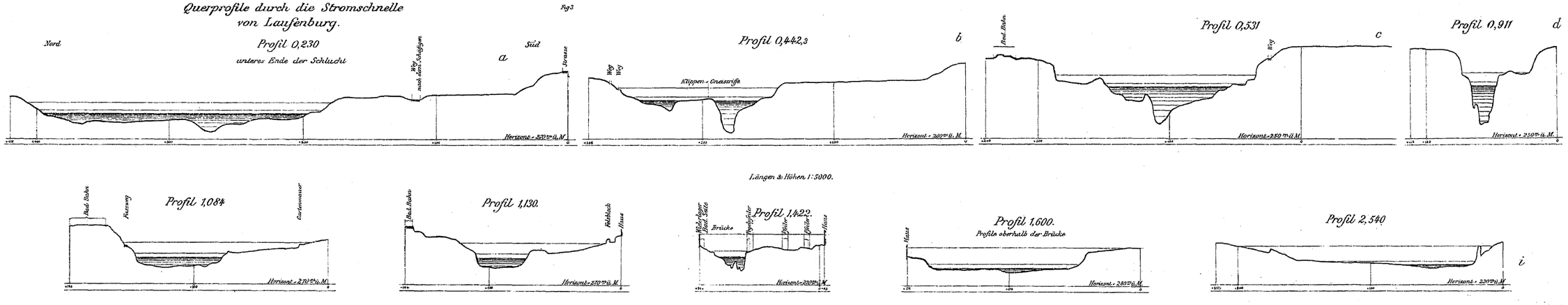
Längenprofil der Stromschnelle Laufenburg a/Rh.

Fig 2

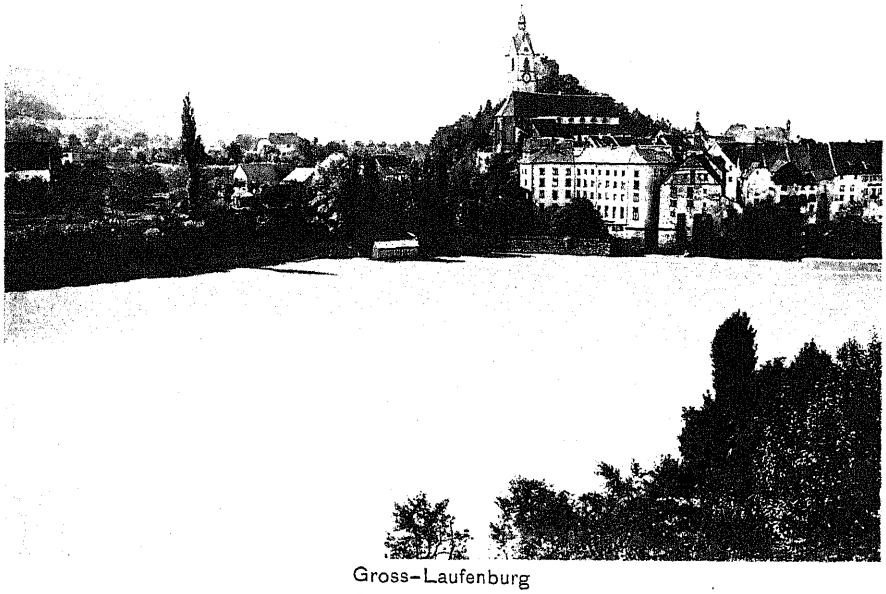


Querprofile durch die Stromschnelle von Laufenburg.

Fig 3



Photolithogr. von J. Schlumpf. Topogr. Anstalt Winterthur.



Gross-Laufenburg
von oberhalb der Stromschnelle
——— Ausserord. Hochwasser vom 13. Juni 1876.

Stromschnelle bei Mittelwasser
August 1892

Lichtdruck von Brunner & Co., Kunstanstalt, Zürich

Laufenstein und grosse „rote Fluh"

Januar 1891

::::::: Granitgänge. — — — — Ausserord. Hochwasser vom 13. VI. 1876.

Treibeisgewölbe in der breiten Waage

23. Februar 1891

Lichtdruck von Brunner & Co., Kunstanstalt Zürich