

Die
Katavotrons im Kesselthale von Planina
in Krain.

Von

WILHELM PUTICK
k. k. Forstinspections-Adjunct.

MIT 1 TAFEL.

Separat-Abdruck aus der Wochenschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines Nr. 46 und 47, 1889.

WIEN 1889.
IM SELBSTVERLAGE DES VERFASSERS.
DRUCK VON R. SPIES & CO. IN WIEN.

Die
Katastrophen im Kesselthale von Planina
in Krain.

Von

WILHELM PUTICK

k. k. Forstinspections-Adjunct.

MIT 1 TAFEL.

Separat-Abdruck aus der Wochenschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines Nr. 46 und 47, 1889.

WIEN 1889.

IM SELBSTVERLAGE DES VERFASSERS.

DRUCK VON R. SPIES & CO. IN WIEN.

Die hydrologischen Forschungen an den unterirdischen Wasserläufen des Karstes von Innerkrain, welche sich gegenwärtig über ein ausgedehntes Gebiet des Herzogthums Krain erstrecken, wurden bekanntlich während der letzten Jahre im Auftrage des k. k. Ackerbau-Ministeriums in Angriff genommen. Dieselben umfassen, wie in den bezüglichen Abhandlungen dieser Wochenschrift*) bereits des Näheren mitgeteilt wurde, das weitgedehnte Höhlenflußgebiet der Laibach.

Die unterirdischen Abflüsse des Zirknitzer Sees und das Höhlengewässer der Poik — Pivka, spr. Piuka — von Adelsberg strömen, wie nunmehr technisch erwiesen ist, nach dem Kesselthale von Planina hinab, und bilden daselbst nach ihrer theils unterirdischen theils oberirdischen Vereinigung den Unzfluß. Derselbe führt diesen Namen erst von jener Stelle in der Nähe des fürstlich Windisch-Grätz'schen Schloßes Haasberg, wo die beiden, periodisch ziemlich mächtigen Höhlenflüsse nach kurzem oberirdischen Laufe zusammentreffen. Obwohl eine partielle Vereinigung dieser getrennt herabströmenden Höhlenfluthen auch schon unter dem Randgebirge in der sogenannten Kleinhäuselhöhle bei Planina erfolgt, so brechen dennoch die reichhaltigsten Wässer von Zirknitz andererseits in einer romantischen Seitenschlucht, zwischen der Ruine „Kleinhäusel“ und dem Schloße „Haasberg“ in dem sog. Mühlthale, aus einer ganzen Reihe von Höhlenquellen wieder an den Tag. (Siehe Tafel Fig. 1.)

In mannigfachen Serpentinenschlängen weiter der Unzfluß seinen langsamen Lauf durch den fast ebenen Thalboden in nördlicher Richtung hin. Zuerst bespülen seine Fluthen den Oststrand des breiten Kessels und verlieren hier einen bedeutenden Theil ihres Wasserreichthums. Denn unmittelbar dort am Fuße der felsigen Lehnen, nahe bei der Ortschaft Eibenschuß, absorbiren zahlreiche Höhlen-Capillaren, von den normalen Durchflußmengen erreicht, gewiß zwei Fünftel der oberirdischen Flußwässer. Der Rest zieht weiter in Schlangenwindungen und gibt bis zur Ortschaft Lase, woselbst durch das verschlundene Gewässer eine Sägemühle betrieben wird, noch ein Fünftel der ursprünglichen Wassermenge durch ein natürliches Steinfilter nach dem geheimnisvollen Untergrunde ab. Eine weitentfaltete Doppelschleife führt hierauf zum Westrande des eigenartig geschlossenen Thales und nimmt dort mehrere bescheidene Höhlenquellen aus dem nahen Gebirgszuge des Birnbaumer-Waldes auf, ohne dadurch eine nennenswerthe Bereicherung ihrer Wassermenge zu erfahren. Still und ruhig gleiten die weiteren Serpentinengänge gegen den nördlich vorgelagerten Hügelzug, den sogen. „Lanski vrh“. Kaum daß der Fuß desselben von den Wässern im spitzen Winkel, bei der Ruine der sogen. Leban'schen Säge erreicht wird, beginnt eine analoge Absorption durch ein förmliches Steinsieb nach der Tiefe, wie dieselbe oben erwähnt wurde.

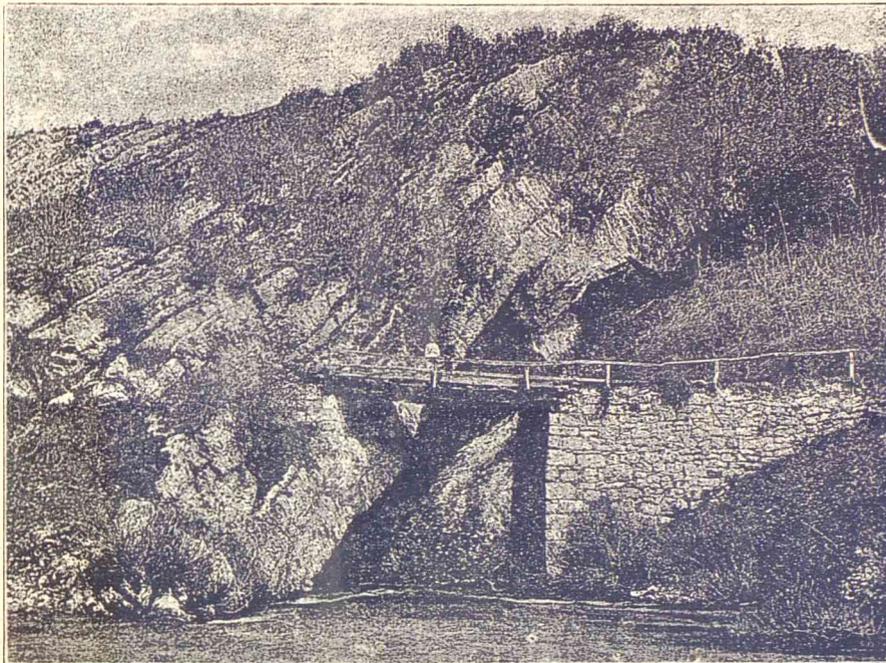
Am äussersten Nordrande des Kesselthales von Planina, dort, wo diese fruchtbare und wiesengrüne Thalmulde durch anstehende Felsen und weiter anschliessend durch einen ausgedehnten Hügelcomplex abgeschlossen ist, endet auch der sich im Thale hin und her schlängelnde

Wasserlauf — die Unz — fast genau so wie ein Steppenfluß in tropischen Gegenden. (Tafel, Fig. 2.)

Während des Hochsommers, zur Zeit der größten Dürre, sind diese eigenartigen Erscheinungen des dortigen Flußbettes und insbesondere an dem sackförmigen Ausgange desselben sehr deutlich zu beobachten. Und dies wesentlich in jenen Sommerperioden, wo der Wasserstand der zwei Höhlenflüsse von Adelsberg und Zirknitz, welche gemäß der früheren Andeutungen im Kesselthale von Planina durch den Unzfluß — mit kaum $10 m^3$ Wassermenge pro Secunde — vereinigt hindurchströmen, ungefähr seinen minimalen Höhepunkt erreicht hat. Bei dieser Gelegenheit muß der Brückenpegel beim Schlosse Haasberg eine Höhe des Wasserstandes von nicht mehr als 60 bis 70 cm ober Null anzeigen.

Auffallend ist dann aber daselbst schon beim ersten Anblicke des Unzflusses das geringe Wasservermögen innerhalb seines Unterlaufes, im Vergleiche zu der Wassermenge seines Oberlaufes und besonders bei

Berücksichtigung aller seitlichen Quell-Zuflüsse desselben. Und dennoch findet man hier nirgends einen offenen Schlund, der nur ähnlich wäre wie jener, welcher die Poikwässer von Adelsberg verschlingt, oder welcher eine ähnliche Absorptionskraft verrathen würde, wie man dieselbe bei der großen Karlovca-Höhle am Zirknitzer-See bemerken kann. Dessenungeachtet verschwinden an vielen Stellen im Osten und Norden des Thales die Niederwässer und ebenso die Mittelwässer der Unz von Planina mit grosser Gier durch filterähnliche Schutthalden nach einem bisher unbekannt gewesenen Untergrunde. Die sämtlichen Absorptionspalten vermögen selbst noch den auf 70 bis $75 m^3$ Wasser



Die Schlundhöhle des Poikflusses bei Adelsberg.

pro Secunde berechneten Zufluß wohl bei Eintritt von localen Inundationen tagelang zu verschlingen.

Wesentlich anders gestaltet sich jedoch das landschaftliche Gepräge des Kesselthales von Planina während der jährlichen Regenperioden. Denn nach jedem heftigen und längere Zeit andauernden Landregen brechen aus allen Zuflüßhöhlen des Thales ganz enorme Wassermengen mit wildbachähnlicher Vehemenz hervor. Dieselben strömen alle nach dem Hauptrecipienten zusammen und füllen alsbald die Ufer des Unzflusses vollständig gestrichen an, wobei der oben erwähnte Brückenpegel bei Haasberg eine Wasserstandshöhe von mindestens $2.20 m$ ober Null aufweisen muß. Und unmittelbar darauf beginnt die seltsamwunderliche Inundation, die eine eingehende Darstellung verdient.

Mit Zugrundelegung mehrfacher Beobachtungen von sehr bedeutenden Hochwässern an den wichtigsten Zuflüßhöhlen des Kesselthales von Planina resultirt im Mittel:

Aus der Kleinhäuselhöhle	circa	$65 m^3$	per Secunde
„ dem Mühlthale	„	34	„ „ „
„ der „Skratovka“ *)	„	7	„ „ „
„ den Höhlenquellen am Fuße des Gebirgszuges			

*) Eine periodische Wasserhöhle im fürstlich Windisch-Grätz'schen Schloßparke bei Haasberg, als Ausmündung der unterirdisch abfließenden Meteorwässer von der Hochmulde der nahegelegenen Ortschaften Maunitz und Rakek.

*) Siehe Nr. 13, 34 und 35. Jahrgang 1888.

„Zagora“ vom Birnbaumer Walde zwischen Planina und der Ortschaft Garčareve	circa	8 m ³ per Secunde
Aus den wasserspeienden Kratern der „Hotenka“ bei Garčareve*)	„	24 „ „
Zusammen circa 138 m ³ per Secunde.		

Das anscheinend ebene Kesselthal von Planina hat jedoch an seinem Wasserlaufe von der Kleinhäuselhöhle (vom Fixpunkt Nr. 1 auf einem grossen Felsblock im Flußbette des Höhlenthores) angefangen, bis zum sackförmigen Ausgange der Unz im äußersten Nordwinkel der Situation „pod stenami“ (Sohle des Flußbettes) ein totales Gefälle von 16.87 m. Von der Schloßbrücke bei Haasberg, also noch im äußersten Oberlaufe des Thales, wo eben erst die gleichmäßige Vertheilung des Gefälles in der Thalebene und im Flußlaufe beginnt, beträgt der relative Höhenunterschied vom Nullpunkte des Pegels bis zu dem früher bezeichneten Orte „pod stenami“ genau 5.65 m. Die Längsachse des Kesselthales von Planina zeigt im Ganzen fast 7 km und von der Haasbergbrücke nur 5.6 km. Der Unzfluß hat jedoch von der letzten Stelle bis zu seinem blinden Ausgange eine Längen-Entwicklung von ca. 15 km, also mehr als das Doppelte der Thallänge. Sein Inundationsgebiet breitet sich über eine Fläche von zusammen fast 1000 ha (1700 Katastral-Joch) aus, welches nach einer erfolgten gänzlichen Ueberschwemmung, infolge der ausgesprochenen Kesselthalform, einen ansehnlichen Gebirgssee vorstellt.

Wenn der Zufluß von Hochwässern aus allen Höhlenflüssen des Kesselthales mit ungebrochener Intensität mehrere Tage anhält, dann beginnt eben die natursele Stauung der Fluthen, immer zuerst am untersten Ausgange des geschlossenen Thales.

Augenscheinlich nehmen hierauf die Stauwässer an Tiefe zu und unmittelbar darauf wird aus der im Hintergrunde des Hügels von Jakobovitz gelegenen Seitenbucht — „Babin dol“, Altweiberthal — des Planinakessels ein recht ansehnlicher Teich von ziemlicher Tiefe gebildet. Bei dieser Gelegenheit treten wohl ungezählte Felsspalten des äußersten Nordrandes der genannten Thalmulde in eine absorbirende Thätigkeit. Dessenungeachtet schreitet die Inundation, durch das anhaltende und große Mißverhältnis zwischen Zu- und Abfluß verursacht, immer weiter und weiter stromaufwärts. Der nordwestliche Winkel des hochumrandeten Kessels, in der Nähe der früher erwähnten Hotenka-Sprudel, wird alsbald wie ein Brunntrog angefüllt. Dann merkt man hier noch lange ein heftiges Emporwallen der Fluthen aus den wasserspeienden Kratern der Hotenka, obzwar dieselben zu jener Zeit mehr als 5 m unter Wasser liegen.

Auf diese Weise nimmt der Ueberschwemmungs-See immer größere Dimensionen an und erreicht oftmals von da an binnen 48 Stunden nahezu die aufgedämmten Straßenkörper, welche durch das Planinathal hin-

*) Diese Zuflüsse kommen mit großer Vehemenz aus der langgedehnten Terrain-Depression am Fuße des Birnbaumer-Waldes bei Garčareve bis von der Ortschaft Hotederschitz auf unterirdischen Wegen herbei. Dieselben bringen durch eine Höhlengalerie von 9 Kilometer Länge und 100 Meter Gefälle die Regenwässer aus der nordwestlichen Partie des Birnbaumer Waldes und aus dem Niederschlagsgebiete bei Neuwelt und Hotederschitz hinab. Die eigenartige Ausmündung in das Planinathal erfolgt nur bei intensivem Regen durch ein ganzes System von kraterähnlichen Höhlenspalten, während geringere Niederschläge ihren verborgenen Thalweg durch eine tieferliegende Höhlenverbindung einzuschlagen scheinen.

durchführen. Aber dann tritt auch in wenigen Stunden die totale Inundation ein. Nachdem dies erfolgt ist, zeigt der anscheinend ruhige Wasserspiegel des Ueberschwemmungs-Sees am Brückenpegel bei Haasberg die Höhe von mindestens 2.50 m über Null. Zu gleicher Zeit beträgt die Stauhöhe der Wässer über der Sohle des verbauten Flußbettes „pod stenami“ genau 8.15 m, und an der tiefsten Stelle des sanft abfallenden Thalbodens, über den fruchtbaren Feld- und Wiesengründen des sackförmigen Thalausganges, mißt dieselbe ungefähr 4 m.

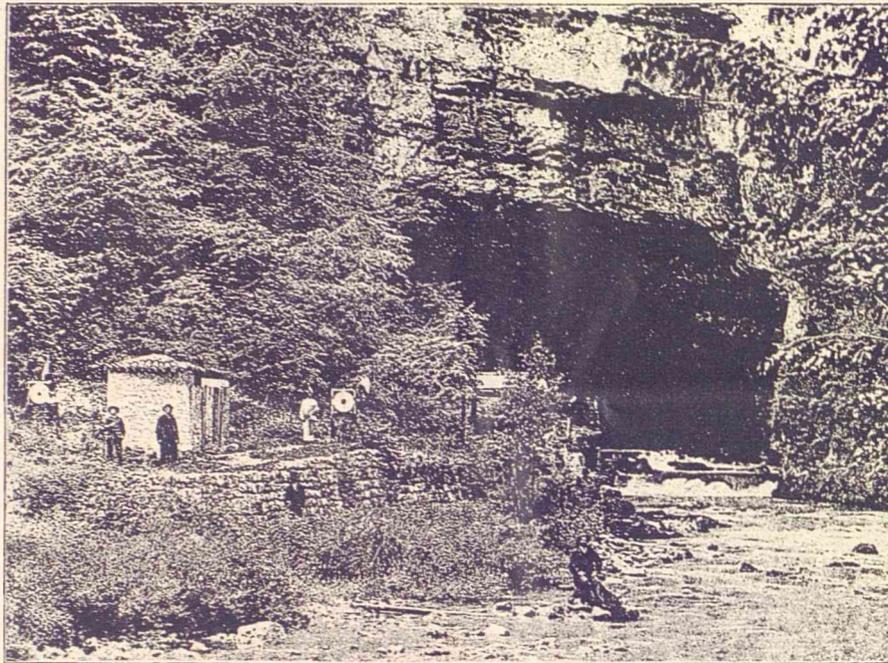
Bei abnorm auftretenden Regengüssen — zumeist im Spätherbste oder im Vorfrühling — bleibt aber die bezeichnete Inundation nicht auf dieser Höhe stehen, sondern dieselbe zeigt noch weiter eine steigende Tendenz der nachtheiligen Stauung ihrer Wasserfluthen.

Eine solche Ueberschwemmung mit ihren traurigen Folgen und Erscheinungen wurde gerade im October des abgelaufenen Jahres (1888) beobachtet. Am 4. October Abends begann die Inundation am Ausgange des Thales und schritt bei ununterbrochen strömendem Regen rapid empor, so dass dieselbe im Verlaufe von 4 Tagen bereits die Nähe des Ortes Planina erreicht hatte.

Damals zeigte die Hochfluthwelle am 8. October um 6 Uhr Abends am Haasberg-Pegel die Höhe von 2.55 m über Null. Nicht allein die

sämmtlichen Thalgründe, sondern auch die beiden Straßen des Thales waren bereits unter Wasser gesetzt. Der Verkehr war durch das plötzliche Emporsteigen des Wassers im Thale nur auf Kähnen möglich.

Das Inundationsgebiet in einer Flächenausdehnung von ca. 900 ha repräsentirte damals sozusagen einen neuen See, aus welchem nur die Kronen einzelner Bäume ähnlich wie Sträucher herausragten. Der consequente und nahezu gleichmäßige Aufstau der Fluthen erreichte am 13. October gegen 6 Uhr Morgens am Haasberg-Pegel die Maximalhöhe von 3.85 m und in der Situation „pod stenami“ zeigte der maximale Wasserstand eine Tiefe von 9.50 m über der Sohle des Fluß-



Die Mündung der Kleinhäuselhöhle bei Planina bei mittlerem Wasserstande.

bettes.

Hieraus resultiren nun nachfolgende Daten: Binnen der letzten 108 Stunden sind von den in das Kesselthal von Planina hereingestürzten Hochfluthen der Höhlenflüsse und Höhlenwildbäche im Ganzen 11.7 Mill. Kubikmeter, d. i. pro Secunde im Durchschnitte 30.08 m³ Wasser zurückgeblieben. Während die Quantitäten des zu dieser Zeit zugleich thalwärts abgegangenen Wassers sich durch die Natur der Verhältnisse jedweder directen Controle entziehen. Indirect können hiefür pro Secunde im Minimum 108 m³ berechnet werden. Unzweifelhaft müssen während dieses meteorologischen Excesses allgemein größere Mengen aus den früher angeführten Höhlen zugeflossen sein, als oben im Mittel zusammen mit 138 m³ pro Secunde berechnet erscheinen.

Mit Ausnahme der Kleinhäuselhöhle und einzelner Quellen im Mühlthale, sowie an der Skratovka sind gerade während der totalen Ueberschwemmung des Thales alle übrigen Zuflüsse unter Wasser gesetzt, wodurch jede Beobachtung und Messung illusorisch wird. Und gerade in dieser Periode tritt gewöhnlich, wenn auch nur durch einige Stunden, der maximale Zufluß ein, sobald der Regen ununterbrochen durch mehrere Tage anhält. Denn am 10. October erreichte das aus dem geräumigen Höhlenthore von Kleinhäusel mit elementarer Gewalt hervorströmende Gewässer bereits seinen höchsten Stand im Inneren der Höhle — d. i. 2.7 m über der Wehrkrone des dortigen 13.6 m langen Mühlwehrs, (das nebenbei bemerkt, an jenem Tage durchgerissen wurde)

— ohne einen Rückstau aus dem nahen, aber ca. 7·37 m tiefer gelegenen Wasserspiegel des Kesselthales von Planina erfahren zu haben, so daß die Messungen an dem überwältigenden Höhlenstrom, im Hintergrunde der romantischen Burgruine Kleinhäusel, einen maximalen Zufluß von 76 m³ pro Secunde ergaben, welcher Zufluß abnormerweise durch volle 18 Stunden die Fluthen des Planinathales ununterbrochen bereicherte.

Dadurch ist wohl auch erklärlich, daß in den correspondirenden 24 Stunden der Ueberschwemmungs-See von Planina in seiner ganzen damaligen Ausdehnung von 900 ha einen Zuwachs von 50 cm in der Stauhöhe, oder nahezu 4·5 Mill. Kubikmeter Wassermenge in der Aufspeicherung erfahren hatte.

Wenn nun aus analogen Gründen angenommen wird, daß auch die übrigen Höhlenzuflüsse des Thales im gleichen Verhältnisse, wie in der Kleinhäuselhöhle um 17 0/0, beim maximalen Ausbruche der Hochfluthen an Intensität der Wasserabgabe zunehmen würden, dann beträgt der temporäre Gesamtzufuß sicherlich mehr als 138·0 m³, und im Maximum 161·5 m³ pro Secunde, wovon, wie oben gezeigt wurde, im Durchschnitt Anfangs rund 30 m³, später jedoch beim maximalen Zuflusse ca. 52 m³ pro Secunde nicht aus dem Thale hinaus konnten, und die anhaltende Inundation verursacht haben. Abgesehen von der Zunahme des hydrostatischen Druckes bei der anwachsenden Stauhöhe der Ueberschwemmungswässer treten auch noch außerdem immer größere und größere Flächen der absorbirenden Schutthalde, sowie die einige Meter hoch über dem Thalniveau gelegenen Höhlenschlünde in eine sehr wirksame Action. Und trotzdem bleiben aber successive derart bedeutende Fluthen im Thale zurück.

Die Differenzen der obigen Messungen ergeben hinwieder das nicht uninteressante Resultat, daß eben nur im ersten Falle ca. 108 m³, im zweiten jedoch ca. 109·5 m³ Wasser pro Secunde das Thal verlassen konnten. Thatsächlich nur aus dem Grunde, weil die sämtlichen Wässer nur auf unterirdischem Wege das ringsum geschlossene Becken verlassen müssen, und weil selbst bei den grössten bisher bekannten Stauhöhen an keiner Stelle ein oberirdisches Abflußbett erreicht werden kann.

Aehnliche Hochwässer kommen nicht selten auch zur Zeit der Vegetationsperiode vor und verursachen naturgemäß durch die Verschlammung der Wiesen- und Feld-Ernte einen sehr großen Schaden.

Die unschädliche Ableitung der Hochwässer aus den Kesselthälern des Karstes muß daher allgemein und in erster Linie das Augenmerk den Sommerhochwässern zuwenden. Die Herstellung des bezüglichen Gleichgewichtes zwischen Zu- und Abfluß bei den äußerst nachtheiligen Hochwässern während der Vegetationsperiode ist, wie nunmehr sichergestellt wurde, im Bereiche der hydrotechnischen Möglichkeit, ohne die Ausmündungsthäler irgendwie zu gefährden.

Aus dem bisher Angeführten folgt selbstredend, daß es sich speciell hier in der Hauptsache um die Concentration eines wirksamen Abflusses nach den von Natur aus vorhandenen und sehr geräumigen Randhöhlen des Planinakessels handelt. Derselbe muß auf eine solche Weise hergestellt werden, daß die Sommerhochfluthen bei zulässiger Stauung aus dem oberirdischen Flußbette durch künstliche Communicationen nach den Höhlen unter dem Thalrande abgezapft werden. (s. Fig. 2 u. 3.) Dadurch wird jener bekannte Vorschlag, welcher seinerzeit im Schoße des bestandenen „Kart-Comité“ in Wien vom Höhlenforscher, Regierungsrath Franz Kraus, gemacht wurde, aus den unterirdischen Räumen des Karstes durch geeignete Bauten einzelne Ausgleichs-Reservoirs herzustellen, seine nützliche Realisirung finden.

Des größeren Versuches wegen, ob die unschädliche Ableitung der Sommer-Hochwässer aus den Kesselthälern des Karstes von Innerkrain mit verhältnismäßigen Kosten durchführbar sei, wurde nun im verflossenen Jahre über Auftrag des k. k. Ackerbau-Ministeriums die Abteufung von zwei Wasserschachten — der in Rede stehenden Katavotrons — im Kesselthale von Planina durchgeführt, welche die Bestimmung haben, das zuströmende Hochwasser des Unzflusses in die Tiefe zu versenken.)*

*) An dieser Stelle muß ferner angedeutet werden, daß ein gleichartiges Höhlenwerk im Auftrage des krainischen Landes-Ausschusses in dem von ähnlichen Calamitäten heimgesuchten Kesselthale von Ratschna (slovenisch Račna) in Unterkrain durch den landschaftlichen Ingenieur Herrn Wladimir H r a s k y in eben diesem Jahre 1888 zur Ausführung gelangt ist. — Ebenso arbeitet der autor. Civil-Ingenieur, Herr Josef Riedel bereits seit einigen Jahren auf Kosten des gemeinsamen Ministeriums an den Ameliorationen der Kesselthäler in der Herzegowina (siehe Nr. 17 und 18, Jahrgang 1889 dieser Wochenschrift), indem dortselbst die gleichartigen Uebelstände auf eine ähnliche Weise sanirt werden sollen. Die dortigen Kesselthäler führen den localen Namen „Polje“, d. i. „Ebenes Feld“, oder auch „Blato“, d. i. „Morast“, während dortselbst und ebenso in Krain die von Natur aus vorhandenen Wasserschlünde die gegendübliche Bezeichnung „Ponor“, auch „Ponikva“, d. i. „Schlundtrichter“ führen.

Diese seltene hydrotechnische Arbeit wurde an dem mehrfach genannten sackförmigen Ausgange des nördlichen Hochwasser-Armes der Unz in der Situation „pod stenami“ ausgeführt, u. zw. an jener Stelle, wo die Volkssage von einem verschütteten Eisengitter erzählte. Dasselbe soll, gemäß der uralten mündlichen Ueberlieferung, ein geräumiges Kluftsystem von Höhlengängen gegen eine nachtheilige Verrammung vor angeschwemmten Hölzern geschützt haben. Trotz eifriger Nachforschungen und mehrfacher Nachgrabungen an den vielseitig verschiedenen, unthunmäßigen Oertlichkeiten, welche dort als Standort des sagenhaften Gitters von den ältesten Thalbewohnern bezeichnet wurden, konnte keine Spur eines solchen eisernen Schutzgitters angeführt werden. Wohl gelang es, die Grundschwelle eines kleinen aus Eichenholz gebauten Fangrechens blozulegen, der tief unter den Schluttmassen in total vermodertem Zustande begraben lag. Eine kaum 80 cm breite Felskluft, in der Länge von 3 m war durch diesen Holzrechen einstens geschützt. Diese eigenartige Spalthöhle führte gegen alle Erwartungen, unmittelbar am Thalrande senkrecht hinab bis zu einer Tiefe von 18 m, wodurch die Verbindung zu einer ansehnlichen Höhlenkammer unter dem angrenzenden Hügelcomplex erzielt worden ist.

Durch Analogien geleitet, würde man allgemein vermuthen, die Hochwässer des Kesselthales von Planina dürften ebenso in stufig abfallenden Höhlengalerien aus dem geschlossenen Thale hinabströmen, ähnlich wie in Adelsberg, oder an einigen Stellen des Zirknitzer Sees. Doch weit verschieden davon, ist hier der eigenartige Abfluß des Gewässers der Unz. Bis zur völligen Unkenntlichkeit sind hier die unterirdischen Recipienten am Ausgange des Thales mit Felstrümmern hochmächtig überlagert. Eben dort, wo die Fluthen das Kesselthal verlassen, findet man in der Situation „pod stenami“ eine lang gestreckte Schutthalde, wie ein Steinfilter über den vertikalen Saugschlünden der Höhlengänge aufgedämmt. Durch diese natürlichen Filter sickert verhältnismäßig nur langsam das Hochwasser in die Tiefe. Hieraus ist ersichtlich, daß bisher an jener Stelle keine eigentlichen „Katavotrons“ existirt haben, unter welchen man geräumige Schachte versteht, in die sich das strömende Gewässer plötzlich hinabstürzt, obwohl die vorhandenen Höhlenschlote und Spalten, wenn auch im kleinen Maßstabe die gleichen Erscheinungen aufweisen.

Gegenwärtig ist jedoch, und schon vor der Inangriffnahme der erwähnten Abteufung jener zwei Wasserschachte, die mächtige Schutthalde auf eine Länge von nahezu 54 m, bei einer mittleren Breite von 10 m, bis an das anstehende Gestein abgeräumt worden. In westlicher Richtung erstreckt sich die Fortsetzung derselben noch weiter als 300 m Länge, zeigt aber nur an wenigen Stellen eine größere Absorptionskraft für die Ueberschwemmungswässer des Thales, obwohl dieselben an allen Punkten langsam unter das Gebirge einziehen.

Die beiden Katavotrons, die in den zugehörigen Planskizzen (s. Taf. Fig. 3 u. 4) angedeutet erscheinen, liegen mit ihren Tagöffnungen gerade in derjenigen Situation, wo sich früherer Zeit die Trümmerhalde gegen den dortigen Hochwasserarm des Unzflusses ausgelegt hat. Dieselben führen zum größten Theile im zerklüfteten Gestein in die Tiefe von 18 beziehungsweise 20 m hinab.

Der Lichtdurchmesser des Kreises dieser in der oberen Partie ausgemauerten, vertikalen Wasserschachte beträgt 3·6 m, d. i. gleichbedeutend mit einer freien Durchlaßfläche von 10 m², an welche sich in der Tiefe ein natürlicher Höhlengang von ca. 6 m² Querfläche anschließt. Dieser Höhlengang bildet die früher verborgene unterirdische Communication nach den nur mit großen Beschwerden passirbaren Höhlenweitungen der Baron Winkler-Höhlen, weiter zu den unterirdischen Räumen der sogenannten „Vranja jama“ und der Lippert-Höhle.

Obwohl dieser unterirdische Flußlauf bisher noch nicht ohne Unterbrechung des Weges unter dem Gebirge befahren werden kann, so steht der Zusammenhang dieser drei Höhlengewässer außer allem Zweifel. Nicht allein die kartographische Darstellung der bezüglichen Theilstrecken spricht für das Vorhandensein einer noch verborgenen, vom Wasser überstauten Verbindung, sondern am deutlichsten beweisen eben auch diesen sicheren Zusammenhang die mit dem Thalgewässer unmittelbar pulsirenden Höhlenfluthen im Innern des Gebirges. Denn nach kürzester Zeit, als die künstlich hergestellten Wasserschachte am Thalausgange von den Hochwässern der Unz erreicht werden und mit der Absorption beginnen, kann in den genau an zwei letzteren Höhlen ein continuirliches Emporsteigen der Wässer beobachtet werden, während

die erstere in diesem Zeitraume nicht betreten werden kann, weil sie von den Hochwässern vollständig ausgefüllt wird. Demnach erfolgt hier auf diese Weise ein bedeutend concentrirter Abfluß der Wässer nach den unterirdischen Räumen, welche, durch mehrfache tiefe Höhleneinstürze unterbrochen, in nördlicher Richtung gegen die Laibacher Moorebene successive hinabführen.

Von größter hydrotechnischer Bedeutung erscheinen auch daher die comparativen Messungen und Beobachtungen der Wasserstände an den Höhlenquellen des Laibachflusses. Denn gegenwärtig steht es außer Zweifel, daß speciell diese, wenn auch nur streckenweise erst bekannt gewordene Höhlengalerie aus der Situation „pod stenami“ zu den wasserreichen Ursprüngen der Laibach (ungefähr 9 km in der Luftlinie weit) hinabführt und dort ausmündet. Gerade die erwähnten Hochwasserbeobachtungen bilden den sichersten Nachweis dieses bedeutsamen Zusammenhanges.

Noch bevor die beiden Katavotrons im Planinathale abgeteufelt waren, wurden mehrfache Beobachtungen von Hochwässern, sowohl im genannten Kesselthale von Planina als auch an den Höhlenquellen der Laibach angestellt. Die Verhältnisse des Ausflusses der Hochwässer an den bedeutendsten acht Ursprüngen der kleinen und der grossen Laibach; sowie auch der Lubia gestatten gerade durch ihre günstige Lage, im Vergleiche zu dem ca. 4·5 m tieferliegenden Wasserspiegel der vereinigten Flußwässer, eine von sonstigen Rückstauungen der zur Laibach tributpflichtigen Wasserläufe gänzlich unabhängige und unbeeinflusste Messung.

Bei dieser Gelegenheit wurde durch ein präzises Nivellement constatirt, daß die weit auseinander gelegenen Quellspiegel der kleinen und grossen Laibach, sowie auch jene der Lubia während des niedrigsten Wasserstandes ein absolut gleich hohes Niveau einnehmen. Dasselbe wurde als Nullpunkt für die dort befestigten Pegelmaße angenommen. Ferner muß auch noch angegeben werden, daß die Quellen der Bistra bei Freudenthal um 1·50 beziehungsweise 1·92 m höher liegen als die am selben Tage ermittelte Nullpunktshöhe der früher genannten Höhlenquellen. Der Ursprung der Bistra wird aber auch, wie nunmehr erwiesen sein dürfte, wohl von einem anderen Wasserhöhlen-System aus dem Planinathale gespeist, als der achtgängige Ursprung des Laibachflusses. Der Nullpunkt des Pegels am Ursprunge der Laibach liegt fast genau auf der absoluten Höhe von 300 Meter über dem adriatischen Meere und wurde zum Ausgangspunkte des ganzen Nivellements für die Kesselthäler von Innerkrain benützt.

Auf Grund dieser vergleichenden Beobachtungen und Messungen ergab sich als mittlere Durchflußzeit vom Planinathale bis zu den Laibachquellen 11 Stunden 30 Minuten. Diese Daten über Zeitdauer, die Pegelstände und Ausflußgeschwindigkeiten wurden in den beiden Jahren 1886 und 1887 gesammelt.

Nachdem im Sommer 1888 am sackförmigen Ausgange des Kesselthales von Planina die zwei künstlichen Wasserschachte hergestellt worden sind, wurden während der Herbst-Hochwässer dieses Jahres abermals die äusserst wichtigen Daten erhoben. Es resultirte im Mittel für die Ankunft der Hochwässer eine Zeitdauer von 11 Stunden 20 Minuten, also um 10 Minuten weniger als zuvor, während die Pegelstände und Ausflußgeschwindigkeiten absolut keine Aenderung erfahren haben.

Hieraus folgt, daß die im oberen Thale bisher getroffenen Maßnahmen zur Abzapfung der Ueberschwemmungswässer keinen irgendwie fühlbaren Einfluß auf den Wasserstand der Laibach geäußert haben konnten. Trotzdem wurde jedoch in den grossen Randhöhlen des geschlossenen Kesselthales von Planina eine Stauhöhe der Höhlengewässer beobachtet, die im Vergleiche zu den in beiden früheren Jahren erhobenen Ziffern eine Zunahme von beinahe 5 Meter aufgewiesen hat. Aber es muß noch ausdrücklich bemerkt werden, daß auch der Wasserstand des Ueberschwemmungs-Sees am benachbarten Ausgange des Kesselthales beinahe um 4·5 m höher war als der Wasserspiegel der früher beobachteten Hochfluthen.

Demnach könnte auf Grund der hydrologischen Gesetze die begründete Einwendung gemacht werden, daß also dann in diesem Falle die beiden Katavotrons ohne eine besondere Wirkung geblieben sind. Und es scheint auch wohl nur theilweise bei den überaus großen meteorologischen Excessen im vergangenen Spätherbste dies gewesen zu sein.

Doch während der Zeit von Sommer-Hochwässern, solange als die unterirdischen Räume am Thalrande noch nicht angefüllt sind, äußern diese Wasserschachte eine bedeutende Absorption im oberirdischen Fluß-

bette der Unz. Durch den concentrirten Abflußgang werden ohne Zweifel die unterirdischen Recipienten rascher angefüllt und dadurch ist eben für das oberirdische Flußbett eine vortheilhafte Entlastung zur Zeit geringerer Hochwässer schon bewerkstelligt. Auf diese oben angeführte Weise dürfte es also erst im Vereine mit einzelnen Bauten in den untersten Partien der Zuflußhöhlen, behufs Verzögerung des hereinströmenden Gewässers gelingen, sowie es durch regulirbare Schleusenwehren an den bedeutendsten Hochwasserhöhlen am Zirknitzer-See bewerkstelligt werden dürfte, ohne Nachtheil für die unteren Durchflußthäler, und ohne die denkbare Gefahr eines nachtheiligen Rückstauens nach den höher gelegenen Thalstufen und Sammelbecken, doch **wenigstens die äußerst schädlichen Hochwässer zur Zeit der Vegetation** innerhalb der Flußufer des Bereiches dieses Kesselthales zu erhalten.

Naturgemäß werden auch zugleich durch diese Maßnahmen die minder schädlichen Winter-Hochwässer in ihrer Dauer einigermaßen eingeschränkt, wenn auch kaum für immer vollständig beseitigt werden. Diese Winter-Hochwässer, oder die sogenannten großen Ueberschwemmungen in Planina sind bekanntlich die Folgen von unberechenbaren Elementar-Ereignissen auf dem äußerst exponirten und weitgedehnten Niederschlagsgebiete des Unzflusses. Dieselben sind, wie ferner bekannt sein dürfte, bisher wohl nur in einzelnen Jahren mit unaufhaltsamer Vehemenz nach wochenlanger Regenzeit im Spätherbste eingetreten und dauerten nach den traurigsten Erfahrungen einzelner Jahre zumeist drei bis neun Monate. Der Schaden, den nun solche Winter-Hochwässer im Thale anrichten, ist aber immer nur in erster Reihe durch die lange Dauer der Inundation verursacht. Es sterben dann die edlen Gräser der Wiesen unter der mächtigen Wasserdecke sämmtlich aus und die Böden versauern. Viele Bäume und Sträucher werden sozusagen ertränkt. Die Landwirthe verliert in solchen Fällen eine ganze Jahresernte. Die Communication durch das Thal ist nach allen Richtungen nur auf Kähnen möglich. In den alsbald verlassenen Erdgeschossen der tiefergelegenen Wohnhäuser stehen die Stauwässer einen bis zwei Meter hoch über dem Boden, nur seltener erreichen sogar diese Fluthen das erste Stockwerk, weshalb die Fußböden bei Zeiten mit Steinen belastet werden müssen, um nicht vom hydrostatischen Auftriebe gehoben zu werden. Ebenso werden die Holzbestandtheile der gefährdeten Mühlen und Brettsägen zur Vorsicht zerlegt und abgeräumt.

Kaum glaubliche Dimensionen hatte die größte der bisher bekannten Ueberschwemmungen des Kesselthales von Planina im Winter 1851 auf 1852 erreicht. Diese war erwiesenermaßen um nahezu fünf Meter höher als die letztjährige. Nach Angaben der Gedenk männer des sogenannten Mühlthales reichte der Wasserspiegel damals bis zur dritten Fensterscheibe des ersten Stockwerkes im anscheinend sichergelegenen Wohnhause des untersten Mühlbesitzers, Herrn Andreas Milave im Mühlthale. Und diese Angaben stimmen auf Grund des Nivellements mit anderen Hochwassermarken aus diesem Jahre genau überein. Sieben Monate lang war der genannte Mühlbesitzer delogirt und die Inundation dauerte im Ganzen volle neun Monate, vom Entstehen bis zum totalen Verschwinden.

Mit Zugrundelegung der früher angeführten Inundationsfläche von 900 ha und nach Hinzufügung von weiteren 50 ha Flächenmaß der durch den höheren Aufstau vergrößerten mittleren Ueberschwemmungs-Area berechnet sich für jenes abnorme Seegebilde ein maximales Vorrathsquantum von zusammen rund 66·5 Millionen m³ Wasser.

Drei Monate hindurch ist dieser trostlose Ueberschwemmungs-See, anfangs rapid, später aber langsam und consequent angewachsen, hierauf kam durch einen ganzen Monat ein absoluter Stillstand des Wasserspiegels vor, so daß die Thalbewohner allgemein befürchteten, dieser „neue See“ werde nicht mehr verschwinden. Aber darauffolgend begann ein successives und nahezu gleichförmiges Abfallen der Inundation und erst im Verlaufe von fünf Monaten war der ganze Thalboden wieder wasserfrei. Dies bedeutet neben der gleichzeitigen Verschlundung der variablen Durchflußquantitäten eine durchschnittliche Vorrathsabgabe von ca. 5·12 m³ pro Secunde aus den Wässern der Inundation. Hier muß noch ausdrücklich bemerkt werden, daß über den täglichen Abfall der damaligen Ueberschwemmungswässer keine Aufzeichnungen vorliegen, einzig ist nur die Totalität der Erscheinung noch gegenwärtig von den Gedenk männern zu erfragen. Doch ein Factum ist wohl feststehend, daß nämlich bei geringerem Zuflusse und dies hauptsächlich zum Schluß dieser höchst eigenartigen Ueberschwemmung eine raschere

Tendenz der Abnahme der Stauhöhen auch damals zu beobachten gewesen wäre.

Betrachtet man nun ferner die Schwindungsverhältnisse der vorjährigen Inundation des Thales von Planina, wobei aber das angesammelte Wasser von zusammen höchstens 19 Millionen m^3 in diesem Jahre gewiß anderen Bedingungen des Zu- und Abflusses begegnete, so resultiren bei weitem günstigere Durchschnittsziffern. Vorerst muß noch angegeben werden, daß die Pegelstände an der Schloßbrücke bei Haasberg den Maßstab für die Abnahme der Ueberschwemmungswässer gebildet haben, wie folgt:

Am 13. October 6 Uhr früh, der höchste Wasserstand 3·85 m über Null.	
" 13. "	" " abends, " " " 3·79 " " "
" 14. "	" " " " " " " 3·60 " " "
" 15. "	" " " " " " " 3·39 " " "
" 16. "	" " " " " " " 3·18 " " "
" 17. "	" " " " " " " 2·97 " " "
" 18. "	" " " " " " " 2·70 " " "
" 19. "	" " " " " " " 2·44 " " "
" 20. "	" " " " " " " 2·19 " " "

Dies ist im Ganzen eine Zeitdauer von 180 Stunden und eine Abnahme der Stauhöhe von zusammen 166 cm, welche einer Wassermenge von rund 14 Millionen m^3 entsprechen.

Naturgemäß wird mit dem sinkenden Wasserspiegel die inunDIRTE Fläche successive immer geringer. Sie geht hierbei von 900 auf 800 ha nach und nach zurück, während diese restliche Area vorerst in zusammenhanglosen Inselflächen, die sich wieder successive unter einander vereinigen, bei sinkendem Wasser des Restes von 5 Millionen m^3 ziemlich bald zum gänzlichen Vorschein gelangt. Aus obigen Daten resultirt ein Schwindungsquantum von durchschnittlich 21·6 m^3 Wasser per Secunde.

Zur näheren Aufklärung muß nun wieder betont werden, daß diese Abnahme der Inundation bei regenloser Witterung und bei heftigen Borastürmen beobachtet worden ist, wobei die tributären Höhlenzuflüsse successive an Intensität nachgelassen haben, und einzelne derselben schon gänzlich versiegt waren; so zwar, daß die Messungen an den Zuflüßhöhlen am Schluß dieser Beobachtungsperiode ein Gesamtquantum von rund 52 m^3 , und später nur 46 m^3 Wasser per Secunde ergeben haben.

Die eigenthümliche Erscheinung, daß die Pegelstände gegen das Ende dieser achttägigen Beobachtungsreihe, trotz aller günstigen Factoren eine geringere Tendenz in der Abnahme zeigen, findet darin seine Erklärung, daß bereits in den letzten zwei Tagen die Strömung des Wassers unter der Brücke bei Haasberg bedeutend sichtbar wurde. Daher das weitere Sinken des Wasserstandes nur ähnlich wie in einem breiten Strome aufgefaßt werden kann. Ferner war bereits am 21. October das Wasser der Unz bei der genannten Schloßbrücke in die Ufer zurückgetreten und trotz des weiter constanten Zuflusses von nur ca. 46 m^3 Wasser per Secunde (u. zw. zusammengenommen aus der Kleinhäuselöhle, aus dem Mühlthale und aus der Skratovka, während die Wasserkrauter der Hotenka ihre auspeiende Thätigkeit eingestellt haben) ist erst am 25. October gegen 5 Uhr früh die restliche Inundation des Thales gänzlich verschwunden.

Dies ist ein sicheres Zeichen, daß die Tendenz der Absorption nunmehr eine geringere geworden sein mußte, denn bei jener früheren

Intensität hätte sonst wohl am 23. October bald nach 12 Uhr mittags der totale Abfluß erfolgen müssen. Diese auffallende Verzögerung wird jedoch bei dem höchst einfachen Umstande erklärlich, daß zu dieser Zeit eine Reihe von höher gelegenen Sauglöchern nicht mehr vom Wasser erreicht worden ist. Daher nur einzelne tiefer gelegene Hochwasserhöhlen und die beiden Katavotrons die restlichen Fluthen absorbiren mußten.

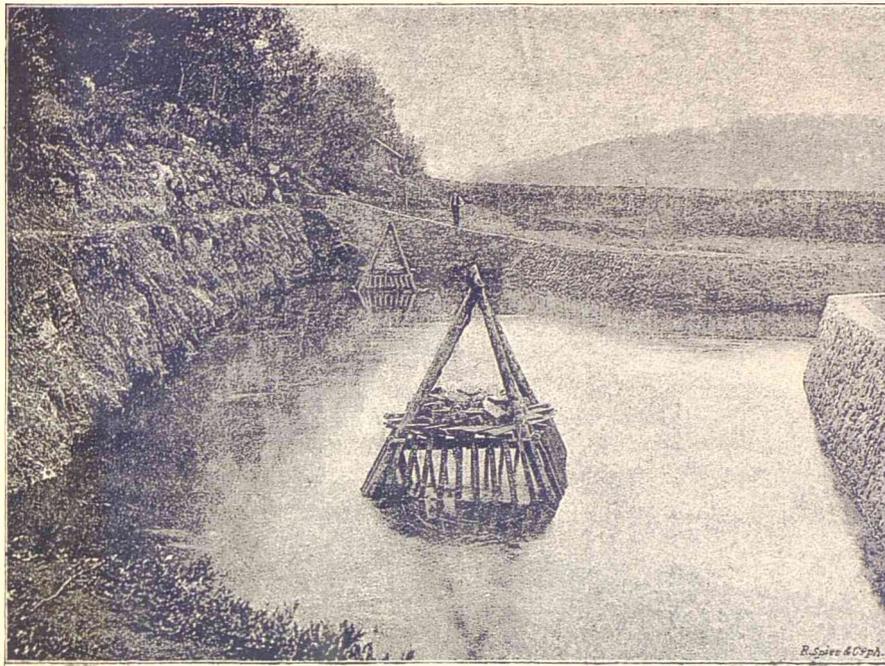
Hierauf wurde eine äußerst langsame Abnahme des stärkeren Mittelwassers im Unzflusse beobachtet, indem kleinere Regen immer wieder Störungen in dieser Abnahme-Tendenz verursachten. Und erst am 13. November ist abermals Niederwasser eingetreten.

An demselben Tage wurde es nun wieder möglich, in die vom Wasser verlassenen Katavotrons hinabzusteigen, um nachzusehen, welche Wirkungen das in der Tiefe hindurchströmende Wasser in den unterirdischen Räumen der Baron Winkler-Höhlen geäußert hatte. Das Ergebnis war sehr günstig, indem an keiner Stelle eine nennenswerthe Veränderung der früheren Verhältnisse beobachtet wurde.

Gegenwärtig sind diese beiden künstlichen Wasserschachte mit einer soliden Ringmauer von 1·2 m Höhe umrandet. Und zwar wesentlich zu dem Behufe, daß keine Schotter- und Sandmassen hinabgerissen werden können, wie auch mit Rücksicht auf die dortige Fischzucht, damit auch nahe an der Situation der Katavotrons eine ruhige Wasser schichte liege, welche insbesondere kleineren Fischen zu statten kommen soll. (s. Taf. Fig. 5.)

Ferner wurden diese Wasserschachte provisorisch mit einem durch Steine belasteten Holzgitter in Pyramidenform vor den Nachtheilen einer Verrammung geschützt, welche Gefahr bei jedem Hochwasser daselbst infolge von eventuell zugeschwemmten Hölzern und Aesten den unterirdischen Räumen droht.

Diese provisorischen Schutzgitter wurden nachträglich durch zeltförmig aufgestellte Eisenconstruktion ersetzt, welche nach dem Entwurfe des Meliorations-Ingenieurs Markus von der Firma Ig. Gridl in



Ansicht der Holzgitter über den Katavotrons bei Planina.

Wien geliefert worden sind.

Die oben dargestellten Verhältnisse behandeln das erste große Versuchsobject, welches im Auftrage des k. k. Ackerbau-Ministeriums aus dem einheitlichen Rahmen des Generalprojetes zur unschädlichen Ableitung der Hochwässer aus den Kesselthälern von Innerkrain mit strengem Vorbedacht zur Ausführung herausgegriffen wurde. Dasselbe bildet einen integrierenden Bestandtheil des die Kesselthäler von Planina, Zirknitz und Laas-Altenmarkt umfassenden Generalprojectes und ist geeignet, ohne Beeinträchtigung der ganzen systematisch angelegten Arbeit und ohne Gefährdung anderer Liegenschaften die nöthigen praktischen Erfahrungen zu liefern, welche in diesen naturseeltenen Verhältnissen und zu dieser eigenartigen hydrotechnischen Ableitungsart von wildbachartigen Gebirgshochwässern vorerst an Ort und Stelle gesammelt werden mußten, nachdem derartige Objecte der Hydrotechnik noch nirgends bestanden haben, als zu dieser Arbeit geschritten wurde.

Möge dieser Beitrag zur theilweisen Klarlegung der hydrologischen Verhältnisse des weitgedehnten Karstgebietes dienen, um auch hier in der nächsten Zukunft die bedrängte Landwirtschaft an den Segnungen der Hydrotechnik theilhaftig werden zu lassen.

DIE KATAVOTRONS IM KESSELTHALE VON PLANINA IN KRAIN.

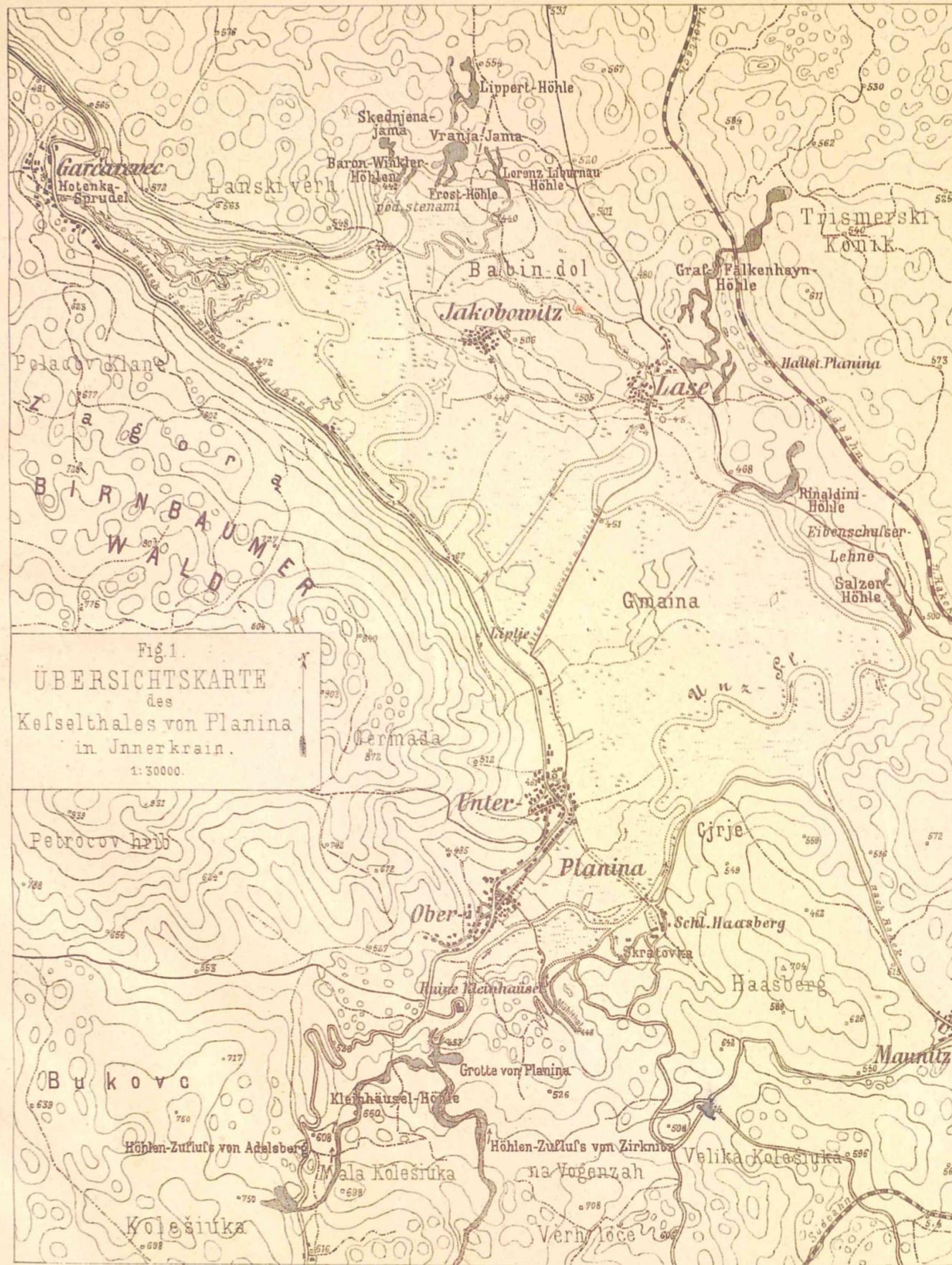


Fig. 2.
Situationsplan der Höhlengänge und Dolinen
am Nordrande des Kesselthales von Planina.
1:5760.

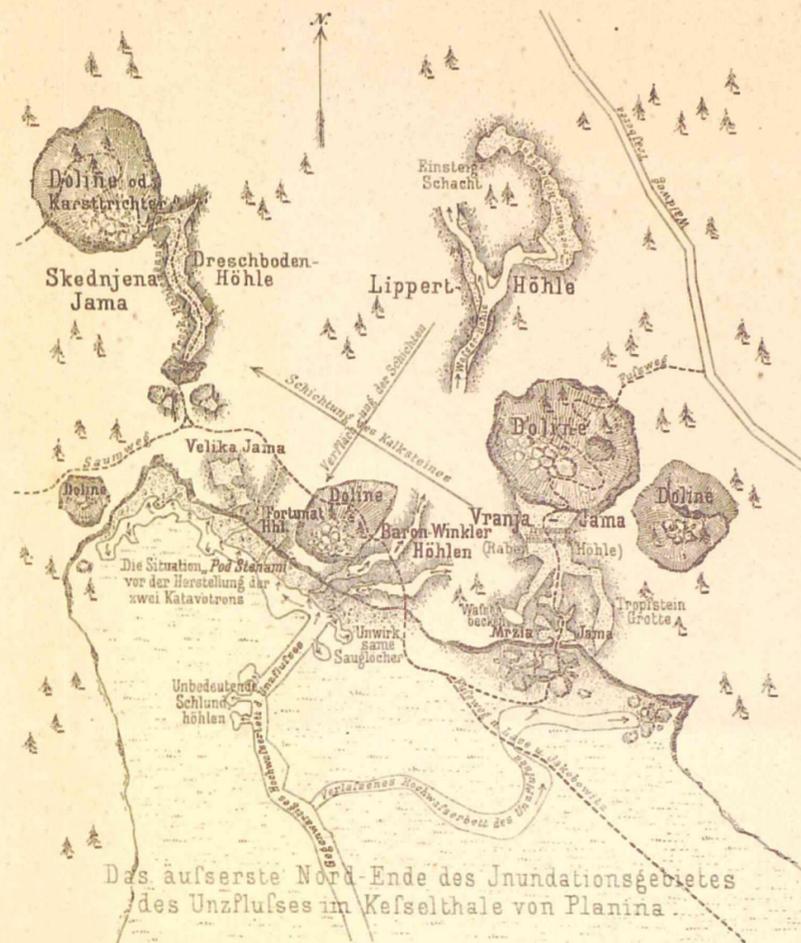


Fig. 3.
Situation der Katavotrons von Planina.
1:1000.

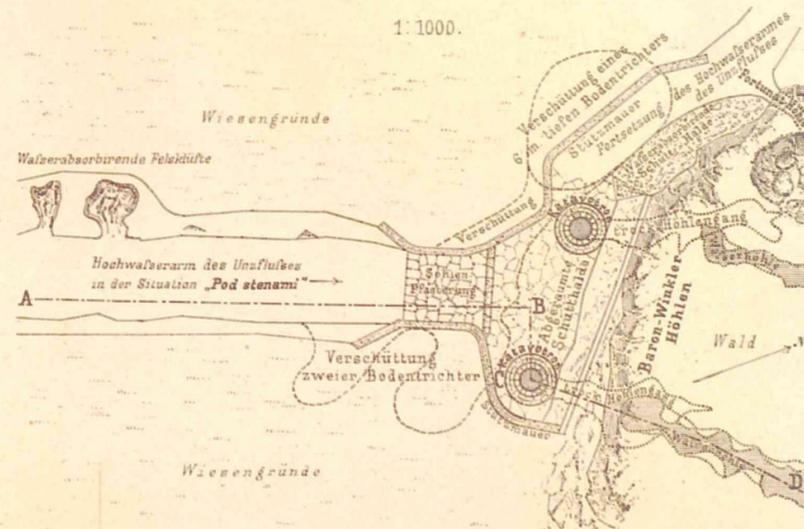


Fig. 5.
Detailplanskizze zu den beiden Katavotrons v. Planina
Vertikalschnitt nach AB, und Ansicht des Eisengitters.
1:200.

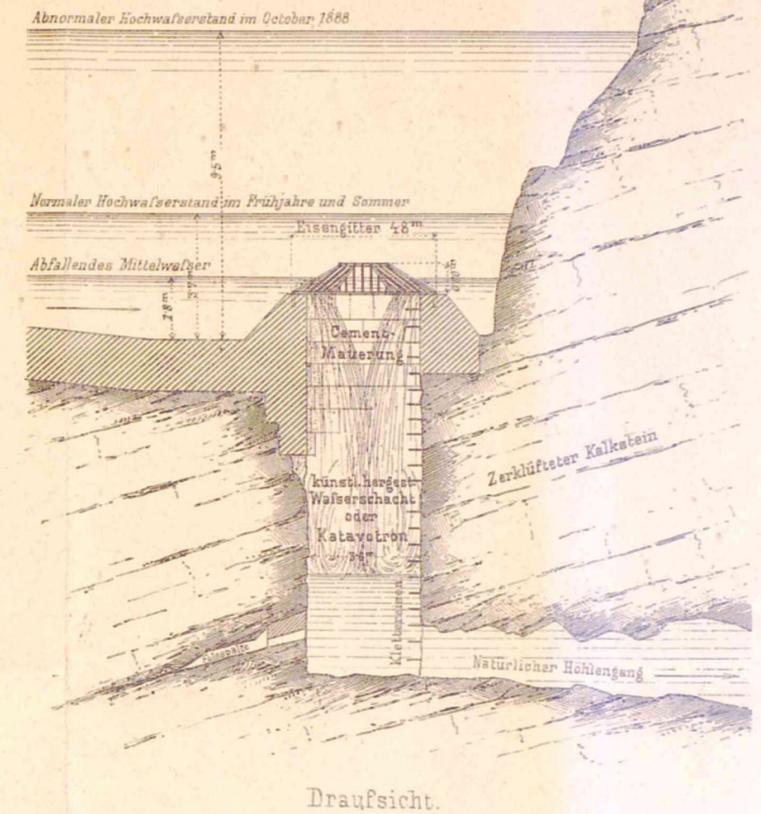


Fig. 4.
Vertikalschnitt nach ABCD.
1:1000.

