

Beobachtungen über die Auswirkung der extremen Hochwässer 1965 und 1966 auf den Grundwasserkörper im Becken von Lienz (Osttirol)

Von G. PLATZER (Lienz)

Einleitung

Die seit Menschengedenken größten Hochwasserkatastrophen der Jahre 1965 und 1966 forderten in Österreich 64 Todesopfer und verursachten auf mindestens vier Milliarden Schilling geschätzte Schäden. Das Becken von Lienz wurde von den drei folgenschwersten dieser Hochwässer betroffen, nämlich jenen vom September 1965, August und November 1966. Im Rahmen einer seit Ende 1964 vom Verfasser durchgeführten Untersuchung des Grundwasservorkommens im Raume von Lienz ergab sich die seltene Gelegenheit, Einflüsse extremer Hochwässer auf das Grundwasser zu beobachten. Über die Ergebnisse dieser Beobachtungen soll in dieser Abhandlung berichtet werden.

Aufrichtigen Dank schulde ich dem Vorstand des Kulturbauamtes in Innsbruck, Herrn Hofrat Dipl.-Ing. Hans WOLF, für die ständige Förderung der Grundwasseruntersuchungen, und Herrn Dozent Dr. Josef Zörl für seine wertvollen Ratschläge und Anregungen.

Das Untersuchungsgebiet

Das Grundwasservorkommen im Raume Lienz erstreckt sich beiderseits der Drau von Leisach, südwestlich von Lienz, bis zur Landesgrenze von Kärnten und Tirol. Es wird begrenzt im Westen von den südöstlichen Ausläufern der Deferegger Alpen, im Norden und Osten von der Schober- und der Kreuzeckgruppe und im Süden von den Lienzener Dolomiten. Wie die bisherigen Ermittlungen ergaben, bedeckt das Grundwasservorkommen eine 34,45 km² große Fläche, deren größte Länge 16,5 km und deren größte Breite 4 km beträgt. Vom 41,65 km langen Umfang des Grundwassergebietes sind 39,55 km natürliche Grenzen, bedingt durch anstehendes Gestein oder wenig durchlässige

diluviale Moränen, die in vorwiegend nur geringer Mächtigkeit den felsigen Untergrund bedecken. Von den 2,1 km künstlich festgelegten Grenzen entfallen 0,15 km auf die Verengung des Drautales einen Kilometer südwestlich von Leisach, 0,85 km auf die Drautalenge an der Landesgrenze bei Nörsach und 1,10 km auf das Iseltal bei Oberlienz (vgl. Tafel I und Abb. 1).



Abb. 1: Blick von Norden in das Lienzer Becken mit Lienz, Leisach, Amlach und Tristach und auf die Lienzer Dolomiten (vgl. Tafel I).
Foto: A. BAPTIST (Lienz)

Unterirdisch fließt das Grundwasser aus dem durch die beschriebenen Grenzen gegebenen Gebiet lediglich bei Nörsach in verhältnismäßig kleinen Mengen ab, da das geringe Grundwassergefälle von etwa 1‰, das wenig durchlässige Bodenmaterial (bisher ermittelte k -Werte 0,003 bis 0,008 cm/s) und der verhältnismäßig kleine Talquerschnitt einen größeren unterirdischen Abfluß verhindern. Ein unterirdischer Grundwasserabfluß in die obere Drau, in die Isel und in den Debantbach ist nicht möglich, da der Wasserspiegel dieser Gewässer überall höher liegt als die Grundwasseroberfläche.

Das Grundwasservorkommen gliedert sich in zwei ungefähr gleich große Teile, und zwar in die Gebiete westlich und östlich der Linie Debantbach—Bad Jungbrunn. Im westlichen Teil fließt das Grundwasser ausschließlich unterirdisch ab und ist nur in künstlichen Aufschlüssen sichtbar. Die Überdeckung des Grundwassers nimmt von Westen nach Osten um über 20 m ab. Im östlichen Teil tritt Grundwasser dauernd oder zeitweise an die Geländeoberfläche und fließt oberirdisch in Gräben, im Volksmund „Lauen“ genannt, ab. Südlich der Drau münden die Lauen und die Seitenbäche in die Auen-Laue, welche südwestlich von Nikolsdorf in die Drau mündet. Nördlich der Drau münden jene Gräben, die das rund 0,5 km² große Gebiet südwestlich von Dölsach entwässern, in den Debantbach. Diese Gräben trocken jedoch zeitweise aus. Grundwasserstromabwärts der Debantbachmündung fließen alle Lauen zusammen mit den Seitenbächen in die 9,2 km lange Große Laue, die südlich von Nörsach bei der Landesgrenze in die Drau mündet. Die Gesamtlänge aller Gräben, in denen dauernd oder zeitweise Grundwasser abfließt, beträgt 38 km. Nach den bisherigen Ermittlungen ist jenes Einzugsgebiet, welches überwiegend das Grundwasser speist, 134,50 km² groß. Dazu kommt noch das 64 km² umfassende Einzugsgebiet des Debantbaches, der bisher unbekanntes Mengen Sickerwasser in seinem Unterlauf an das Grundwasser abgibt.

Vom 134,5 km² großen Einzugsgebiet entfallen 39,2 km² auf den ebenen Talboden und die mäßig geneigten Schwemmkegel der Seitenbäche und 95,3 km² auf fast ausnahmslos steiles Mittel- und Hochgebirge. Die mittlere Seehöhe des Einzugsgebietes liegt bei 1080 m. Die Höhendifferenz zwischen dem tiefsten Punkt von 630 m ü. A. bei Nörsach und der höchsten Erhebung von 2772 m, die Große Sand-Spitze in den Lienzer Dolomiten, beträgt 2142 m. Überwiegend hochalpin ist das Einzugsgebiet des Debantbaches mit dem Hochschober (3240 m) als höchsten Punkt (vgl. Tafel I).

Auffallend ist die Zunahme des Verhältnisses der Flächen des Einzugsgebietes zu den entsprechenden Flächen des Grundwasservorkommens flußabwärts. Von Lienz bis Nörsach nimmt dieser Wert von 2,48 auf 3,90 zu.

Die Grenze zwischen den kristallinen Schiefen im Norden und dem Mesozoikum im Süden verläuft auf 10 km Länge unter den quartären Ablagerungen des Drautales, auf 5 km in den nördlichsten Ausläufern der Lienzer Dolomiten südlich von Tristach und 2 km lang in den südlichen Ausläufern der Kreuzeckgruppe bei Nörsach (vgl. Tafel I und P. BECK-MANNAGETTA, 1964). Die mesozoischen Ablagerungen bilden einen Teil des Drauzuges und umfassen rund 35 km² des Einzugsgebietes. Sie bestehen in erster Linie aus Gesteinsgruppen der Trias (Dolomite, Kalke und Mergel) und untergeordnet aus Gesteinen des Jura (Kalke und Mergel) und der Unterkreide (Sandsteine und Mergel). Am Tristacher See ist noch ein Vorkommen von Grödner Sandsteinen

und Konglomeraten des Perm erwähnenswert. Die kristallinen Schiefer setzen sich aus Gesteinen der Quarzphyllit-, Glimmerschiefer- und Paragneis-Serie zusammen. Am Gödnacher Bach östlich von Dölsach findet sich in den kristallinen Schiefen ein Vorkommen von Sandsteinen und Konglomeraten des Perm und Kalken der Trias. Die Schichten des Drautal-Mesozoikums streichen im wesentlichen von West nach Ost und fallen steil von Süd nach Nord.

Über den Aufbau der für das Grundwasservorkommen wichtigen quartären Ablagerungen im Drautal gibt es keine Literatur. Da die bisher tiefste Bohrung im Talboden nur 35 m beträgt, ist nicht nur die Mächtigkeit der quartären Ablagerungen, sondern auch deren Zusammensetzung ab 35 m Tiefe unbekannt.

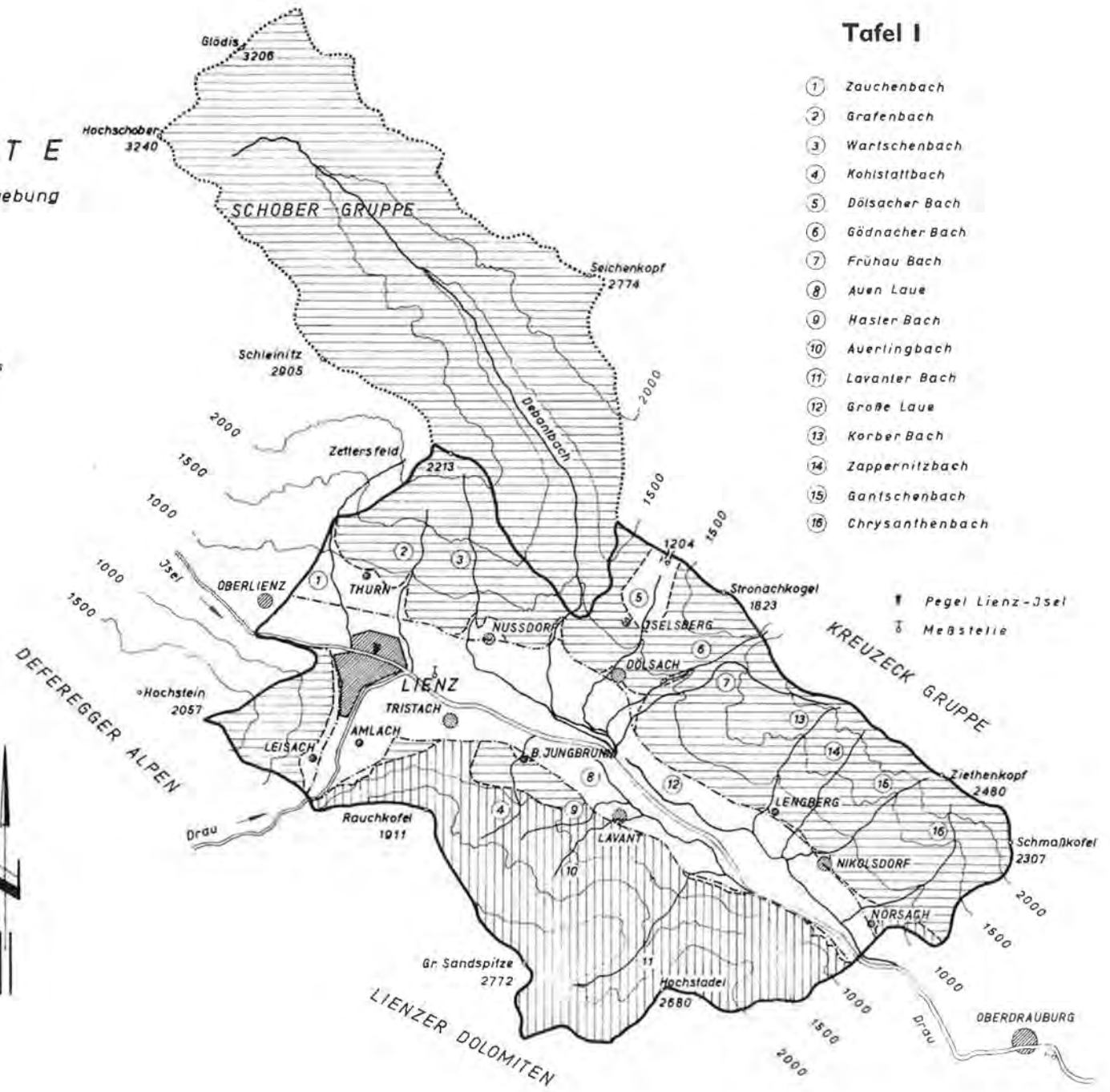
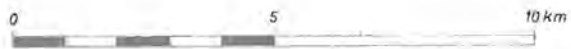
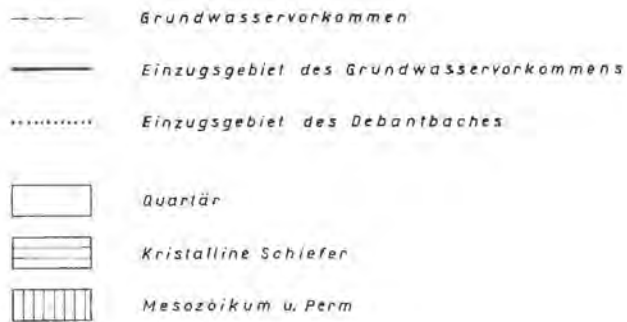
Die holozänen Ablagerungen erreichen im Drautal flußabwärts von Leisach und im Iseltal flußabwärts von Oberlienz ihre größte Ausdehnung und Mächtigkeit, die bedeutendsten Bildungen sind die Drau- und Iselablagerungen im Talboden und die Schwemmkegel der Seitenbäche. Wie die bisherigen Untersuchungen ergaben, beträgt die Mächtigkeit dieser jüngsten Drau- und Iselablagerungen 8—10 m. Wesentlich mächtiger, nämlich durchschnittlich bis zu rund 50 m, sind die Schwemmkegel der Seitenbäche, die aus lehmhaltigem Geschiebe bestehen. Nur einer der größten Schwemmkegel Österreichs überhaupt, jener des Zauchen- und Schleinitzbaches, erreicht über 150 m Mächtigkeit. Bohrungen in Dölsach und Nikolsdorf zeigten, daß die Schwemmkegel des Dölsacher und des Gantschenbaches etwa 8 m unter der derzeitigen Geländeoberfläche des Talbodens die Ablagerungen der Drau überlappen. Die Korngröße der Drauablagerungen nimmt von Westen nach Osten mit dem Gefälle der Drau ab, während der Anteil vor allem an Feinsand besonders ab Dölsach stark zunimmt. Folgende wesentliche Unterschiede kennzeichnen den hydrogeologischen Aufbau der Flußablagerungen und der Schwemmkegel. Erstere sind waagrecht geschichtet und verhältnismäßig gleichförmig aufgebaut, letztere besitzen geneigte Schichten von sehr unterschiedlicher Zusammensetzung. Bei den Flußablagerungen sind Schichten mit gleicher oder ähnlicher Durchlässigkeit viel ausgedehnter und häufiger als bei den Schwemmkegeln.

Pleistozäne Ablagerungen sind nicht nur im Talboden weit verbreitet, sondern finden sich auch auf den Talhängen bis in 2000 m Höhe. Während im Talboden Reste interglazialer Schotterterrassen überwiegen, kommen an den Hängen fast nur glaziale Moränenreste von sehr verschiedenem Umfang vor. Die größte Ausdehnung mit über 2 km² und mindestens 100 m Mächtigkeit erreichen die glazialen Moränenreste auf dem Iselsberg.

Im Einzugsgebiet des Grundwasservorkommens können laut Gutachten des Bundesinstituts für Kulturtechnik und Technische Bodenkunde in Petzenkirchen folgende Bodentypen unterschieden werden:

ÜBERSICHTSKARTE

des Grundwasservorkommens von Lienz und Umgebung



Tafel I

- ① Zauchenbach
- ② Grafenbach
- ③ Warlschenbach
- ④ Kohistattbach
- ⑤ Dölsacher Bach
- ⑥ Gödnacher Bach
- ⑦ Fröhau Bach
- ⑧ Auen Laue
- ⑨ Hasler Bach
- ⑩ Auerlingbach
- ⑪ Lavanter Bach
- ⑫ Große Laue
- ⑬ Korber Bach
- ⑭ Zappernitzbach
- ⑮ Gantschenbach
- ⑯ Chrysanthenbach

† Pegel Lienz-Isel
 ‡ Meßstelle

Au-, Alluvial- und Kolluvialböden überwiegen im Talboden und lassen sich in zahlreiche Bodenformen gliedern, die sich durch die Zusammensetzung der alluvialen Ablagerungen und die Tiefe des Grundwasserspiegels unter der Geländeoberfläche unterscheiden.

Braune podsolige Böden kommen vor allem auf den Schwemmkegeln der Seitenbäche und auf wenig geneigten Flächen der Talhänge vor.

Podsole finden sich am häufigsten an den bewaldeten Talhängen, deren Untergrund aus kristallinen Schiefen besteht.

Rendsina und Terra fusca (Kalksteinbraunlehm) sind die im Mesozoikum des Drauzuges (Lienzer Dolomiten) am häufigsten auftretenden Bodentypen, wobei Rendsina die Hänge und Terra fusca die Mulden bedecken.

Hochalpine Schuttfuren und Anfangsbodenbildungen überwiegen über der Waldgrenze in der Alm- und Felsregion.

Die Flora des Einzugsgebietes gliedert sich in die landwirtschaftlich genutzte Zone bis etwa 1200 m, in den überwiegend mit Fichte bestockten Nadelwaldgürtel bis 1800 m, in die Almregion bis etwa 2200 m und in das darüber liegende felsige Ödland.

Zur Beurteilung der Niederschlags- und Temperaturverhältnisse stehen die Meßstellen Lienz, Iselsberg und Oberdrauburg zur Verfügung. Nach dem Hydrographischen Jahrbuch (1963) ergeben sich für diese drei Meßstellen folgende Werte:

Lienz: Seehöhe 676 m, mittlere jährliche Niederschlagshöhe 960 mm, mittlere Jahrestemperatur 7,0° C;

Iselsberg: Seehöhe 1205 m, mittlere jährliche Niederschlagshöhe 1023 Millimeter, mittlere Jahrestemperatur 5,7° C;

Oberdrauburg: Seehöhe 635 m, mittlere jährliche Niederschlagshöhe 1244 mm, mittlere Jahrestemperatur 7,7° C.

Da die Einflüsse der Hochwasserkatastrophen auf das Grundwasservorkommen in seinem westlichen Teil am deutlichsten ausgeprägt waren, ist die Meßstelle Lienz am besten zur Beurteilung der Niederschlags- und Temperaturverhältnisse geeignet.

Die mittleren monatlichen Niederschlagssummen und Lufttemperaturen von 1957—1966 (zehnjähriges Mittel) sowie die Niederschlagssummen und mittleren monatlichen Lufttemperaturen für die Katastrophenjahre 1965 und 1966 sind in Tabelle 1 enthalten.

Tabelle 1

Meßstelle Lienz

Monat	Niederschlagshöhen in mm			Lufttemperaturen in °C		
	1957—66	1965	1966	1957—66	1965	1966
I	31	40	15	-5,8	-4,0	-7,0
II	33	0	40	-0,9	-4,2	2,0
III	38	41	31	3,1	2,2	3,2
IV	71	69	52	8,5	7,3	9,6
V	78	126	64	12,6	11,2	12,9
VI	105	51	68	16,4	16,4	17,1
VII	104	127	136	17,3	16,5	16,8
VIII	123	123	390	16,5	15,4	14,9
IX	87	315	58	13,5	11,9	14,1
X	107	0	121	7,8	7,3	10,8
XI	131	58	282	2,4	2,0	0,0
XII	82	43	54	-3,7	-3,4	-3,4
Summe:	990	993	1311	Mittel: 7,3	6,6	7,5

Die Hochwasserkatastrophen

Von den zahlreichen Hochwasser- und Unwetterkatastrophen der Jahre 1965 und 1966 wurde das Grundwasservorkommen im Becken von Lienz vor allem durch die drei größten beeinflusst. Es sind dies die Katastrophen vom 31. August bis 3. September 1965, 15. bis 18. August und 3. bis 4. November 1966. Zunächst werden jene Auswirkungen dieser Hochwässer beschrieben, die das Grundwasservorkommen beeinflussten. Es sind dies die Versickerung des Niederschlagswassers während der Katastrophentage, die Versickerung von Fremdwasser durch Überschwemmungen und Ausuferungen auch nach Aufhören der Niederschläge und schließlich die Überflutung mit teilweiser Zuschüttung der Grundwasserabflüsse (Lauen).

Während der Hochwasserereignisse wurden folgende Niederschlagssummen gemessen:

Meßstelle	31. Aug. bis 3. Sept. 1965	15. bis 18. Aug. 1966	3. u. 4. Nov. 1966
Lienz	199,2 mm	232,3 mm	258,1 mm
Iselsberg	144,6 mm	202,5 mm	146,7 mm
Oberdrauburg	143,7 mm	258,8 mm	235,1 mm

Da das Einzugsgebiet die 2,5- bis 4fache Fläche des Grundwasservorkommens einnimmt und hinsichtlich Morphologie, Geologie, Bodentypen und Flora auf kleinstem Raum oft große Unterschiede aufweist, hing der Einfluß der Niederschläge auf das Grundwasser vor allem davon ab, wo diese im Einzugsgebiet fielen.



Abb. 2: Bruch des Draudammes beim Bahnhof Nikolsdorf oberhalb der Draubrücke. Blick in Fließrichtung der Drau, aufgenommen am 27. August 1966. Linker oberer Bildteil: Nörsach auf dem Schwemmkegel des Chrysanthenbaches.

Foto Dipl.-Ing. J. ALTHALER (Lienz)

Auch hinsichtlich der Auswirkung der Hochwässer auf das Grundwasser ist die erwähnte Zweiteilung in die Gebiete westlich und östlich der Linie Debantbach—Bad Jungbrunn von entscheidender Bedeutung. Im westlichen Teil konnten während und nach den Katastrophen tagen die Niederschläge und das aus dem Einzugsgebiet oberirdisch abfließende Wasser zum größten Teil im Talboden versickern und dadurch das Grundwasser anreichern. Im östlichen Teil hingegen herrschte fast ausschließlich der oberirdische Abfluß vor, da vor allem im September 1965 und August 1966 die teilweise wochenlange Überflutung des Talbodens durch den Bruch der Draudämme (Abb. 2) eine Versickerung der Niederschläge verhinderte. Nur unter den Schwemmkegeln der Seitenbäche war ein Grundwasserspiegel vorhanden. Im Raum von Nikolsdorf, Lengberg und Lavant wurden im September 1965 14 km und im August 1966 20 km Lauen teilweise oder zur Gänze verschüttet, wodurch der Grundwasserspiegel bis zu zwei Meter anstieg. Während beider Katastrophen überschwemmte die Drau ein Gebiet von rund 10 km². Im November 1966 trat keine Überflutung des Talbodens durch die Drau ein. Nur durch die Seitenbäche wurden höchstens einige Tage lang Teilflächen des Talbodens überschwemmt. Die Novemberkatastrophe 1966 unterschied sich aber auch dadurch von den beiden anderen Hochwasserereignissen, daß große Niederschlagsmengen über der Waldgrenze als Schnee fielen und daher gespeichert worden sind. Dies wirkte sich auch auf die Spitzenabflüsse von Isel und Drau aus, wie aus folgenden Zahlen ersichtlich ist:

Pegel Lienz/Isel, E = 1198,7 km ²			
Datum	3. Sept. 1965	18. Aug. 1966	4. Nov. 1966
Q m ³ /s	720	690	170
q m ³ /s . km ²	0,60	0,58	0,14

Pegel Oberdrauburg/Drau, E = 2112,0 km ²			
Datum	3. Sept. 1965	19. Aug. 1966	5. Nov. 1966
Q m ³ /s	850	350	430
q m ³ /s . km ²	0,40	0,40	0,20

Die Abflußverhältnisse während der Katastrophen tagen veranschaulicht Abb. 3.

..... September 1965
 — August 1966
 - - - November 1966

30.8.	31.8.	1.9.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.
31.10.	1.11.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.

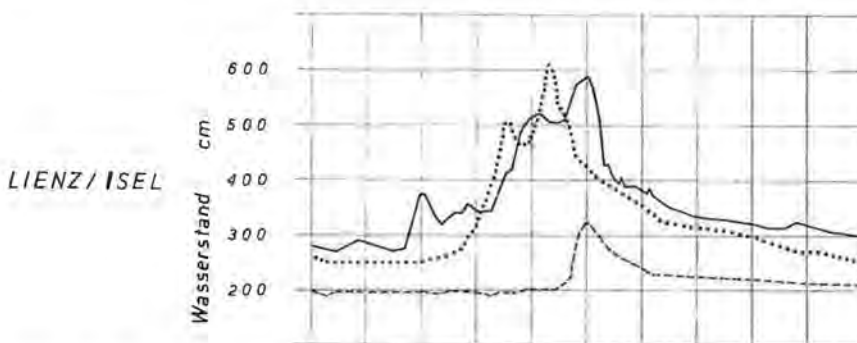


Abb. 3: Wasserstandsganglinien der Hochwässer im September 1965 und August und November 1966 am Pegel Lienz/Isel (aus H. SCHREIBER und H. ZETTL, 1967).

Die Meßstelle Lienz verzeichnete während der Hochwässer folgende tägliche Niederschlagssummen in mm:

31. Aug. 1965	10,6	15. Aug. 1966	16,8		
1. Sept. 1965	87,7	16. Aug. 1966	70,5		
2. Sept. 1965	93,3	17. Aug. 1966	107,3	3. Nov. 1966	119,4
3. Sept. 1965	7,6	18. Aug. 1966	37,7	4. Nov. 1966	138,7
Summe:	199,2		232,3		258,1

Der am 4. November 1966 in Lienz gemessene Wert von 138,7 mm ist die größte tägliche Niederschlagsmenge, die bei den Meßstellen Lienz, Iselsberg und Oberdrauburg während der drei Katastrophen festgestellt wurde. Dieser Wert entspricht einer Wassermenge von 138.700 m^3 je km^2 in 24 Stunden oder $1,6 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$.

Auswirkungen der Hochwasserkatastrophen auf das Grundwasser

1. Einflüsse auf den Grundwasserstand

Am deutlichsten und am besten zu beobachten war der Einfluß der Hochwasserkatastrophen auf den Grundwasserstand. Die Veränderungen des Grundwasserstandes hatten im Gegensatz zu den Auswirkungen

gen auf die übrigen Eigenschaften des Grundwassers auch die größte praktische Bedeutung, besonders für die Landwirtschaft. Im Gebiet von Dölsach, Lavant und Nikolsdorf waren die Rekultivierung überschwemmter Flächen und die landwirtschaftliche Nutzung durch das hochstehende Grundwasser monatelang erschwert oder unmöglich. Im gleichen Gebiet stand das Grundwasser in den Kellern von rund 40 Gebäuden bis zu vier Monate lang.

Die extremen Niederschläge der drei Katastrophen verursachten im allgemeinen einen grundwasserstromaufwärts zunehmenden Anstieg des Grundwasserspiegels. Ein überdurchschnittlicher Grundwasseranstieg war erwartungsgemäß im Bereich jener Gewässer zu verzeichnen, die große Sickerwassermengen abgaben, ebenso in Brunnen, die in Schichten mit geringen Porenvolumen abgeteuft sind.

Das Ausmaß des Grundwasseranstieges ist aus folgenden Werten ersichtlich. Der Tiefbrunnen der Stadt Lienz, Geländehöhe 671,0 m ü. A., in dem der Grundwasserstand am längsten (seit 1959) gemessen wird, verzeichnete in den Jahren vor den Katastrophen, also von 1959 bis 1964, eine mittlere jährliche Grundwasserschwankung von 2,55 m, mit einem Minimum im März und einem Maximum im Juli. Der höchste Grundwasserstand in diesem Zeitraum, 660,59 m ü. A., wurde im Juli 1962 gemessen, das sind 2,99 m über dem mittleren Grundwasserstand der Jahre 1959 bis 1964 von 657,60 m. Nach dem tiefsten bisher gemessenen Grundwasserstand von 655,44 m, am 18. März 1965, erfolgte bis 2. August 1965 ein Anstieg um 4,0 m auf 659,44 m und dann bis 1. September ein Absinken auf 659,11 m. Als Folge der vom 31. August bis 3. September gefallenen Niederschläge stieg der Grundwasserstand bis zum 14. Oktober rasch um 3,12 m auf 662,23 m an und fiel erst bis 15. April 1966 auf 657,55 m. Nach diesem, wegen der verzögerten Schneeschmelze so spät auftretenden Minimum erfolgte der jährliche Wiederanstieg diesmal um 2,97 m auf 660,52 m am 1. Juli. Durch die reichlichen Niederschläge im Juli sank der Grundwasserspiegel bis 5. August 1966 nur geringfügig auf 660,29 m. Die ungewöhnlich hohe Niederschlagssumme von 390 mm im August verursachte einen 2,30 m betragenden Grundwasseranstieg, wobei am 5. September mit 662,59 m ü. A. ein neuer Höchststand erreicht wurde. Bis 4. November fiel der Grundwasserspiegel auf 661,14 m. Die heftigen Niederschläge vom 3. und 4. November 1966 bewirkten einen neuerlichen steilen Grundwasseranstieg um 1,48 m bis zum 15. November. An diesem Tag wurde mit 662,62 m ü. A. der bisher höchste Grundwasserstand gemessen. Bis 10. April 1967 fiel der Grundwasserstand auf 658,73 m. Mit 660,12 m ergab sich 1966 auch der höchste bisher verzeichnete mittlere jährliche Grundwasserstand, das ist 2,12 m über dem achtjährigen Mittel von 1959 bis 1966. Einen ähnlichen Verlauf zeigen die Ganglinien der Grundwasserstände aller beobachteten Brunnen. Die Schwankungsbreiten zwischen Minima und Maxima nehmen jedoch von West nach

Ost, also grundwasserstromabwärts, stark ab. Der Unterschied zwischen dem Minimum im Frühjahr 1965 und dem Maximum 1966 betrug z. B. für einen Brunnen am Westrand von Lienz 9,0 m und einen Brunnen in Nikolsdorf nur 2,5 m.

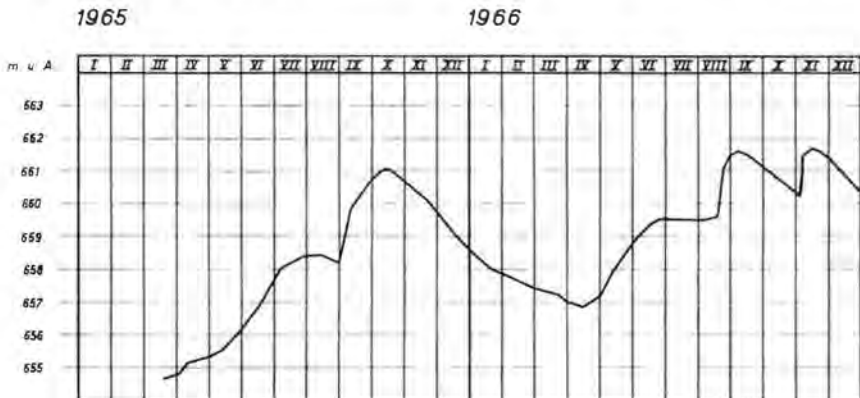


Abb. 4: Grundwasser-Ganglinie beim Tiefbrunnen Girstmair, Lienz, Kärntnerstraße.

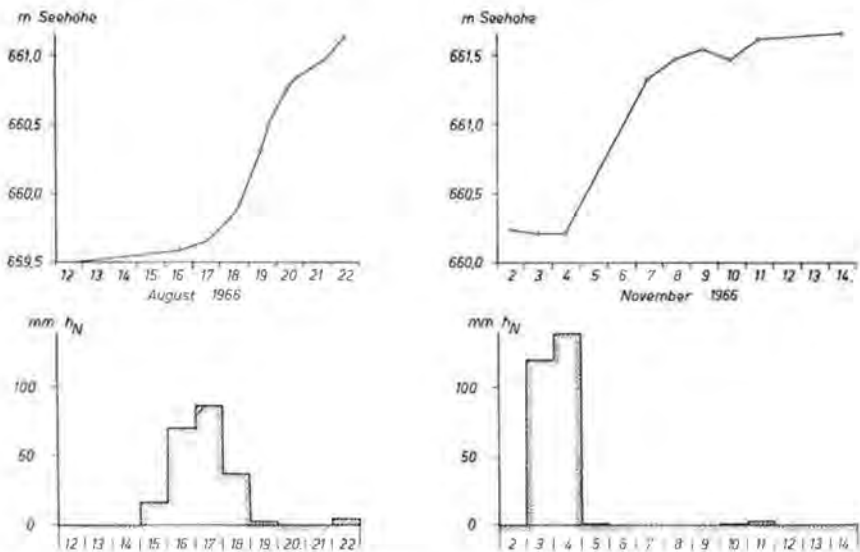


Abb. 5: Grundwasser-Ganglinien im Tiefbrunnen Girstmair (Lienz) und Niederschlagssummen der Meßstelle Lienz im August und November 1966.

Den charakteristischen Verlauf der Grundwasserstände in den Katastrophenjahren zeigt Abb. 4, aus der die Ganglinie im Brunnen Girstmair, Geländehöhe 668,20 m ü. A., am Nordostrand von Lienz ersichtlich ist und von dem auch die meisten Grundwasserstandsmessungen in diesen beiden Jahren vorliegen. Abb. 5 zeigt für den gleichen Brunnen den Grundwasseranstieg nach den ergiebigen Niederschlägen im August und November 1966. Auffallend ist, daß der Grundwasseranstieg erst etwa einen Tag nach dem Beginn der Niederschläge einsetzte. Bei den Brunnen am westlichen Stadtrand von Lienz konnte sogar eine Verzögerung von drei Tagen festgestellt werden. Diese Erscheinung hängt zweifellos mit der Tiefe des Grundwasserspiegels unter der Geländeoberfläche und dem Vorkommen minderdurchlässiger Schichten über dem Grundwasser zusammen.

Der bisher rascheste Grundwasseranstieg wurde am 19. August 1966 beim Brunnen Girstmair mit 2,18 cm je Stunde beobachtet.

Bemerkenswert ist die in der Regel auftretende Phasenverschiebung hinsichtlich des Zeitpunktes der niedersten und höchsten Grundwasserstände, wobei diese Extremwerte um so früher auftreten, je weiter grundwasserstromabwärts der beobachtete Brunnen liegt. Nach den Niederschlägen vom 3. und 4. November 1966 erreichte z. B. der Grundwasserstand südlich von Dölsach schon am 7. November seinen Höchststand, am westlichen Stadtrand von Lienz jedoch erst am 21. November. Noch größer war der Zeitabstand nach der Septemberkatastrophe 1965. Südlich von Dölsach trat das Maximum des Grundwasserstandes schon am 8. September 1965 ein, am westlichen Stadtrand von Lienz jedoch erst am 14. Oktober 1965.

Sehr unterschiedlich war der Einfluß des Sickerwassers aus Flüssen und Bächen auf den Grundwasserstand. So war trotz der großen Abflußmengen in Isel und Drau auch in Ufernähe kein eindeutig nachweisbarer Einfluß von Sickerwasser dieser Flüsse auf den Grundwasserstand festzustellen. Beobachtungen an Brunnen auf Schwemmkegeln und in geringer Entfernung von Seitenbächen ließen jedoch deutlich die Beeinflussung des Grundwasserstandes durch Sickerwasser erkennen. So liegt zum Beispiel in einem Brunnen am Debantbach der Grundwasserspiegel im Normalfall 0,60 bis 0,80 m tiefer als in einem rund 700 m grundwasserstromaufwärts gelegenen. Bei größerer Wasserführung des Debantbaches jedoch übersteigt die Grundwasserspiegelhöhe im Brunnen am Debantbach jene im grundwasserstromaufwärts gelegenen bis zu 0,55 m. Auch in den an viel kleineren Bächen gelegenen Brunnen war der Grundwasseranstieg bis zu 3,0 m größer als in den von Bachwasser unbeeinflussten.

2. Einflüsse auf das Grundwassergefälle

Da das Spiegelgefälle des Grundwasservorkommens im Becken von Lienz in der Regel vom Grundwasserstand abhängig ist, beeinflussen

die ergiebigen Niederschläge während der Hochwasserkatastrophen nicht nur den Grundwasserstand, sondern auch das Grundwassergefälle. Die bisherigen Beobachtungen ergaben, daß das mittlere Grundwassergefälle zweier in Fließrichtung liegender Brunnen im allgemeinen mit dem Ansteigen des Grundwasserstandes zunimmt. Im Jahr 1965, mit seinem extrem niedrigen und extrem hohen Grundwasserstand, nahm das durchschnittliche Spiegelgefälle zwischen dem Brunnen der Stadt Lienz und einem 2,5 km grundwasserstromabwärts gelegenen Brunnen südlich von Nußdorf zwischen März und Oktober von 1,26‰ auf 2,06‰ zu. Noch größer war die Zunahme des Gefälles östlich davon, im Gebiet südlich von Dölsach. Hier nahm das durchschnittliche Spiegelgefälle zwischen zwei 1,75 km entfernten Brunnen im gleichen Zeitraum von 1,83‰ auf 3,31‰ zu. Die Veränderung des Grundwassergefälles ist vor allem dadurch bedingt, daß, wie bereits erwähnt, die Schwankungen der Grundwasseroberfläche grundwasserstromaufwärts zunehmen.

Ab der zweiten Hälfte des Jahres 1966 wurden an einigen Brunnen rund 2 km östlich von Lienz die Veränderungen des Grundwassergefälles beobachtet, welche wegen der beiden Hochwasserereignisse in diesem Zeitraum besonders ausgeprägt waren.

Das Ergebnis dieser Beobachtungen ist aus Tabelle 2 ersichtlich.

Tabelle 2

Datum	Gefälle in ‰	Grundwasserstand m ü. A. 2 km östlich von Lienz
2. Aug. 1966	1,6	657,15
29. Aug. 1966	2,5	658,82
12. Sept. 1966	2,1	658,61
15. Nov. 1966	2,1	658,80
29. Nov. 1966	2,2	658,51
6. März 1967	1,4	656,15
30. Aug. 1967	2,1	657,06

Aus der obigen Tabelle und aus anderen Beobachtungen des Grundwassergefälles von Meßstellen geringer Entfernung (bis etwa einigen hundert Metern) ist ersichtlich, daß zwischen Wasserstand und Gefälle auf so engem Raum keine ganz regelmäßige Beziehung besteht. Eine ausschließlich lineare Beziehung konnte nur für das durchschnittliche Spiegelgefälle über 1 km entfernt liegender Brunnen festgestellt werden.

3. Einflüsse auf die Fließrichtung des Grundwassers

Die Speisung des Grundwasservorkommens durch große Mengen von Niederschlagswasser während und nach einer Katastrophe wirkte

sich auf die Fließrichtung des Grundwassers sehr stark aus. Diese Beeinflussung wurde jedoch nicht nur durch die Versickerung von Niederschlagswasser während eines Hochwassers, sondern in noch weit größerem Ausmaß durch das nach Aufhören der Niederschläge von den Talhängen abfließende und im Talboden versickernde Wasser verursacht. Dies geht schon allein aus dem bereits erwähnten Umstand hervor, daß Höchststände des Grundwassers erst wochenlang nach den Niederschlägen auftreten. Dazu kommt noch, daß mit der Zunahme der Wasserführung in den Seitenbächen auch weit mehr Bachwasser versickerte.

Die Auswirkungen auf die Fließrichtung des Grundwassers veranschaulicht Abb. 6, die sich auf jene Brunnengruppe bezieht, für die auch in Tabelle 2 das Grundwassergefälle an verschiedenen Tagen angegeben ist.

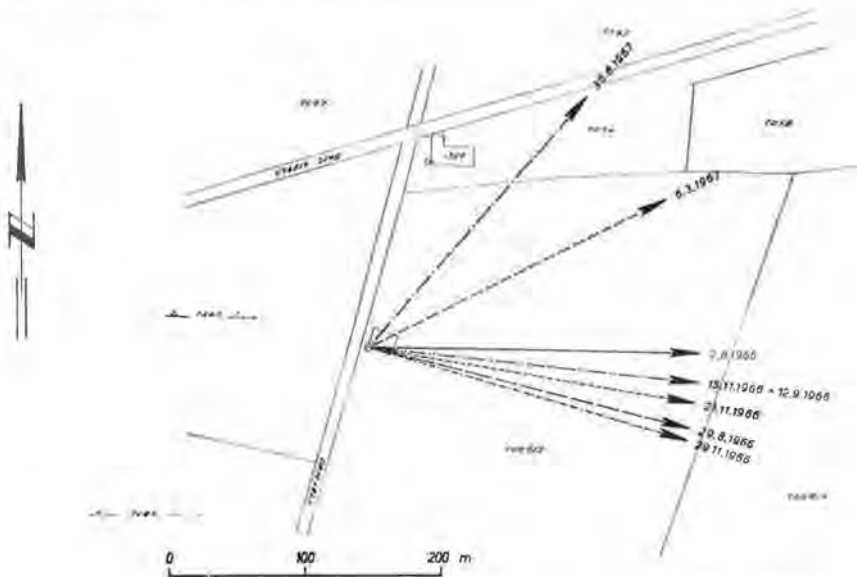


Abb. 6: Fließrichtungen des Grundwassers vom 2. August 1966 bis 30. August 1967, ermittelt aus Grundwasserstandsmessungen in einigen Brunnen 2 km östlich von Lienz.

Beim Vergleich der Fließrichtungen mit den entsprechenden Grundwasserständen ist ersichtlich, daß wie beim Grundwassergefälle keine regelmäßige Beziehung zwischen Fließrichtung und Wasserstand besteht. Obwohl die Drau nur 100—200 m entfernt ist, konnte kein Zusammenhang zwischen dem Wasserstand der Drau und der Fließrichtung des Grundwassers festgestellt werden.

4. Einflüsse auf die Grundwassertemperatur und den Chemismus des Grundwassers

Nach den bisher durchgeführten Messungen liegt die Temperatur des Grundwassers im langjährigen Durchschnitt zwischen 7 und 9° C und ist mindestens 1° C höher als die mittlere Jahres-Lufttemperatur. Die Schwankungen der Wassertemperatur sind im westlichen Teil wegen der größeren Tiefenlage der Grundwasseroberfläche viel geringer als im östlichen. Angaben über das genaue Ausmaß der Schwankungen fehlen, da regelmäßige Temperaturmessungen bisher nicht durchgeführt wurden.

Vom Hygienischen Institut der Universität Innsbruck, Vorstand Prof. Dr. Alfred SCHINZEL, wurden mit finanzieller Unterstützung des Hydrographischen Zentralbüros in Wien Messungen der Wassertemperatur und chemische Analysen durchgeführt. Da die Probenentnahmen für die Analysen am 10. August und 27. September 1966, also vor und nach dem Hochwasser vom August, durchgeführt wurden, ermöglichten diese Untersuchungen die Feststellung von Auswirkungen der Katastrophe auf die Temperatur und den Chemismus des Grundwassers. Die insgesamt elf Entnahmestellen für diese Analysen verteilten sich auf ein Gebiet von 5 km², das nördlich der Drau bei Nußdorf und Dölsach liegt.

Der Grundwasserstand lag in zehn Fällen bis zu 5 m und in einem Fall rund 18 m unter der Geländeoberfläche. Zusätzlich wurde noch je eine Wasserprobe aus der Drau und aus dem Debantbach untersucht. Die zwischen 11,0 und 11,6° C liegenden Wassertemperaturen der Drau und des Debantbaches änderten sich nur wenig, ebenso die Grundwassertemperaturen südlich von Dölsach. Hingegen stiegen die in den fünf Brunnen bei Nußdorf gemessenen Wassertemperaturen um 0,9 bis 2° C auf 8,0 bis 12,5° C. Auch die im Raum von Lienz nach der Katastrophe ermittelten Wassertemperaturen waren an fünf von acht Entnahmestellen höher als früher gemessene Temperaturen in diesem Gebiet.

Folgende chemische Eigenschaften der Wasserproben wurden analysiert: Die Wasserstoffionenkonzentration (pH-Wert), elektrometrisch gemessen nach Einlangen im Laboratorium. Die elektrolytische Leitfähigkeit K_{18} in 10⁻⁶ S. Die Gesamthärte, die Karbonathärte und die Nichtkarbonathärte in Deutschen Härtegraden. Der Sulfatgehalt wurde bei einer Höhe bis 12 mg/l nach Methode Winkler und bei Gehalten von über 12 mg/l nach der Benzidin-Methode bestimmt.

Der niedrigste gemessene pH-Wert betrug 7,06, der höchste 8,47. Bis auf zwei Ausnahmen war der pH-Wert vor der Katastrophe höher als nachher, und zwar um 0,08 bis 0,90.

Die elektrolytische Leitfähigkeit stieg mit einer Ausnahme, bei der sie unverändert blieb, überall deutlich an, in einem Fall sogar auf über das Vierfache. Die gemessenen Werte liegen zwischen 5,15 und 60,95.

Auch die Gesamthärte und die Karbonathärte erreichten mit der gleichen Ausnahme, ein Brunnen am Debantbach, am 27. September höhere Werte als am 10. August 1966. Für die Gesamthärte wurden Werte zwischen 1,50 und 16,60 und die Karbonathärte zwischen 1,01 und 11,85 Deutschen Härtegraden ermittelt. Die errechnete Nichtkarbonathärte stieg ebenfalls bis auf zwei Ausnahmen an und lag zwischen 0,49 und 4,75 Deutschen Härtegraden.

Während zwischen den analysierten Werten des Drauwassers und des Grundwassers auch benachbarter Brunnen kein Zusammenhang festzustellen ist, wird das Grundwasser im Bereich des oben erwähnten Brunnens am Debantbach deutlich durch Sickerwasser dieses Baches beeinflusst.

Der Sulfatgehalt blieb bei neun Proben unverändert unter 12 mg/l, stieg in zwei Fällen an und wurde in zwei weiteren geringer, so daß eindeutige Auswirkungen auf den Sulfatgehalt nicht feststellbar sind.

Die oben erwähnten Untersuchungsergebnisse lassen somit eine stärkere Mineralisierung des Grundwassers durch den außerordentlich starken Fremdwasserzufluß, vielleicht auch als Folge eines Anstieges des Grundwasserspiegels, erkennen.

Zusammenfassung

Das Grundwasservorkommen von Lienz und Umgebung erstreckt sich beiderseits der Drau vom Ausgang des Pustertales bei Leisach bis zur Grenze der Bundesländer Kärnten und Tirol. Begrenzt von steilen, über 2000 m hohen Bergen aus kristallinen Schiefen und mesozoischen Gesteinen und nur an drei Engstellen des Drau- bzw. Iseltales mit anderen Grundwasservorkommen verbunden, haben sich auf einer fast 35 km² großen, über 16 km langen und bis zu 4 km breiten Fläche in quartären Ablagerungen unbekannter Mächtigkeit große Grundwassermengen angesammelt. Dem westlichen Teil mit ausschließlich unterirdischem Grundwasserabfluß steht ein etwa gleich großer östlicher mit unter- und oberirdischem Abfluß gegenüber. Das fast 135 km² große Einzugsgebiet zuzüglich unbekannter Sickerwassermengen des Debantbaches ermöglicht einen Grundwasserabfluß von mindestens 3 m³/sec, gespeist durch mittlere jährliche Niederschlagshöhen von 900 bis 2000 mm.

Die drei Hochwässer vom September 1965, August und November 1966 mit gemessenen Niederschlagssummen von 144–259 mm beeinflussten das Grundwasservorkommen sehr stark. Nach den Katastrophen wurden Hebungen der Grundwasseroberfläche bis zu 4,80 m und eine Zunahme des Grundwassergefälles um mehr als 50% beobachtet. Die Fließrichtung änderte sich bis zu 90°. Nach dem Hochwasser im August 1966 konnte an einigen Brunnen ein Ansteigen der Grundwassertemperatur um 0,9 bis 2° C festgestellt werden. Noch ausgeprägter waren die

Auswirkungen dieses Ereignisses auf verschiedene chemische Eigenschaften des Grundwassers. Der pH-Wert, die elektrolytische Leitfähigkeit, die Gesamthärte, die Karbonat- und die Nichtkarbonathärte stiegen deutlich an.

Der Verfasser ist sich dessen bewußt, daß in den obigen Ausführungen vieles nur gestreift oder gar nicht (z. B. die Fließgeschwindigkeit) behandelt wurde. Da jedoch alle Beobachtungen und Untersuchungen ohne Beeinträchtigung der dienstlichen Aufgaben des Kulturbauamtes durchgeführt werden müssen, sind die finanziellen und personellen Möglichkeiten sehr beschränkt. Die vorliegende Abhandlung soll daher lediglich ein Beitrag zur Kenntnis eines der zahlreichen, in der Literatur jedoch kaum behandelten Grundwasservorkommen inneralpiner Täler sein.

Literatur

- ANDERLE, N.: Zur Kenntnis der Grundwasserverhältnisse der Umgebung von Lienz, Villach, Klagenfurt und Wolfsberg. Jb. Geol. B. A., Wien 1954.
- BECK-MANNAGETTA, P.: Geologische Übersichtskarte der Republik Österreich. Bundesamt f. Eich- und Vermessungswesen, Wien 1964.
- BFMMELEN, R. W. van und MEULENKAMP, J. E.: Beiträge zur Geologie des Drauzuges. Die Lienz Dolomiten. Jb. Geol. B. A., Wien 1965.
- EXNER, Ch.: Die Perm-Trias-Mulde des Gödnachgrabens an der Störungslinie von Zwischenbergen (Kreuzeckgruppe, östlich Lienz). Verh. Geol. B. A., Wien 1962.
- SCHREIBER, H. und ZETTL, H.: Hydrographische Charakteristik der Hochwasserkatastrophen im August und November 1966 in Österreich. Österr. Wasserwirtschaft, 19, 3/4, Wien 1967.
- Hydrographisches Jahrbuch von Österreich, Wien 1963.
- Unveröffentlichte Gutachten des Hygienischen Instituts der Universität Innsbruck, des Bundesinstituts für Kulturtechnik und Technische Bodenkunde in Petzenkirchen, Niederösterreich, sowie Berichte und Unterlagen des Amtes der Tiroler Landesregierung, Abt. III g (Kulturbauamt), Außenstelle Lienz.

Summary

The ground water body of Lienz and the surrounding districts extends on both sides of the river Drau from the mouth of the Pustertal at Leisach to the border between the provinces of Carinthia and Tyrol. Bordered by steep mountains, over 2000 m high, consisting of crystalline schists and mesozoic rocks, and connected with other ground water bodies only at three narrow points of the Drau and Isel valleys a large reservoir of ground water has formed. The reservoir covers an area of 35 sqkm, is approx. 16 km long and up to 4 km wide, and is situated in quaternary deposits of unknown thickness.

The reservoir has two discharge outlets, one underground outlet in the western part, and an underground and surface outlet of approx. the same size in the eastern part. The ground water discharge of min. 3 cbm/sec is given by a 135 sqkm recharge area and by an unknown amount of infiltration water of the Debantbach. The discharge is based on an average rainfall of 900 to 2000 mm per annum.

The three floods of September 1965, August and November 1966 with a measured rainfall of 144—259 mm had a great effect on the ground water body. An elevation of the ground water table up to 4.80 m and a gain of ground water inclination up to more than 50% were recorded after the floods. The flow direction changed up to 90°. A raise of ground water temperature of 0.9 to 2° C was also recorded in some wells after the floods. Even more significant was the change of the chemical characteristics of the ground water. The pH-value, the electrolytic conductivity, the total hardness, the carbonate- and noncarbonate hardness increased considerably.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Günther PLATZER, Kulturbauamt, Außenstelle Lienz
Kärntnerstraße 43, 9900 Lienz