

DIE ETSCH.

VON

ALBRECHT PENCK.

SEPARATABDRUCK

AUS DER

ZEITSCHRIFT DES DEUTSCHEN UND ÖSTERREICHISCHEN ALPEN-VEREINES.

GRAZ.

VERLAG DES DEUTSCHEN UND ÖSTERREICHISCHEN ALPEN-VEREINES.

1895.

Die Etsch.

Von

Albrecht Penck.

Gewaltigen Wällen gleichend legt sich das Kalkgebirge vor die Centralkette der Ostalpen. Lange müssen Inn, Salzach und Enns an derselben entlang fließen, bis sie einen Ausweg nach Norden finden; vergeblich sucht die Drau einen solchen nach Süden; nur ein einziger den Ostalpen eigenthümlicher Fluss strömt senkrecht zur Längsachse des Gebirges ziemlich geradlinig aus dessen Herzen bis an den Fuß; das ist die Etsch. Wie abweichend sich aber auch die Richtung ihres Laufes im Vergleiche zu den andern großen Flüssen der Ostalpen verhält, so zeigt er doch eine große innere Verwandtschaft mit denselben; das senkrecht zum Alpenkamme gerichtete Thal, in welchem die Etsch auch den Gebirgsfuß erreicht, ist gleich den Thälern von Inn, Salzach, Enns und Drau ein echtes Längsthal, welches dem Streichen der Schichten folgt. Es bringt eine auffällige Eigenthümlichkeit im inneren Aufbau der Ostalpen morphologisch zum Ausdrucke.

Die südlichen Kalkalpen haben im Winkel zwischen Drau, Etsch und der Poebene einen ziemlich einfachen Gebirgsbau. Dort, wo in den Südtiroler Dolomiten die Hochgebirgsnatur ihre schönsten Reize entfaltet, wo sich jähe Felsmauern und kühne Thürme zwischen breiten Thälern erheben, lagern die Schichten auf große Entfernungen hin nahezu horizontal, und deutlicher als sonst wird hier, dass die Berge aus größeren Massen herausgeschnitten sind. Aber an den Grenzen dieser riesigen, thaldurchfurchten Schichtplatte zeigt sich eine äußerst verwickelte Structur. Hier ist das große Tafelland der Dolomite gleichsam mit den übrigen Alpen verschweißt. Ineinanderknetet und tief verkeilt sind die Schichten der karnischen Alpen südlich der Drau; in großartige Falten gelegt sind die Gesteine längs der Etsch, und diese Falten verlaufen unbekümmert um die Richtung der Alpen, lediglich als Begrenzung der großen Schichtplatte der Dolomite gegenüber den westlich gelegenen centralalpinen Erhebungen der Adamellogruppe. An sie knüpfte sich eine Meeresbucht, welche sich als Gegenstück zu der des Innthales während der älteren Tertiärperiode vom Südfuße der Alpen bis Bozen erstreckte; auch später, während der jüngeren Tertiärperiode folgte ihnen ein Arm des Meeres bis oberhalb Riva, und nun ist es die Etsch, deren Richtung sie bestimmen.

Bezeichnend nannte daher August Böhm v. Böhmersheim die Gebirgsketten, welche parallel mit der Etsch nahezu nordsüdlich verlaufen, Etschbuchtgebirge. Die Geologen aber bezeichnen die großen ebenso gerichteten Störungs-

linien im Gebirgsbaue als Judicarienbrüche, nach dem Thalzuge Judicarien, welches dem größten derselben folgt. Man könnte dementsprechend auch von einem Judicariengebirge reden.

Steht nun auch das Etschthal in innigster Abhängigkeit vom Gebirgsbaue, so ist es selbst doch ebensowenig ein Werk der Zerreißungen und Verschiebungen der Erdkruste, wie irgend ein anderes Alpenthal. Es ist ein echter Einschnitt des Wassers, der sich keineswegs slavisch an die Schichtstörungen des Etschbuchtgebirges knüpft, sondern in mancherlei Windungen dieselben durchmisst. Trägt im großen und ganzen das Etschbuchtgebirge den Charakter einer Schichtmulde, in welcher sich die Ablagerungen der alttertiären Meeresbucht befinden, so läuft die Etsch fast durchwegs östlich vom Muldentiefsten nahezu am Ostsaume des eigentlichen Etschbuchtgebirges tief eingefurcht unter die alttertiären Gebilde. Es verbietet sich daher die Annahme, als ob die Etsch der alten Meeresbucht folgte, als ob der Fluss hier das Meer abgelöst habe; Meeresbucht und Flussthal sind unabhängig voneinander, beide aber sind in ihrer Richtung bedingt durch die Faltungen des Gebirges. Diese wiesen den Gewässern der Centralalpen den Weg nach Süden; der Fluss hat denselben gleichsam ausgetreten und in ein Thal verwandelt.

Der bequeme Weg nach Süden hat die Gewässer der Centralalpen an sich gelockt. Von Reschen-Scheideck bis zur Birlucke, also von einer Strecke, die 131 *km* Luftlinie misst, eilen sie ihm zu. Die gesammte Südabdachung der Ötzthaler und Zillertaler Alpen wird nach dem oberen Ende des Etschbuchtgebirges entwässert. Zwei beträchtliche Flüsse streben nach der Gegend von Bozen. Von Westen her kommt die Etsch sammt Passer, von Osten der kräftigere Eisack sammt Rienz und Talfer. Erstere beherrscht eine Fläche von 2726 *km*², der Eisack eine solche von 4141 *km*². Nicht weniger als 6867 *km*² des innersten Alpengebietes gehören also zum Etschgebiete.

Etsch und Eisack sind zwei in mancher Beziehung ähnliche Kinder der Centralalpen. Beide kommen von den tiefsten Pässen des Gebirges. Als Etschursprung gilt die Quelle eines Baches, welcher in 1571 *m* Höhe nördlich des Dörfchens Reschen unweit vom Scheideck entspringt und nach kurzem Laufe sich in den Reschensee ergießt (1475 *m*). Oft auch wird dieser als Quellsee der Etsch bezeichnet. Die Hauptwassermasse aber bringt der längere Karlinbach aus dem gletscherreichen Langtauferer Thale; aber die Etsch drückt ihm ihre südliche Richtung auf, und weil er ihr Gefolge leistet, gilt er als ihr Nebenfluss. Mit ziemlich geringem Gefälle (11 *m* auf 1 *km*) durchmisst die Etsch ihr seenreiches Quellgebiet bis zum Abfluss aus dem Haidersee (1445 *m*); dann aber stürzt sie rasch, nahezu 60 *m* auf 1 *km* fallend, über die Schuttflächen der Malser-Haide nach der Mündung des Rrammbaches bei Glurns (etwa 915 *m*) herab. Bis dahin hat ihr Lauf eine Länge von 20,3 *km* — wenig mehr als die des Karlinger Baches. Der Fluss durchfällt also auf 1 *km* durchschnittlich 32 *m*. Bei Glurns tritt die Etsch in das breite, tief eingeschnittene Thal des Vintschgau, das sie ostwärts führt. Ihre kurzen, aber ungestümen Zuflüsse drängen sie hier im Thalboden hin und her, mühsam schlängelt sie sich zwischen deren riesigen Schuttkegeln hindurch, bis sie bei Meran die Passer erreicht. Sie ist hier schon auf 293 *m* Höhe herabgekommen, hat also vom Rrammbache bei Glurns auf

ihrem 49,5 *km* langen Laufe auf den Kilometer 13 *m* durchfallen. Das ist ein Gefälle, welches die Locomotive leicht überwinden kann. Dennoch stößt die Anlage einer Bahn im Vintschgau auf nicht geringe Schwierigkeiten; denn ist das Gefälle der Etsch oberhalb der Schuttkegel der Nebenflüsse ein weit geringeres, als für das Mittel gilt, so steigert sich dasselbe beim Passieren des Schuttkegels sehr beträchtlich und ist zu Seiten des Schuttkegels des Zielbaches oberhalb Meran ein so steiles, dass es hier kostspieliger Anlagen bedürfen wird, um einen Schienenstrang längs des Flusses zu führen. Diese Partie ist aber die letzte steileren Gefälles an der Etsch; bei Meran gelangt sie an den äußersten Ausläufer des Etschbuchtgebirges, biegt nach Süden hin um und betritt ein breites Thal, welches durchaus schon den Charakter der unterhalb Bozen befindlichen Furche trägt. Für die Etsch an sich ist Meran die Stelle, an welcher das steilere Gefäll des Oberlaufes dem sanfteren des Mittellaufes weicht, denn bis Bozen fällt sie auf 28 *km* nur um 57 *m*, also 2 *m* auf 1 *km*. Für die ganze Lauflänge bis dahin ergaben sich 98 *km* mit einem mittleren Gefälle von je 14 *m*. Für das gesammte Flussgebiet aber ist Bozen der wichtigste Abschnitt, denn hier trifft sich die Etsch mit dem wasserreichen Eisack.

Der Eisack ist ein Abkömmling des Brenners. Sein Ursprung liegt auf den Höhen westlich der Passhöhe; unweit des Steinjoches in etwa 2000 *m* Höhe, in raschem Falle stürzt er sich auf die Passhöhe (1362 *m*) herab, 274 *m* auf 1 *km* durchmessend, eilt dann hinunter nach Gossensass, wo sich ihm der wasserreichere und längere Gletscherbach des Pferschthales zugesellt. Wie die Etsch dem Gletscherbach des Langtauferer-Thales ihre Richtung aufdrückt, so thut es der kleine Eisack mit dem kräftigeren, vom Feuersteingletscher herabkommenden Pferschbache. Er reißt ihn mit sich südwärts in das Sterzinger Becken. In etwa 930 *m* Höhe werden hier dem nur 15,3 *km* langen Flusse zwei bedeutendere tributär, der aus dem Ridnaun kommende Mareither Bach und der Pfitscher Bach des gleichnamigen Thales. Ersterer wird durch seine südöstliche Richtung maßgebend. In ihr schlängelt sich der Eisack erst ziemlich träge durch das von Moränen aufgestaute Sterzinger Moos, dann eilt er rascher durch die Enge der Sachsenklemme nach dem Brixener Becken. Dies ist der westliche Endpunkt der großen Flucht des Pusterthales und Drauthales, aus welcher dem Etschgebiete in der Rienz die Gewässer vom Kamme des Zillerthales und aus den Tauern tributär werden. Der nur 45 *km* lange Eisack, ein Abfluss von nur 435 *km*², nimmt hier den Abfluss von 2077 *km*² auf, welcher 80 *km* durchlaufen hat. Gleichwohl verliert die viermal wasserreichere Ader ihren Namen; denn sie folgt dem Eisack, der schon vor ihrer Mündung den Weg nach Süden zum Etschbuchtgebirge eingeschlagen hat. Er erreicht es durch die Enge des Kuntersweges bei Bozen.

Bis hierhin hat der Eisack einen kleineren Weg zurückzulegen als die Etsch. Seine Lauflänge misst nur 85 *km*. Würde man aber der Rienz aufwärts bis zu deren Quellen folgen, so erhielte man eine Wasserader von 120 *km*, und bis zu den Ahrnbachquellen sind es sogar 128 *km*. Das mittlere Gefälle des Eisack beträgt vermöge der hohen Lage seines Ursprungs 21 *m* auf jeden Kilometer. Sieht man aber von der kurzen Strecke oberhalb des Brenners ab, so beläuft es sich auf 14 *m* auf 1 *km*, also auf genau soviel wie bei der Etsch. Wechselt es bei

dieser namentlich infolge der im Thal gebauten Schuttkegel, so ist es beim Eisack wesentlich von den Becken und Engen beeinflusst. In ersteren ist es geringer, in letzteren steiler; im großen und ganzen aber nimmt es von der Quelle bis zur Mündung ab. Vom Brenner bis nach Sterzing beträgt es 33 *m*, danach bis zur Rienz mindestens 12 *m*, unterhalb letzterer 8 *m* auf je 1000 *m*. Mit diesem Gefälle ergießt sich der Eisack in die viel langsamer herabkommende Etsch. Es kann daher kein Wunder nehmen, wenn er in deren Thal einen mächtigen Schuttkegel aufgehäuft hat. Oberhalb desselben ist die Etsch dermaßen rückgestaut, dass sie vom Vilpianer Bache an nur 1 *m* auf je 1 *km* fällt. Die Eisackmündung bezeichnet einen auffälligen Gefällsbruch der Etsch.

Obwohl wahrscheinlich fast doppelt so wasserreich als die Etsch, gilt doch der Eisack als deren Nebenfluss. In der That erscheint er bei seiner Mündung als solcher. Er naht der Etsch von der Seite her, ohne sie aus ihrer Richtung zu drängen. Wieder ist es die Art des Ineinanderfließens, welche hier, wie schon mehrfach im Etschgebiete, die Rangordnung der Flüsse bei der Namengebung bestimmt hat. Der Wasserreichthum ist dabei ganz außer Frage geblieben, ebenso wie die allgemeine Laufrichtung; denn die Quelle des Eisack liegt genau in der Richtung des großen, breiten Längsthales unterhalb Bozen. Er erscheint sohin als eigentliche Stammader, der sich Rienz und Etsch als nahezu gleich starke Rinnen von den östlich und westlich gelegenen Südabfällen der Centralalpen nahen. Ihre Gebiete liegen wie Flügel neben dem der Medianachse des Eisack. In Bezug auf diese beträgt die mittlere Breite des oberen Etschgebietes 81 *km*, auf die randlich fließende Etsch berechnet ist sie immer noch 70 *km*, und selbst auf die längste Wasserader des gesammten oberen Etschgebietes bis zu den Quellen des Ahrnbaches hin berechnet, beläuft sie sich noch auf 54 *km*.

Die Thalstrecke Meran-Bozen liegt ziemlich genau in der Mitte der Alpen, gleichweit vom Nord- und Südfuße entfernt. Dabei überschreitet sie nicht 300 *m* Höhe. Es gibt kein zweites Alpenthal, welches gleich central und gleich tief gelegen wäre. Nirgends sonst entfaltet sich im Herzen des Gebirges jenes milde, südliche Klima, das Bozen und Meran auszeichnet, nirgends wieder solche Pracht der Vegetation am Fuße von Bergen, die das Reich des ewigen Schnees streifen, nirgends aber steht einem Alpenflusse eine gleich geringe Fallhöhe bis zum Fuße des Gebirges zu Gebote wie der Etsch unterhalb Bozen. Auf der 130 *km* langen Strecke von der Eisackmündung bis an den Alpenrand, wo ihr der Wildbach Tasso tributär wird, sinkt sie nur um 148 *m*, also um 1·14 *m* auf 1 *km*. Das ist das Gefälle eines Mittelgebirgsflusses, bei welchem die Thalbildung stockt. In der That ist die Etsch heute nicht mehr im Stande, ihr Bett zu vertiefen, sie hat alle Noth, es zwischen den mächtigen Schuttkegeln aufrecht zu erhalten, welche ihre Zuflüsse in ihr Thal hineinbauten. Dieselben drängen sie bald an das eine, bald an das andere Ufer, und zwingen sie, große Biegungen zu beschreiben, die man als gezwungene Mäander bezeichnen kann. Die Schuttkegel stauen die oberhalb befindliche Flusstrecke auf und veranlassen die Etsch zu reißender Strömung an ihren Seiten. Am wirkungsvollsten sind in dieser Beziehung die Schuttkegel von Noce und Avisio. Oberhalb von ihnen ist die Thalsole in ihrer ganzen Breite versumpft, und wird von jenen »Paludi« eingenommen, welche Deutsche und Italiener scheiden. Selbst kleinere Flüsse, wie der Fersen-

bach bei Trient und der Leno bei Rofreit, vermögen die Etsch bis an die felsigen Thalgehänge anzupressen. Die mächtigste Gefällsknickung aber wird durch den bereits von Dante besungenen Bergsturz der Lavini di Marco bewirkt, welcher, wie es scheint, zu historischen Zeiten infolge eines großen Bergschliffes unweit Mori entstand. Oberhalb des weiten, heute noch wüsten Trümmerfeldes bis zur Gmunder Brücke, unweit Neumarkt, ist das Etschgefälle nur 0.86 m auf 1 km , abwärts dagegen bis zum Alpenfuße ziemlich gleichmäßig fast doppelt so groß, nämlich 1.5 m auf dieselbe Längeneinheit. Denkt man sich die Lavini entfernt, so wird das Etschthal bis zur Eisackmündung vertieft werden; die Paludi werden verschwinden, und mit ihnen die Überschwemmungsgefahr der Gegend unterhalb Bozen.

Das ganze große, breite Thal im Etschbuchtgebirge macht den Eindruck einer verschütteten Furche; ganz dasselbe gilt von dem oberen Thale bis nahe an den Etschursprung. Allenthalben schieben sich mächtige Schuttkegel in die Thalsole, welche dazwischen mehr oder weniger versumpft ist. Nur dort, wo sie durch die Nebenflüsse an die Thalgehänge getrieben wird, legt die Etsch unterhalb ihrer Quellseen festes Gestein bloß. Erst bei ihrem Austritte aus den Alpen durchmisst sie eine Enge, die bekannte Veroneser Klause. Aber auch hier ist es keine Bergkette, welche der Fluss zu durchbrechen hat, sondern ist es nur eine Verschüttung seines eigentlichen Thales, die ihm den Weg durch die Felsen zu nehmen zwingt. Gerade am Fuße der Alpen, bei Rivoli, hat der eiszeitliche Etschgletscher seine Moränen in Form eines halbkreisförmigen Dammes geschüttet. Als der Gletscher schwand, stauten sich die Wasser oberhalb des Dammes zu einem großen See, dessen Abfluss den Weg über ein Stück ^{oben} rechten Etschthalgehänges einschlug. Er hat sich darauf in den Fels eingeschnitten und ein neues jugendliches Thal neben dem verschütteten eingefurcht; das ist die Veroneser Klause; der alte Etschlauf liegt weiter westwärts unter den Moränen. So ist denn die Etsch von ihren Quellseen bis zum Austritt aus den Alpen heute kein Thalbildner mehr. Gründlich müssen sich ihre Gefällsverhältnisse geändert haben, seitdem sie ihr breites Thal einschnitt. Theilweise mag die seit der Eiszeit erfolgte Aufschüttung der Po-Ebene das Gefälle gemindert haben; vielleicht hat sich aber auch das gesammte Thalgebiet der Etsch in den Alpen gesenkt, sodass sich die Fallhöhe und damit die Kraft des Flusses minderte.

Auf ihrem Laufe durch das Etschbuchtgebirge erhält die Etsch nur zwei bedeutendere Zuflüsse, nämlich erst rechts im Noce die Wasser von 1396 km^2 und bald darauf links im Avisio die von 956 km^2 . Beide Flüsse wiederholen im großen und ganzen die Richtung von Etsch und Eisack vor ihrer Vereinigung. Auch ihre Gefällsentwicklung ist eine verwandte. Weiter abwärts wird das Etschgebiet eingeengt. Die westlichen Thäler des Etschbuchtgebirges gewinnen in der Sarca einen selbständigen Ausfluss nach der Po-Ebene, die östlichen Gebirgtheile werden durch die Brenta und den Astico-Bachiglione direct zum Meere entwässert. Diese Nachbarflüsse schnüren bei Trient das Etschgebiet bis auf 13 km Breite ein. Dann verbreitet es sich zwar wieder in den Lessinischen Alpen bis auf über 50 km , aber die Abflüsse erreichen die Etsch erst außerhalb der Alpen; beim Verlassen des Gebirges erhält sie nur die Wasser von ihren Thalgehängen. Das Gebiet ihres Laufes durch das Etschbucht-

gebirge, den man als Mittellauf bezeichnen könnte, ist eine südwärts zugespitzte Fläche von nur 3925 km^2 (davon 112 in Italien) und einer mittleren Breite von bloß 30 km .

Der Austritt aus den Alpen bezeichnet einen wichtigen Wendepunkt des Laufes der Etsch. Nicht mehr gebannt in eine vom Gebirgsbau vorgezeichnete, wenn auch von ihr ausgehagte Furche, vermag sie sich in der Ebene die Richtung selbst zu wählen, allerdings im Kampfe mit den Nachbarflüssen. Scheinbar dazu bestimmt, dem Po zuzufießen, biegt sie in dessen Nähe um und strömt nun parallel mit ihm dem Meere zu, ohne ihn zu erreichen. Sie bringt also die charakteristische, ruthenförmige Anordnung der Flüsse zum Ausdruck, welche in der Po-Ebene ebenso wie in manch anderer Stromebene herrscht. Diese Entwicklung ist ursächlich dadurch bedingt, dass die Hauptwasserader durch ihren Geschieberichthum die Mündungen der Nebenflüsse versperrt und damit verschiebt. Ihr Lauf zerfällt hier wie der aller Gerinne, welche die Po-Niederung durchmessen, in zwei scharf gesonderte Theile. Dort, wo sie die Ebene betritt, ist sie in dieselbe eingeschnitten und eilt zwischen Steilufern rasch dahin. Als Stromaufschüttung ist das angrenzende Land für Wasser durchlässig, und begleitet die Etsch als trockene Platte. Allmählich senkt sich letztere zum Flusspiegel herab. Wo sie denselben erreicht, treten die in ihr eingesickerten Wasser in Gestalt zahlreicher Quellen, Fontanili genannt, zutage. Das bis dahin trockene Land wird mit einem Male feucht, es wird durchsetzt von zahlreichen, meist künstlich festgelegten Gerinnen. Dabei ist es im natürlichen Zustande dem Hochwasser der Etsch in ausgedehntestem Maaße preisgegeben. Dem ist nunmehr durch eine vielhundertjährige Cultur vorgebeugt. Sobald die Etsch in das Niveau der Ebene eintritt, wird sie eingedämmt und in künstlichem Bette zum Meere geleitet. Ihre Zuflüsse sind ebenso reguliert; vielfach wird sie zur Bewässerung der anrainenden Reisfelder angezapft.

Unterhalb Verona beginnt die Umwandlung der Etsch in ein solch künstliches Gerinne; bei Albaredo ist sie vollzogen. Bis dorthin hat der Fluss nahezu das Gefälle wie im Etschbuchtgebirge, nämlich $0,94 \text{ m}$ auf 1 km ; anfänglich sogar ein wesentlich steileres. Unterwegs sammelt er noch die bereits zahm gewordenen, meist zwischen hohen Dämmen fließenden Wildbäche der Lessinischen Alpen. Unterhalb Albaredo befindet er sich größtentheils höher als das benachbarte Land; auf seinem Laufe von 114 km durchfällt er nur $21,8 \text{ m}$, also nur 2 dm auf 1 km . Als einziger Zufluss von Belang erhält er den noch in den Alpen wurzelnden Torrente Frassine. Von diesem abgesehen ist sein Gebiet schmal, undeutlich von dem des Bachiglione und jenem des Po geschieden. Wenige Kilometer von beiden entfernt, erreicht die Etsch das Meer. Im ganzen misst ihr Ebenenlauf vom Alpenfusse bis zur Adria 176 km , das ergibt eine mittlere Fallhöhe von nur $0,5 \text{ m}$ auf jeden Kilometer. Das Gebiet dieser Strecke misst bloß 3812 km^2 , hat also nur eine mittlere Breite von 21 km .

Es sind drei wesentlich verschiedene Theile, welche das Etschgebiet zusammensetzen. Bis Bozen sind es namentlich die gletschertragenden Centralalpen, welche den Fluss durch kräftige, rasch fallende Wasseradern speisen, deren Verlauf nur in einigen Fällen mit dem Gebirgsbaue in offenkundiger Beziehung steht. Im Etschbuchtgebirge ist das Thal des Flusses ein tektonisches, das um-

gebende Land weniger hoch, und nur in bescheidenem Maaße vergletschert. Das Zuflussgebiet verengt sich mehr und mehr, das Stromgefälle ist ein recht geringes. Minimal wird letzteres in der Ebene, welche der Fluss, künstlich gebändigt, durchmisst, wenig gespeist von den Alpen her, Wasser abgebend an das angrenzende Land. Man könnte die drei unterschiedenen Abschnitte des Etschgebietes als die des Ober-, Mittel- und Unterlaufes bezeichnen. Allein die bezeichnenden Gefällsknickungen des Flusses fallen nicht genau mit den Grenzen jener Abschnitte zusammen. Das für den Oberlauf eines Flusses bezeichnende steile Gefälle reicht, wie schon erwähnt, nur bis in die Gegend von Meran. Hier zeigt er neben dem Schuttkegel des Zielbaches zum letzten Male Wildwasserentwicklung, indem er schäumend über Steine hinwegspringt. Das mittlere Gefälle des Mittellaufes von über 1 m auf 1 km reicht bis aus den Alpen heraus; noch unterhalb Verona ist der Strom so reißend, dass die Bergschiffahrt schwer möglich ist; Albaredo bezeichnet den Beginn des typischen Unterlaufes. Es decken sich also die hydrologischen Abschnitte des Stromes nicht genau mit den morphologischen Theilen seines Gebietes.

Letzteres stellt zwei Dreiecke dar. Das eine liegt ganz in den Alpen, seine Basis fällt mit deren Centalkamm zwischen Reschen-Scheideck und Birlucke zusammen; seine Spitze liegt am Alpenfuße. Das ist das inneralpine Etschgebiet, rings umwallt von hohen Gebirgskämmen, welche nur im Val Sugana zur Brenta hin, sowie an drei Stellen zur Sarca Unterbrechungen aufweisen. Es birgt den größeren Theil des Etschlaufes, nämlich 228 km und umfasst 74% des Etschgebietes. Das zweite Dreieck steht auf dem Kamme der Lessinischen Alpen und hat seine Spitze an der Mündung des Flusses. Es umschließt nur wenig mehr als ein Viertel von dessen Gebiet, aber beinahe die Hälfte von dessen Laufe. Es liegt zu einem Drittel in den Alpen, jedoch lediglich an der Außenabdachung derselben, welche den regenbringenden Südwinden unmittelbar ausgesetzt ist. Die beiden anderen Drittel sind ebenes Stromland, ein Werk der Etsch, welche gleich dem Po und den venetianischen Flüssen ihre Mündung weiter und weiter in die Adria hinausbaute. Jetzt liegt dieselbe in der Luftlinie 235 km vom Ursprung; der Fluss durchmisst diese Strecke in 404 km . Seine Stromentwicklung ist daher 1.72 ; d. h. seine wirkliche Länge ist 1.72 mal so groß als sie im Minimum sein könnte. Das mittlere Gefälle ist 3.9 m auf 1 km ; von Meran an wird ein solches am Flusse nicht mehr angetroffen. Das gesammte Etschgebiet misst 14.604 km^2 ; dem entspricht eine mittlere Breite von 36 km , welche also beträchtlicher ist, als die des Abschnittes im Etschbuchtgebirge und jenes in der Ebene.

Zwar nur mit 56% ihres Laufes in die Alpen fallend, aber mit fünf Sechsteln ihres Gebietes in demselben gelegen, ist die Etsch durchaus ein echter Alpenfluss. Dies spiegelt sich in ihrem Wasserstande und Temperaturverhältnissen. Ihr Hochwasser wird namentlich durch die Zeit der Schneeschmelze bedingt. Letztere erfolgt umso später, je höher das Flussgebiet liegt; am spätesten, nämlich vorwiegend im Juli und August, in den Gletschergebieten. Nun liegen nach Eduard Richters Messungen im Etschgebiete nicht weniger als 185 Gletscher mit einer Fläche von 277.5 km^2 ; davon gehören nicht weniger als 155 mit 223.6 km^2 dem oberen Abschnitte des Gebietes an. Daher ist wohl zu erwarten, dass die Quellflüsse dieses Flussbezirkes ihren höchsten Wasserstand im Juli haben werden.

Im Etschbuchtgebirge bis tief hinein in die Po-Ebene ist jedoch der Juni der Monat des größten Hochstandes. Aber noch unterhalb Bozen übertrifft derselbe den des Juli nur sehr unbedeutend, ja in ganzen Folgen von Jahren ist der Juli durch den höchsten Wasserstand ausgezeichnet, so im Jahrzehnte 1881/91. Bei Trient aber ist das Juni-Maximum bereits ausgesprochen, und der Wasserstand des Mai kommt jenem des Juli nahe. Bei Verona endlich steht die Etsch im Mai wesentlich höher als im Juli, und der Hochstand ist ebenso bezeichnend für die Monate Mai-Juni, wie bei Bozen für die Monate Juni-Juli. Es verfrüht sich also flussabwärts im Etschbuchtgebirge das Maximum des Wasserstandes der Etsch um einen Monat. Man hat im oberen Etschbuchtgebirge das rascheste Ansteigen des Flusses vom Mai zum Juni; am Südfuße der Alpen von März zum Mai. Das Fallen geschieht auf der ganzen Strecke nicht gleichmäßig, sondern zunächst rasch, dann langsamer, und schließlich wieder rascher. Die Verlangsamung des Fallens erfolgt im Etschbuchtgebirge zwischen August und September, bei Verona zwischen September und October; im letzteren Monat steht die Etsch hier nur ganz unwesentlich tiefer als im September. So zeigen sich beim Verlassen der Alpen in dem Wasserstande der Etsch Anzeichen eines untergeordneten October-Hochstandes, so wie er für den Po bezeichnend ist. Dieser Fluss hat nahe seiner Mündung im Mai und October seine größte regelmäßige Anschwellung, sinkt im August aber unter den mittleren Jahresstand herab. Ähnlich dürfte sich auch die Wasserstandscurve der Etsch in der Ebene gestalten; die drei Abschnitte ihres Laufes wären sohin auch in ihren Wasserstands-Verhältnissen ausgeprägt. Für den Hochgebirgs- und Ebenenlauf bleibt dies allerdings noch zu erweisen, einschlägige Beobachtungen sind noch nicht veröffentlicht; aber die Veränderungen, welche das Steigen und Sinken des Stromes im Etschbuchtgebirge erfahren, weisen bestimmt darauf hin, dass seine oberen Zuflüsse ein Juli-Hochwasser haben; während sich in der Ebene zwei Schwellperioden einstellen dürften.

Mit einem Juni-Hochstand schließt sich der Fluss des Etschbuchtgebirges zahlreichen anderen großen Alpenflüssen an. Der schneelig-eisige Ursprung seiner Wasser wird am deutlichsten aus den Temperatur-Verhältnissen ersichtlich. In einer Untersuchung über die Temperatur fließender Gewässer Mitteleuropas zeigte A. E. Forster, dass die Etsch bei Trient durch die drei Sommermonate hindurch durchschnittlich nur 7.2° kälter ist, als die Luft des Etschthales, während sie im Winter um 1.7° wärmer ist. Im Jahresmittel bleibt die Wasserwärme gegenüber der Luftwärme um 2.3° zurück. Nur 9.7° warm durchmisst der Fluss das Lagarinalthal, an dessen Gehängen der Ölbaum gedeiht, feuriger Wein reift und der Maulbeerbaum grünt. Während der Juli hier eine mittlere Temperatur von 23° aufweist, ist die Etsch gleichzeitig höchstens 15° warm, also für den Badenden eisigkalt.

Die Wintermonate sind, wenigstens im Etschbuchtgebirge, die Zeit niedrigsten Wasserstandes, zugleich sind dessen Schwankungen dann außerordentlich geringe. Unterhalb Bozen bei Branzoll liegen die tiefsten Wasserstände während der Monate December bis März durchschnittlich nur $0.2 m$, bei Trient, wo der Fluss eingengt ist und daher größere Veränderungen aufweist, $0.4 m$ unter den höchsten. Im Mai erhebt der Fluss sich über den mittleren Stand, unter welchen er erst Ende October wieder herabsinkt. Zugleich steigern sich seine Schwankungen. Während der gesammten

sechs Wintermonate halten sich die mittleren niedersten Wasserstände bei Branzoll um mehr als 1 *m*, bei Trient sogar um 1·5 *m* unter den mittleren höchsten. Den größten Spielraum zeigt der Wasserstand des Mai und vor allem jener des September. In letzterem Monate erleidet der Wasserspiegel eine Verschiebung, die sich bei Branzoll regelmäßig auf 1·5 *m*, bei Trient auf 1·9 *m* beläuft. Ähnlich verhält es sich noch bei Verona, nur dass hier die Unterschiede zwischen Hoch- und Niederwasser bereits im April sehr beträchtliche werden, während sie im Hochsommer etwas geringer sind. Der Juli zeigt bei Verona die geringste Veränderlichkeit des hohen Wasserstandes.

Wie die Etsch als Wassermasse anwächst, und welche Mengen sie dem Meere zuführt, lässt sich noch nicht angeben, denn es liegen lediglich von einer Stelle des Flusses Messungen hierüber vor. 1877 bestimmte Oberbaurath Semrad die Wasserführung des Flusses bei Branzoll unterhalb Bozen zur Zeit zweier verschiedenen, über dem Mittel gelegenen Wasserständen. Weber von Ebenhoch hat danach eine Tabelle entworfen, welche für die Pegelstände von 0·5 zu 0·5 *m* die zugehörigen Wassermengen enthält. Auf Grund dieser Tabelle wurde nach den Pegelständen von Branzoll, welche der Begründer des hydrographischen Dienstes in Österreich, Herr Oberbaurath Jzskowski in dankenswerter Weise zur Verfügung stellte, die Wasserführung für die Jahre 1876/90 ermittelt. Dabei stellte sich heraus, dass die Hochwasser von 1889 und 1890 eine Erhöhung des Etschbettes von mindestens 0·4—0·5 *m* hervorgerufen haben, sodass die Tabelle Webers seitdem nicht mehr anwendbar ist. Zur Discussion kann daher nur das Jahrzehnt 1876/85 herangezogen werden. Während desselben hat die Etsch jährlich 5·7 *km*³ Wasser bei Branzoll vorübergeführt, also doppelt soviel, als der gesammte Starnberger See birgt. Dem entspricht eine mittlere Wasserführung jeder Secunde von 181 *m*³. In den Monaten des Niederwasserstandes, November-April, ist sie im Durchschnitte nur halb, im Februar nur unwesentlich mehr denn ein Drittel so groß. In den Monaten Mai bis October hingegen steigert sie sich durchschnittlich auf das Anderthalbfache, im Juni sogar auf mehr als das Doppelte des Mittels. Von November bis April rollten jährlich 1·4, vom Mai bis October 4·3 *km*³ in der Etsch unterhalb Bozen. Januar bis März lieferten nur 0·56 *km*³, Juni bis August 2·63 *km*³!

Denkt man sich die jährlich bei Branzoll vorbeigeflossenen Wassermassen auf das gesammte Einzugsgebiet dieser Flusstelle verbreitet, so erhält man eine Schicht von 82 *cm* Höhe; das ist die Abflusshöhe der centralalpinen Etsch. Diese Zahl macht einen durchaus wahrscheinlichen Eindruck. Sie entspricht ungefähr der Abflusshöhe des Inn, welcher von der Nordseite der Centralalpen nördlich der Etsch jährlich eine 90 *cm* hohe Wasserschicht abführt. Sie bleibt aber weit zurück gegenüber den entsprechenden Werten jener Flüsse, welche in den regenreichen nördlichen Kalkalpen wurzeln, wo die Iller eine Abflusshöhe von 207 *cm*, die Isar eine solche von 112 *cm*, die Alz von 128 *cm* hat, wo selbst bei Wels, also ziemlich weit vom Gebirge, die Traun noch eine solche von 82 *cm* aufweist; sie ist lediglich höher als jene der Enns, welche aus den gletscherlosen niederen Tauern nur eine 69 *cm* hohe Wasserschicht jährlich entführt.

Welche Wassermengen die Etsch im Etschbuchtgebirge empfängt, entzieht sich noch der Kenntnis; muthmaßlich werden dieselben eine ähnliche Abflusshöhe

darstellen, wie sie für den centralalpinen Abschnitt gilt. Danach wäre die Wassermenge des Flusses bei seinem Übertritte in die Po-Ebene auf 8.8 km^3 jährlich zu veranschlagen, also gleich dem vierfachen Volumen des Chiemsees, und jede Secunde würde 270 m^3 Wasser bringen. Dieses Ergebnis stimmt mit der in Italien üblichen Angabe der Wasserführung der Etsch bei Albaredo nicht überein. Dort sollen im Fluss secundlich nur 220 m^3 , jährlich also bloß 7 km^3 vorbeifließen. Dies ist entschieden zu wenig, denn man erhielte danach nur eine Abflusshöhe von 58 cm für das gesammte inneralpine und den größten Theil des alpenrandlichen Flussgebietes. Das aber kann keinem Zweifel unterliegen, dass die Lessinischen Alpen viel mehr Regen erhalten, als das inneralpine Etschgebiet und demnach auch dem Flusse jährlich eine größere Abflusshöhe spenden. Auch stimmt jener Wert für die Wasserführung der italienischen Etsch gar nicht mit der Wassermenge des Po, welche von der gleichen Quelle zu 1720 m^3 in der Secunde angegeben wird. Danach hätte das gesammte Po-Gebiet eine Abflusshöhe von 77 cm , also um ein Viertel mehr als das Etschland oberhalb Albaredo, was unwahrscheinlich wäre. Dagegen fällt jene Abflusshöhe des Po nahezu mit der für die alpine Etsch erhaltenen zusammen und man wird kaum fehlgehen, wenn man die Abflusshöhe des gesammten Etschgebietes analog der des Po-Gebietes auf rund 80 cm veranschlagt. Danach würde die Etsch jährlich beinahe 12 km^3 , secundlich 380 m^3 Wasser, dem Meere zuführen.

Natürlich ist diese Wassermenge nicht constant, sondern weist entsprechend den Niederschlägen nicht unbeträchtliche Schwankungen auf. Man kann dieselben für die centralalpine Etsch an der Hand der Pegel und Wassermessungen von Branzoll verfolgen. Im trockenen Jahre 1884 sank hier die Wasserführung der Etsch auf 139 m^3 in der Secunde; die Abflusshöhe war nur 63 cm . Das Hochwasserjahr von 1879 brachte dagegen eine secundliche Wassermenge von 209 m^3 , nachdem sie sich schon 1876 auf 208 m^3 belaufen hatte. Die Abflusshöhe war in diesen beiden nassen Jahren 95 cm . 1888 endlich ergibt sich dieselbe gar zu 133 cm , entsprechend einer secundlichen Wassermenge von 292 m^3 . Danach wäre in regenreichen Jahren die Wassermenge der Etsch doppelt so groß als in regenarmen. 1888 war allerdings außergewöhnlich feucht; dazu kommt, dass Ende der Achtziger-Jahre sich die Erhöhung des Etschbettes bei Branzoll geltend machte, weswegen vielleicht auch schon die Wasserführung von 1888 zu hoch berechnet wurde. Sichtlich wird jene Erhöhung aber erst 1889.

Die Schwankungen in der Wasserführung der Etsch laufen denen des Regenfalles parallel. Das Jahr 1884 war das trockenste des ganzen Jahrzehntes, zugleich war die Etsch am wasserärmsten. Umgekehrt entspricht dem regenreichen Jahre 1882 eine reichliche Wasserführung in der Etsch. Aber die wasserreichen Jahre 1876 und 1879 scheinen nicht als übermäßig regenreich. Damals gab es sehr bedeutende Juni-Hochwässer, welche selbst noch im Jahresmittel eine große Wassermenge bedingen. Aber der sie verursachende Regenfall kommt in der Jahressumme nicht in gleicher Weise zur Geltung. Immerhin fielen im ersten Jahrfünft des Jahrzehntes 1876/85 105% des Regens und flossen genau 105% der mittleren Etschwassermengen des Jahrzehntes ab. Deutlich wird sohin die Abhängigkeit der Stromgröße vom Niederschlage und letzterer erheischt als Quelle des Flusswassers eine besondere Würdigung.

Die Vertheilung des Niederschlages im Etschgebiete wird im großen und ganzen von denselben Regeln beherrscht, wie die anderer Theile der Alpen und der daneben gelagerten Ebenen. Es nimmt der Regenfall in der Po-Ebene mit der Annäherung an das Gebirge zu, erfährt am Abfalle desselben eine namhafte Steigerung und nimmt dann thaleinwärts wiederum ab, in den einzelnen Thälern aber an den Gehängen mit der Höhe zu. Die drei natürlichen Abschnitte des Etschgebietes verhalten sich sohin auf den Niederschlag verschieden. Der obere und mittlere treten als inneralpine Regenprovinzen dem unteren gegenüber, welcher sich theils über die relativ regenarme Po-Ebene, theils aber über den regenreichen Südabfall der Alpen erstreckt. Wie groß auf letzterem der Niederschlag ist, lässt sich wegen des Mangels von Regenstationen auf den Lessinischen Alpen nicht entscheiden; muthmaßlich beläuft er sich auf 1—2 *m*; in der Po-Ebene beträgt er unter 1 *m*.

Im inneralpinen Etschgebiete erfolgt die Abnahme des Regenfalles ganz regelmäßig thaleinwärts. Da zugleich eine Zunahme desselben an den Thalflanken erfolgt, so trifft man an letzteren in einer gewissen Höhe über den Sohlen dieselben Regenmengen, wie am Alpensaume. So begegnet man den Betrag der Niederschläge von Riva (1150 *mm* 1881/91) 23 *km* weiter aufwärts an den Gehängen des Sarcathales bei St. Lorenzo unweit des Molvenosees in 735 *m* Höhe und an den Südabfällen des Ortlerstockes zu Pejo in 1580 *m* Höhe. Rofreit hat dieselbe Regenhöhe wie Riva. Weiter aufwärts hat man im Etschthale, oberhalb St. Michael, bereits unter 1 *m* Niederschlag, während die Beträge des Regenfalles von Rofreit und Riva erst zu Paneveggio (1520 *m*) im Travignolo-Thale begegnet werden. Nahe dem Kamme der Centralalpen kann man nach den allerdings lückenhaften Beobachtungen des Schneeberger Bergwerkes in 2232 *m* Höhe auf keinen höheren Niederschlag als in Riva oder Rofreit schließen. Deutlich sieht man, wie die Zone von 1100—1200 *mm* Regen alpeneinwärts ansteigt, und zwar zunächst rascher, etwa 30 *m* auf jeden Kilometer, dann langsamer. Gleiches gilt auch von den Zonen geringeren Regenfalles. Die Niederschlagshöhe, welche 1880/90 zu St. Michael im Etschthale gemessen wurde (1020 *mm*), wurde in der Nähe von Bozen erst der Höhe der Porphyrrplatte zutheil. Das ist namentlich durch die Regenstationen, welche der Alpenverein durch Professor Pernter einrichten ließ, klar erwiesen. Der Regenfall von Altrei (1270 *m*) wiederholt sich genau zu Deutschhofen, 16 *km* weiter im Gebirge, aber 80 *m* höher. Der Niederschlag von Bozen (840 *mm*) aber ist noch beträchtlicher als jener von Brixen (730 *mm*); er übertrifft den von Meran, und selbst zu Marienberg an der Malser Haide wurden gleichzeitig in 1335 *m* Höhe nur 740 *mm* gemessen. Es steigt die Zone des Bozener Niederschlages also bis nahezu auf die großen Alpenpässe an, welche aus dem Etschgebiete in das des Inns führen.

Alles spricht dafür, dass die Gehänge des Sarcathales bei Riva, jene des Etschthales bei Rofreit wesentlich regenreicher sind, als die dortigen Thalsohlen. Man hat hier über der Zone von 1100—1200 *mm* Regenhöhe noch regenreichere Zonen, muthmaßlich mit Niederschlagssummen von bis 2 *m* zu erwarten. Nach dem allgemeinen Ansteigen der Zonen gleichen Regenfalls wären dieselben in den oberen Theilen des Etschbuchtgebirges erst in über 1500 *m*, in den Centralalpen erst in über 2200 *m* Höhe anzutreffen. Dass in der That hier

die Gipfelregion in sehr niederschlagsreiche Gebiete hineinragt, erhellt aus den vom Alpenvereine unter Professor Finsterwalders Leitung vorgenommenen Beobachtungen über Wasserstand und Wasserführung des Suldener Baches und der Venter Ache, welche beide eine Abflusshöhe von über 1 *m* aufweisen. Aber direct gemessen sind jene Niederschlagssummen der großen Höhen im Etschgebiete noch nicht, da es an eigentlichen Hochstationen hier fehlt. Dementsprechend stößt die Bestimmung des mittleren Niederschlages im inneralpinen Etschbecken zur Zeit noch auf unüberwindliche Schwierigkeiten und man muss sich jetzt mit bloßen, zum Theile recht willkürlichen Schätzungen begnügen. Nach denselben dürfte der mittlere Regenfall im inneralpinen Etschgebiete auf 1300—1500 *mm* zu veranschlagen sein. Danach würde der Theil des Niederschlages, welcher an Ort und Stelle wieder verdunstet, 500—700 *mm* betragen und die Etsch würde 55—60% des in ihrem Gebiete gefallenen Regens aus den Alpen herausführen.

Der Niederschlag im inneralpinen Etschgebiete zeigt die für die Südalpen charakteristische Vertheilung auf die einzelnen Monate des Jahres. Er ist am geringsten im Winter, am stärksten im Sommer und Herbst. Dabei machen sich zwischen den mehr randlich und mehr central gelegenen Stationen einige bemerkenswerte Verschiedenheiten geltend. Die Winterniederschläge mindern sich alpineinwärts in den Thälern von 16% auf knapp 10% der Jahressumme; umgekehrt steigern sich die sommerlichen von 26% auf 45%, während die Herbstniederschläge sich ziemlich gleichmäßig zwischen 30 und 36% des Jahresmittels halten und nur im Rienzgebiete weniger beträchtlich werden. Dies gilt aber nur für die tief gelegenen Stationen. Die höher befindlichen zeigen eine ähnliche Vertheilung des Regenfalles wie jene nahe am Rande des Gebirges. Dies gilt insbesondere für alle die Orte, welche im Bereiche der alpineinwärts ansteigenden Zone von 1100—1200 *mm* Regenhöhe liegen. Das Bergwerk zu Schneeberg im Ridnaun, Paneveggio am Saume der Dolomiten, Pejo am Ortlerstocke haben nahezu dieselbe jahreszeitliche Entwicklung des Niederschlages wie Riva und Rofreit. Steigt man daher an den Gehängen der innersten Thäler aufwärts, so bemerkt man nicht bloß eine Zunahme des Niederschlages, sondern zugleich auch eine Änderung in dessen Vertheilung, beides erfolgt geradeso wie thalabwärts. Ob man von Brixen emporsteigt zum Schneeberger Bergwerke, oder nach Rofreit wandert, man beobachtet dieselben Veränderungen in den Beträgen und der Vertheilung des Regenfalles.

Die Herbstregen sind die bezeichnende Eigenthümlichkeit des gesammten Etschgebietes. Die meist sehr heftigen Octoberregen, welche rund 13% der Jahressumme bringen, sind dem Besucher Merans ebenso unangenehm bekannt, wie dem Gaste an den Ufern des Gardasees; sie werden neben häufigem Septemberregen im oberen Etschgebiete, z. B. in Sulden, sowie in den obersten Winkeln des Eisackthales, zu Gossensass und selbst auf den Höhen des Bergwerkes Schneeberg äußerst lästig empfunden. Diese Herbstregen nun sind es, welche die Verlangsamung im herbstlichen Fallen der Etsch bewirken und welche wahrscheinlich weiter stromabwärts einen secundären Herbsthochstand ebenso wie beim Po verursachen. Sie endlich bedingen die großen Überschwemmungen der Etsch. Die höchsten Wasserstände in Trient fielen 1862/90 in den

October, und von den 146 Überschwemmungen, welche die Etsch während der letzten Jahrhunderte in Italien verursachte, ereigneten sich 40 im October. Auch die großen Überschwemmungen in Südtirol, welche in den Achtziger-Jahren so viel Verheerung anrichteten, fielen in den Herbst; so 1882, als die Etsch am 18. September und 28. October aus ihren Ufern trat, so 1885, als sie am 28. September und 16. October Hochwasser hatte, so 1888, als sie am 11. September ihre Ufer überflutete, so endlich am 12. und 29. October 1889. Nur eines der letzten Hochwässer war im Sommer, nämlich das vom 13. Juli 1890.

Alle diese Hochwässer zeichneten sich durch gemeinsame Züge aus. Rasch begann die Etsch zu steigen, binnen wenigen (1—4 Tagen) schwoll sie um 3—4 *m* an, hielt sich dann 1—2 Tage in außergewöhnlicher Höhe und fiel dann langsam auf ihren früheren Stand herab. Verursacht wurden sie insgesamt durch äußerst heftige Regengüsse, welche im gesammten Etschgebiete so ziemlich gleichzeitig fielen, so dass auch längs des Flusses an weitentlegenen Punkten zugleich Hochwasser auftrat. Der Regenfall selbst aber knüpfte sich an barometrische Minima. So war es in dem unheilvollen Jahre 1882. Da überschritten von Norden kommende zwei Luftwirbel die Alpen; sie saugten an ihrer Ostseite, in Südtirol, Kärnten und Venetien, die feuchte Luft der Adria an, welche sich als regenspendender Wind nahte. Ein Luftwirbel, welcher am 8. und 9. September 1888 über der Po-Ebene verweilte und nur langsam in das tyrrhenische Meer abzog, verursachte die heftigen Regenfälle, welche sowohl den Rhein als auch die Etsch zum Anschwellen brachten. Am 10. October 1889 wanderte wie im September 1882 ein Minimum von Norden über die Alpen und verursachte wiederum in den südlichen Ostalpen heftige Niederschläge, welche die Etsch jäh steigen machten. Gleiches wiederholte sich am 28. und 29. October desselben Jahres, und ein neues Etschhochwasser trat ein. Ebenso löste sich von dem Minimum, das am 10. Juli 1890 über Norwegen lagerte, am 11. Juli ein Theil ab; derselbe wanderte über die Westalpen, und rückte, sich allmählich verstärkend, am 12. und 13. Juli über die Po-Ebene ostwärts, so dass an deren Nordrand enorme Niederschläge fielen; der Etschhochstand vom 13. Juli 1890 war die Folge.

Man sieht, dass es immer bestimmte Luftdruck-Vertheilungen sind, welche die Etsch zum Schwellen bringen. Dieselben treten nicht plötzlich ein, man kann ihre Entwicklung an der Hand der täglich erscheinenden Wetterkarten deutlich verfolgen. Allerdings sind es in der Regel nur sehr unbedeutende Luftdruckwirbel, welche die südalpinen Wetterstürze zur Folge haben. Ein Minimum von wenigen Millimetern genügt, um ungeheure Regenmassen zum Fallen zu bringen, was in der Regel entsprechend der Unbedeutendheit der Luftdruck-Depression, bei mäßigen Winden geschieht, die vorwiegend aus Süden kommen. Indem aber die Luft, angesaugt vom Minimum, zum Anstiege auf alpine Höhen veranlasst wird, muss sie sich in ausgiebiger Weise ihrer Feuchtigkeit entledigen. Überschreitet ein Luftwirbel die Alpen, so fallen die reichlichsten Niederschläge im obersten Etschgebiete, nämlich selbst im Thale binnen 24 Stunden 40 *mm*. Hält sich hingegen der Luftwirbel über der Po-Ebene auf, so regnet es am meisten im unteren Etschthale und Noce-Gebiete, wo es dann im Tage 40—70 *mm* Regen gibt. Dabei herrschen im Etschbuchtgebirge meist schwache südliche Winde, welche mit schwachen nördlichen abwechseln.

Wenn es im ganzen Etschgebiete gleichzeitig regnet, so kann nicht wundernehmen, dass an entlegenen Punkten des Stromes gleichzeitig Hochwasser eintritt, eine Thatsache, welcher gegenüber es vergeblich scheinen möchte, Prognosen auf Hochwasser zu stellen. Und doch sind solche möglich. Schwillt zwar die Etsch im Vintschgau unmittelbar nach Eintritt der Niederschläge an, so braucht das Hochwasser doch mindestens einen Tag, um die Strecke von Meran bis St. Michael zu durchlaufen, allwo es sich 2—3 Tage nach den größten Niederschlägen einstellt. Es ist also hinreichend Zeit, um nach Regengüssen, welche erfahrungsgemäß Hochwasser bedingen, vor deren Eintritt zu warnen. Von der Mündung des Noce an allerdings verändert sich die Sachlage. Dieser mächtige Bergstrom führt auf kurzem Wege die in seinem Gebiete gefallenen Niederschläge der Etsch zu, und in Trient ist das Hochwasser regelmäßig um einen Tag früher als im weiter oberhalb gelegenen St. Michael. Von Trient bis Albaredo pflanzt sich die Hochwasserwelle in einem Tage fort.

Obwohl die Octoberregen zu den regelmäßigen klimatischen Erscheinungen des Etschgebietes gehören, so verursachen sie doch keineswegs immer Überschwemmungen. Solche treten immer nur nach einer Reihe von Jahren auf. Nach den von Weber von Ebenhof mitgetheilten Zusammenstellungen war in Tirol seit dem Jahre 1590 die größte Überschwemmung jene vom 1. September 1757. 1789, also 32 Jahre später, war eines der furchtbarsten Überschwemmungsjahre, welche in Tirol jemals vorgekommen sind. Weitere 32 Jahre später war das große Hochwasser vom 27. und 28. Mai 1821, dem alsbald das vom 13. bis 15. October 1823 folgte, während dessen die Etsch sammt Zufüssen eine Höhe erreichte, wie sie seit 1757 nicht vorkam. Und abermals 32 Jahre später war das große Hochwasser im Vintschgau vom 4. Juni 1855, dessen Verheerungen Friedrich Simony so anschaulich geschildert hat. Rund 30 Jahre hernach waren die Hochwässer der Achtziger-Jahre. Alle diese Hochwässer aber traten nicht einzeln auf, sondern waren mit anderen derart vergesellschaftet, dass in etwas mehr als einem Jahrzehnte je fünf Hochwässer eintraten, während in den nachfolgenden zwanzig Jahren nur ganz ausnahmsweise Hochwässer waren. Dementsprechend hat man im Jahrhunderte an der Etsch drei Hochwasserperioden, die erste im zweiten, die zweite im fünften, die dritte im neunten Jahrzehnt. Die letzten und zugleich am besten beglaubigten dieser Hochwasserperioden waren

1747—1758 (4 Hochwässer: 1747, 1751, 1757, 1758),
 1780—1789 (4 Hochwässer: 1780, 1787, 1788, 1789),
 1816—1829 (5 Hochwässer: 1816, 1817, 1821, 1823, 1829),
 1844—1855 (5 Hochwässer: 1844, 1845, 1846, 1851, 1855),
 1882—1890 (4 Hochwässer: 1882, 1885, 1888, 1890).

Die Zwischen-Perioden waren:

1759—1779 (einige kleine Hochwässer),
 1790—1815 (1 Hochwasser: 1806),
 1830—1843 (kein Hochwasser),
 1856—1881 (1 Hochwasser: 1868).

Es zeigen also die Etschhochwässer in Tirol einen etwa 32jährigen Turnus, dem sich nur zwei bedeutendere Hochwässer, 1806 und 1868, nicht fügen. Sie

sind ausgesprochen periodische Erscheinungen, und dürften zu jenem weiten Kreise von Klimaschwankungen gehören, deren etwa 35jährige Periode Eduard Brückner nachwies. Mag auch die Entwaldung vielfach großen Schaden gestiftet haben, indem sie durch Wegnahme des schützenden Pflanzenkleides das Land den Angriffen von Regen und Wildbächen preisgab, mag auch mancher Hochwasserdamm der Etschregulierung nicht den gewünschten Erfolg gehabt haben, die periodische Wiederkehr der Überschwemmungen macht zweifellos, dass sie weder durch die Entwaldung noch durch Stromregulierung bedingt sind. Sind sie aber einmal als Äußerungen der muthmaßlich auf kosmische Ursachen sich zurückführenden Klimaschwankungen erkannt, dann ist auch das Mittel gewonnen, ihrer Herr zu werden. Dann wird man die Stromregulierung so ausführen, dass sie auch die nur alle 30—35 Jahre zu erwartenden Hochwasser abführen kann, und Werke anlegen, welche in der Zwischenzeit vielleicht nutzlos erscheinen. Möchten darum die Erscheinungen der letzten Überschwemmungen des Etschgebietes auch in den kommenden Jahren beherzigt werden, wenn, wie vorauszusehen und thatsächlich auch schon eingetroffen, die Wasserführung des Stromes sich in engeren Grenzen denn zuvor bewegt.