

Zur Kenntnis der Grundwasserverhältnisse der Umgebung von Lienz, Villach, Klagenfurt und Wolfsberg

Von Nikolaus Anderle
(Mit Tafel XXII und XXIII)

Inhalt

	Seite
I. Einleitung	337
II. Die Grundwasserverhältnisse des Villacher Beckens	340
1. Der geologische Aufbau des Villacher Beckens	340
2. Die Grundwasserverhältnisse im Villacher Becken	343
III. Die Grundwasserverhältnisse der Umgebung von Lienz	347
1. Der geologische Aufbau des Beckens von Lienz in Osttirol	347
2. Die Grundwasserverhältnisse des Lienzer Beckens	349
IV. Die Grundwasserverhältnisse im Becken von Klagenfurt	351
1. Der geologische Aufbau der Umgebung von Klagenfurt	351
2. Die Grundwasserverhältnisse im Becken von Klagenfurt	354
V. Die Grundwasserverhältnisse von Wolfsberg und Umgebung	359
1. Der geologische Aufbau von Wolfsberg und Umgebung	359
2. Die Grundwasserverhältnisse von Wolfsberg und Umgebung	361
Literaturverzeichnis	365

I. Einleitung

In der vorliegenden Arbeit sollen für die industriell wichtigeren Gebiete Kärntens und Osttirols die Grundwasserverhältnisse einiger größerer Städte und deren Umgebung kurz erläutert werden. Es wurden daher für die Gebiete Villach, Klagenfurt, Wolfsberg und Lienz Grundwasserkarten im Maßstabe 1:50.000 (Tafel XXII und XXIII) entworfen, in welchen die Grundwasserverhältnisse dieser Räume übersichtlich dargestellt werden konnten.

In den von den Grundwasserkarten erfaßten Gebieten sind vorwiegend jene Räume der Umgebung der oben erwähnten Städte eingeschlossen, die für die Wasserversorgung der Stadt- und Industriezentren von Bedeutung sind. Darüber hinaus ergeben sich mit Hilfe der in den Grundwasserkarten erfaßten räumlichen Verteilung der Grundwasserreserven für die Stadtplanung bedeutungsvolle Aspekte im Hinblick auf die landwirtschaftlich und gärtnerisch nutzbaren Bodenflächen, für deren Regelung des Wasserhaushaltes auch das Grundwasser eine wesentliche Rolle spielt.

In den beiliegenden Grundwasserkarten (Tafel XXII und XXIII) Villach, Klagenfurt, Wolfsberg und Lienz ist entsprechend der für den gewählten Maßstab 1:50.000 beabsichtigten Übersichtsdarstellung der Grundwasserverhältnisse der Abstand des von der Erdoberfläche entfernten Grund-

wasserspiegels in den Vordergrund gestellt worden, wobei der Abstand des Grundwasserspiegels in mehrere Tiefenbereiche gegliedert wurde. Allgemeine Gesichtspunkte waren dabei maßgebend; so daß die in der Grundwasserkarte getroffene Einteilung der Tiefenbereiche auch planungstechnischen Bedürfnissen entspricht. In der Grundwasserkarte sind daher folgende Tiefenbereiche des Grundwasserspiegels ausgeschieden:

1. Tiefe des Grundwasserspiegels	0—2 m	unter der Erdoberfläche			
2. „ „	2—4 m	„	„	„	„
3. „ „	4—7 m	„	„	„	„
4. „ „		tiefere als 7 m	„	„	„

Bei dieser getroffenen Einteilung wurde entsprechend der Abgrenzung der gegliederten Grundwassertiefenbereiche der durchschnittliche Grundwassermittelstand zugrunde gelegt, ähnlich wie dies auch bei oberirdischen Gewässern, wie z. B. bei Flußläufen und Seen durch den für hydrologische Zwecke ermittelten Flußspiegelmittelstand oder durch die Fixierung des mittleren durchschnittlichen Seespiegels im allgemeinen üblich ist. Durch Tief- oder Hochstände beeinflusste mögliche Veränderungen des Grundwasserspiegels wurden in den Karten nicht berücksichtigt. Es würde dies auch mit dem Darstellungsprinzip einer Grundwasserkarte nicht zu vereinbaren sein. Die Veränderungsformen des Grundwasserspiegels werden in den folgenden Abschnitten noch näher besprochen werden, so daß dadurch einer entsprechenden Ergänzung der in der Natur tatsächlich vorkommenden Erscheinungen gegenüber der in den Karten festgehaltenen durchschnittlichen starren Verhältnisse in geeigneter Form Rechnung getragen wird.

Gemäß der durch Hoch- und Tiefwasserstände beeinflussten Grundwasserspiegelveränderungen verschneiden sich häufig die tatsächlichen Verhältnisse der Natur mit jenen in den Grundwasserkarten als Durchschnitt festgehaltenen Mittelwerte der abgegrenzten Grundwassertiefenbereiche. Die in der Karte festgehaltenen Grenzlinien zwischen den einzelnen Grundwassertiefenbereichen verlagern sich also bei überdurchschnittlichen Verhältnissen entweder zum Flußlauf- oder auch wenn es sich um einen in der Umgebung eines Sees befindlichen Grundwasserspiegel handelt, zum See- oder in entgegengesetzter Richtung. Der erstere Fall tritt bei Niederwasser ein, während im zweiten Fall Hochwasserstände auch größere Gebiete in die oberste Tiefenstufe des Grundwasserbereiches einbeziehen können.

Wie schon oben erläutert, wurden die nahe unter der Erdoberfläche gelegenen Grundwasserbereiche in drei Tiefenstufen gegliedert, wobei die oberste Zone mit einem Grundwasserbereich von 0—2 m unter Flur alle Sumpfgebiete umfaßt. Jedoch beschränkt sich diese Zone nicht nur auf die Sumpfgebiete, denn bei Sumpfgebieten liegt der Grundwasserspiegel meist zwischen 0—1 m unter Flur, was eine entsprechende Versauerung des Bodens und der Vegetation bedingt. Sie umfaßt auch die für Grünland und zum Teil auch für Ackerbau gut geeigneten Alluvialgebiete der Flußtäler. Abgesehen von den entwässerungsbedürftigen Sumpfgebieten, die besonders in den Alpentälern große Räume einnehmen, gehören hierher jene landwirtschaftlichen Gebietsstreifen, bei welchen durch die günstigen hydrologischen Verhältnisse des Bodens die besten

Ertragsbedingungen erreicht werden können. Der Boden ist durch eine hinreichende Feuchtigkeit gekennzeichnet, so daß die meisten Kulturpflanzen ihren Wasserbedarf bei Ermangelung von entsprechenden Niederschlägen noch aus dem Grundwasserbereich decken können, sofern es sich nicht um zu nasse, durch zu hohen Grundwasserstand entstandene Sumpfbereiche handelt.

Die zweite Tiefenstufe des Grundwasserbereiches umfaßt jene Flächen, die im allgemeinen eine Grundwassertiefe von 2—4 m unter Flur aufweisen. Diese Böden sind in den meisten Fällen vorzüglich für Ackerkulturen geeignet und teilweise noch bei geeigneten Bodenverhältnissen auch für Wiesen und Weidenkulturen nutzbar. Von gewissen Tiefwurzlern — und solche gibt es unter den für den Ackerbau nutzbaren Kulturpflanzen eine große Zahl — wird noch das dem Grundwasser aufsitzende Kapillarwasser von den Pflanzen erreicht, so daß auch hier in vielen Fällen noch eine zusätzliche Wassermenge der Pflanze zur Verfügung steht. Auch kann der Grundwasserspiegel, meist durch Flußspiegelveränderungen hervorgerufen, in dieser Zone ganz erheblich steigen, so daß diese Flächen oft vorübergehend eine Grundwassertiefe erreichen, die über der 2 m Grenze zu liegen kommt. Tritt dieser Zustand während der Vegetationsperiode ein, so beziehen die auf diesen Flächen angebauten Kulturpflanzen ebenfalls vom Grundwasserbereich ihren notwendigen Wasserbedarf.

Auch diese Flächen werden meist von den Flußalluvionen eingenommen, so daß durch die in der Grundwasserkarte vorgenommene Gliederung der Grundwassertiefenbereiche in den meisten Fällen schon eine geologisch-morphologische Grenze der Flußtäler deutlich wird.

Die dritte Stufe mit einer Grundwassertiefe von 4—7 m unter der Erdoberfläche bildet in den meisten Tallagen eine Übergangzone zu den größeren Tiefenbereichen des Grundwasserspiegels. Sie ist nicht überall in der Karte zum Ausdruck gebracht, weil die Grenze zwischen diluvialen oder auch altalluvialen Hochflächen häufig durch terrassenförmige Stufen gebildet wird, so daß infolge des kleinen Maßstabes die in der Karte darzustellende Übergangzone vielfach weggelassen werden mußte. Von dieser Zone werden entweder noch altalluviale Flächen eingenommen oder es sind auch schon diluviale Niederterrassen davon betroffen, die einen relativ hohen Grundwasserspiegel aufweisen.

Die in der Grundwasserkarte ausgeschiedenen Flächen mit einer Grundwassertiefe von mehr als 7 m entsprechen geologisch hauptsächlich den diluvialen Hochterrassenflächen oder auch den Schuttkegeln, in denen sich das Grundwasser infolge der großen Durchlässigkeit der diluvialen Ablagerungen in größeren Tiefen aufhält und die daher je nach Boden- und Niederschlagsverhältnissen häufig ausgesprochene Trockengebiete darstellen. Allerdings hängt der Trockenheitsindex eines Gebietes auch von den Niederschlagsmengen ab, so daß nicht alle unter dieser Gruppe zusammengefaßten Flächen als Trockengebiete anzusehen sind.

In Gebieten, in welchen das Grundwasser in mehreren Grundwasserhorizonten verbreitet ist und wo daher mehrere Grundwasserstockwerke übereinandergelagert sind, wurde in den Grundwasserkarten immer der jeweilig oberste, d. h. der erste unter der Erdoberfläche erreichbare Grundwasserspiegel dargestellt. Es war dies auch naheliegend, denn die Bedeutung des obersten Grundwasserspiegels und seine Beziehungen mit der Erdober-

fläche sollte in erster Linie in den Vordergrund gestellt werden. In den meisten Fällen sind wir auch gar nicht näher über Lage und Mächtigkeit der tiefer unter Flur gelegenen Grundwasserstockwerke orientiert, so daß diese Verhältnisse nicht in den Kreis der systematischen Betrachtung einbezogen werden konnten. Die Existenz der tiefer gelegenen Grundwasserstockwerke bedeutet allerdings einen sehr wesentlichen Faktor im Wasserhaushalt der Natur, so daß häufig im Bedarfsfalle die Wassergewinnung auf das tiefere Grundwasserstockwerk ausgedehnt werden mußte, wenn die Wasserergiebigkeit des obersten Grundwasserstockwerkes nicht entsprechend ausreichte. In den meisten Alluvionen und auch im Bereich der Diluvialgebiete unserer Alpenländer sind infolge des häufig auftretenden Schichtwechsels der lockeren Absatzgesteine (Sedimentationsrhythmus zwischen feinkörnigen Tonen, Lehmen und grobkörnigen Sanden, Kiesen und Schotterablagerungen) häufig mehrere übereinandergelagerte Grundwasserstockwerke vorhanden, so daß, wenn das oberste Grundwasserstockwerk keine besondere Mächtigkeit aufweist, größere Wassermengen für Industierzwecke erst in tieferen Grundwasserstockwerken gewonnen werden können.

Auch das in tieferen Grundwasserstockwerken häufig auftretende gespannte artesische Grundwasser wurde im Rahmen der Grundwasserkarten nicht näher in Betracht gezogen, denn die diesbezüglichen Forschungsergebnisse sind bis auf die Kenntnis über kleinere Gebiete im gesamten Bundesgebiet noch sehr lückenhaft. Es ist klar, und das haben auch schon einige wenige Versuche gezeigt, daß das artesische Grundwasser in den Alpentälern häufig eine große Rolle spielt und eine regionale Verbreitung aufweist. Es muß daher einer weiteren systematischen Forschung der artesischen Grundwasserbereiche in Zukunft eine erhöhte Bedeutung beigemessen werden.

II. Die Grundwasserverhältnisse des Villacher Beckens

1. Der geologische Aufbau des Villacher Beckens

Die Anlage des Villacher Beckens ist tektonisch bedingt und geht auf die gebirgsbildenden Ereignisse des der Eiszeit vorangegangenen Tertiärzeitabschnittes zurück. Dagegen ist der heute in Erscheinung tretende geologische Aufbau des Villacher Beckens im wesentlichen ein Ergebnis der in diesem Raume erfolgten diluvialen Ereignisse, die durch die Bewegungsphasen des Drau-, Gail- und Gegendalgletschers beherrscht waren. Die Ablagerungen der Eiszeit bestimmen im Villacher Becken den heutigen Rahmen und beeinflussen im allgemeinen die in der Umgebung von Villach vorhandenen Grundwasserverhältnisse.

Den N-Rand des Villacher Beckens bildet das kristalline Grundgebirge des Wollanig, des Oswaldibergl und der Gerlitzten. Im W wird das Becken von den Ausläufern des Dobratsch und des Bleiberger Erzberges begrenzt, die vorwiegend aus sedimentogenen Triaskalken bestehen. Im S bildet die Gail-Faakerseefurche, welche im S von dem Gebirgszug der Karnischen Alpen und der Karawanken begrenzt ist, die Grenze des Villacher Beckens.

Das Villacher Becken ist zum größten Teil von eiszeitlichen Ablagerungen begrenzt. Postglazial sind große Teile des Villacher Beckens von den Flußalluvionen des Drau- und des Gailflusses sowie des aus dem N kommenden

Seebaches bedeckt worden, so daß besonders die östlich und südlich der Stadt Villach gelegenen Gailauen von jüngeren Flußsedimenten eingenommen werden.

Im allgemeinen wird das Villacher Becken von vier voneinander abweichenden charakteristischen Landschaftstypen beherrscht, deren Gestaltungsbild auf die eiszeitlichen Vorgänge zurückzuführen sind und die in bezug auf die Grundwasserverhältnisse typische Gesetzmäßigkeiten beinhalten.

1. Das Gebiet der östlich der Stadt Villach und des Gailflusses gelegenen Dobrawa, die die zwischen dem Gailfuß und dem Faakersee gelegenen Höhenrücken aufbaut. Sie bildet einen Moränenwall des Draugletschers, welcher beim Rückzug desselben während eines Stillstandes zur Ablagerung gekommen ist.

2. Die besonders westlich von Villach gelegenen Hochterrassenflächen, welche die zwischen Obere Fellach, St. Georgen und Villach gelegenen Flächen und nördlich der Drau die Flächen der Umgebung von Lind aufbauen. Sie bestehen vorwiegend aus den Eiszeitschottern und -sandden der Würm- und Nachwürmzeit.

3. Die mehrfach in der Umgebung von Villach verbreiteten Toteislandschaften, die besonders die Umgebung des Eggerteiches im W, die Umgebung der St. Leonharder Seen im N und die Umgebung des St. Magdalen Sees im O der Stadt in eine stark in Höhenkuppen, Wannern, Mulden und Talgerinnen gegliederte Landschaft auflösen. In diesen Gebieten blieben schon mit dem Hauptgletscher nicht mehr in Verbindung stehende Eisreste längere Zeit zurück, wodurch eine verstärkte eigentümliche Erosionsbasis geschaffen wurde und somit die für dieses Gebiet typischen Grundwasserverhältnisse geschaffen wurden.

4. Das Gebiet der Flußauen, die in der Umgebung Villachs, besonders im O der Stadt, das Auengelände des Drau- und Gailflusses aufbauen. Im N bei St. Ruprecht bei Villach wird besonders das Verlandungsgebiet des Ossiacher Sees von den jüngsten Ablagerungen des Alluviums eingenommen. Diese Gebietsflächen sind zum Teil aus anmoorigen Bodenablagerungen aufgebaut, während der tiefere Untergrund aus den Gegendal-schottern des Treffnerbaches besteht.

Morphologisch zeichnen sich die Würmzeitschotterablagerungen durch eine im W Villachs gegen die Stadt gerichtete Terrassengliederung in der Landschaft ab. Das gleiche Bild findet sich auch in der terrassenförmigen Anordnung der Bodenflächen, welche nördlich der Drau die Umgebung von Lind aufbauen. Die Mächtigkeit der Ablagerungen wechselt stark. Sie werden vorwiegend von Sanden und Schottern zusammengesetzt, die sich besonders in den größeren Tiefen, häufig aber schon nahe der Oberfläche unter dem Druck der Eislast zu zusammenhängenden, aber chemisch noch nicht diagenetisierten Konglomeraten verfestigt haben.

Davon abweichend sind die Verhältnisse im Bereich der oben erwähnten Toteislandschaften. Dort sind die Ablagerungen einem stärkeren Wechsel zwischen grobkörnigen (Schotter, Sande) und feinkörnigen Ablagerungen (Bändertone) unterzogen, wodurch auf Grund der starken Differenzierung und Unregelmäßigkeit der glazialen Ablagerungen auch die Grundwasserverhältnisse davon betroffen sind.

Die terrassenförmige Anordnung der Würmschotterablagerungen im W und N Villachs weist auf eine größere Mächtigkeit dieser Ablagerungen hin. Wir verfügen leider aus diesem Raum der näheren Umgebung Villachs noch über keine entsprechenden Tiefenbohrungen, die entsprechende Hinweise über die Mächtigkeiten der glazialen Ablagerungen einwandfrei geben könnten. Auf Grund der Morphologie des Geländes und mit Hilfe der zur Verfügung stehenden Aufschlüsse kann aber mit gutem Recht angenommen werden, daß die westlich von Villach verbreiteten Würmschotterablagerungen Mächtigkeiten zwischen 30—100 *m* einnehmen können. Auch für die im Bereich der nördlich der Drau zwischen Lind und der Ortschaft Gritschach (am Fuße des Oswaldibergl) gelegenen Würmterrassen müssen Ablagerungsmächtigkeiten angenommen werden, die zwischen 20 und 70 *m* schwanken, so daß beiderseitig der Drau eine annähernde Übereinstimmung im Niveau der Rückzugterrassen vorzuliegen scheint.

Die nach der Eiszeit erfolgte Flußsedimentation des Drau- und Gailflusses hat ebenfalls eine Terrassengliederung zwischen älteren und höher gelegenen Altterrassen und jüngeren und tiefer gelegenen Jungterrassen hervorgerufen. Sie bestehen ebenfalls vorwiegend aus Schotterablagerungen, können aber manchmal tonige Einlagerungen aufweisen, wie sie beispielsweise durch eine anlässlich des Baues der Villacher Eisenbahnbrücke erfolgte Tiefbohrung ergründet werden konnten. — Von dem Villacher Stadtgebiet verfügen wir über zwei bekanntgewordene Tiefbohrungen, die gewisse Anhaltspunkte über die Untergrundverhältnisse gegeben haben. Die vor dem ersten Weltkrieg durchgeführte Bohrung in der Nähe der Peraukirche wurde von Bialowitz angeblich bis zu einer Tiefe von 120 *m* vorgetrieben. Leider existieren darüber keine geologischen Aufzeichnungen. Es ist davon nur bekannt, daß der Felsuntergrund nicht erreicht wurde. Nicht bekannt ist aber, ob die Grenze zwischen alluvialen Flußablagerungen und glazialen Untergrund erreicht werden konnte. Bei der vorhin erwähnten Bohrung der Eisenbahnbrücke wurden etwa 30 *m* unter der Erdoberfläche tonige Ablagerungen erschlottet, die mit guten Gründen als feinkörnige, verlehmt tonige limnische Flußsedimente beurteilt werden können. Es wäre denkbar, daß diese Feinsedimentation des Untergrundes mit den während des Ausganges der Eiszeit ursächlich in Zusammenhang stehenden Stauseeansammlungen im Villacher Becken erklärt werden kann. — Auf diese Frage soll aber hier nicht näher eingegangen werden. — Bedeutungsvoll ist in diesem Fall nur, daß die Füllschotter der Drau und der Gail im Villacher Becken Mächtigkeiten von 30 *m* aufweisen; die tatsächliche Mächtigkeit des Alluviums aber noch wesentlich größere Ausmaße betragen dürfte.

Das Gebiet der Dobrawa im O des Villacher Beckens umfaßt hauptsächlich die Ablagerungsbereiche der zwischen Riss und Würm abgesetzten Förderlacher Schotter, die auf älteren den Faakerseekonglomeraten identifizierbaren Konglomeratablagerungen aufliegen und die durch Moränenlehme des Riss-Stadiums getrennt sind. Die Riss-Moränen sind an zwei Stellen erkennbar. Stini hat auf die besonders dafür bezeichnenden Aufschlüsse bei Tschinowitsch und bei der Wernberger Drauschleife schon mehrfach hingewiesen. Die Mächtigkeit der darüberliegenden Schotter habe ich 1952 mit 30—50 *m* angenommen. Auf diese Mächtigkeit weist die in manchen Gebieten des Dobrawabereiches bekanntgewordene Grund-

wassertiefe hin. Jedoch scheinen die Mächtigkeiten der Förderlacher Schotter auf Grund der ebenfalls glazial bedingten unregelmäßigen Untergrundverhältnisse der Dobrawa häufig zu wechseln, was des öfteren auf Grund der im Dobrawagebiet verbreiteten oberflächennahen Grundwasserströme erkennbar wird. Es kann sich in diesen Fällen entweder um schon durch die Erosion bloßgelegten Riss-Untergrundlehme handeln, die bisher noch nicht aufgeschlossene Abdichtungshorizonte als Grundwasserstauer darstellen oder es sind im Bereich der Förderlacher Schotter Verdichtungshorizonte vorhanden, die als Wasserstauer das Grundwasser in höheren Stockwerken festhalten. Unter Ausnützung solcher Verhältnisse entstand in letzter Zeit die Ortschaft Mittewald auf der Dobrawa, wo das Grundwasser durch nicht allzu tief reichende (die Tiefe von 10 m wurde nirgends überschritten) Brunnenanlagen erreicht werden konnte.

2. Die Grundwasserverhältnisse im Villacher Becken

Die Grundwasserkarte von Villach (Tafel XXII) veranschaulicht die hydrologischen Verhältnisse des Villacher Beckens. Die Grundwasserverhältnisse des Beckens werden von den geologischen Verhältnissen des Untergrundes beeinflusst. So ist die Fließrichtung des Grundwassers von der Richtung der Flußtäler abhängig, so daß aus verschiedenen Richtungen die Grundwasserströme sich im Villacher Becken vereinigen. Die Beckennatur des Villacher Beckens wurde schon oben näher gekennzeichnet. In dieses münden von N das Treffner Tal, von NW das Drautal, von W das Bleiberger Tal und von SW das Gailtal. Die Talrichtungen bestimmen im allgemeinen auch die Fließrichtung der Grundwasserströme, so daß im Villacher Becken aus nördlicher und westlicher Richtung vier Grundwasserströme zusammenlaufen, die sich im Beckengebiet zu einem zusammenhängenden Grundwassersee vereinigen, der ganz allgemein in südwestlich-nordöstlicher Richtung ein geringes Gefälle von 2—3‰ aufweist. Die Dobrawa bildet im O des Villacher Beckens einen natürlichen Stauwall, der die O-Seite des Beckens abschließt und die Drau bei der Wernberger Drauschlinge zum Durchbruch gezwungen hat. Auch das Grundwasser des Beckens strömt gegen die erosionsbedingte Durchbruchsstelle zu und entwässert sich in östlicher Richtung in der von der Drau geschaffenen Erosionsfurche zwischen St. Ulrich, Wernberg und Förderlach.

Im Villacher Becken wird das aus den vier Talrichtungen einströmende Grundwasser angestaut. Die Höhe des Grundwasserspiegels wird vorwiegend von der Höhe und von dem Gefälle des Drau- und Gailflußspiegels beeinflusst. Es zeigt sich sowohl im Stadtgebiet als auch in dem im O und S der Stadt verbreiteten Auengelände, daß in diesem Bereich der Grundwasserspiegel mit dem Flußspiegel des Drau- und Gailflusses konform geht, wodurch die allgemeine Lage des Grundwasserspiegels ohne Schwierigkeiten bestimmt werden kann. Aus der Grundwasserkarte (Tafel XXII) geht hervor, daß große Gebiete des vorhin erwähnten Auengeländes von seichtem oberflächennahem Grundwasser eingenommen werden und daß der Abstand des obersten Grundwasserspiegels von der Erdoberfläche von dem gegen die Flußläufe gerichteten Geländegefälle abhängig ist. Im Bereich der alluvialen Ablagerungen der Drau liegen die größten Grundwassertiefen etwa 10 m unter der Erdoberfläche. Besonders das Gelände der beiden

Villacher Bahnhöfe und der angrenzenden Stadtteile weisen 10 m tief liegende Grundwasserbereiche auf, so daß in diesen Gebieten erst 10 m unter der Erdoberfläche der erste Grundwasserspiegel erreicht werden konnte.

Auf Grund der geologischen Verhältnisse des durch die Drau und die Gail gebildeten Sedimentationsgebietes kann angenommen werden, daß das oberste erfaßbare Grundwasser dieses Gebietes eine Mächtigkeit von bis zu 30 m aufweist. Begrenzt dürfte die Sohlentiefe des obersten Grundwasserstockwerkes durch den 30 m unter der Erdoberfläche bei der Eisenbahnbrücke angetroffenen Tonhorizont sein. Es kann aus geologisch-entwicklungsgeschichtlichen Gründen dann weiterhin angenommen werden, daß dieser im tieferen Untergrund angetroffene Tonhorizont kein Schichtfallen, bzw. keine geeignete Streichrichtung aufweist und daher im allgemeinen mit einer mehr oder weniger gleichförmigen Grundwassermächtigkeit im Bereich des Villacher Alluvialgebietes gerechnet werden kann. Über tiefer liegende Grundwasserstockwerke können auf Grund der heute zur Verfügung stehenden Beobachtungsdaten keine näheren Angaben gemacht werden. Es ist aber sicher mit der Existenz von tiefer liegenden Grundwasserstockwerken zu rechnen; nur haben wir noch keine sichere Möglichkeit zu beurteilen, inwieweit in diesen Tiefen artesische Grundwasserhorizonte in Erscheinung treten und mit welchen Wassermengen und -ergiebigkeiten aus diesen Grundwassertiefen gerechnet werden kann.

Die Grundwasseroszillationen des Alluvialbereiches im Villacher Becken werden vorwiegend von den Flußspiegelschwankungen der Drau und der Gail beeinflußt. Sie können beträchtliche Ausmaße sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung einnehmen. Dabei ist die Reaktionsfähigkeit im Hinblick auf die Veränderungen des Grundwasserspiegels gegenüber den Flußspiegelschwankungen der östlich von Villach zusammenlaufenden Flüsse (Seebach, Drau und Gail) sehr groß, was hauptsächlich auf die Dreiecksform der im O der Stadt zusammenlaufenden Flußrichtungen zurückzuführen ist. Gleichzeitig bildet die Dobrawa an der O-Seite des Gailflusses einen natürlichen Stauwall, wodurch der Abfluß der Flußläufe gehindert ist und dadurch die Abflußgeschwindigkeiten desselben herabgemindert werden. Die gleiche Wirkung wird auch in dem sich ebenfalls nach O abströmenden und entwässernden Grundwasserstrom hervorgerufen, so daß während der Hochwasserzeiten eine Anstauung der Grundwasservorräte eingeleitet wird, die eine langsame Entwässerung nach erfolgter Senkung des Flußspiegels der Drau und der Gail nach sich zieht.

Das Ausmaß der Grundwasseroszillationen hängt von den Flußspiegelschwankungen ab, die bei Villach in extremen Fällen bis zu 5 m betragende Veränderungen erreichen können. Die Beeinflussung und die Veränderung des Grundwasserspiegels erfolgt im Bereich des Villacher Alluvialgebietes nicht etwa vielleicht nur durch die natürlichen und mathematisch ableitbaren Durchsickerungsgeschwindigkeiten, die sich aus dem Spiegelgefälle und aus dem Korngrößenverhältnis des Bodens als Grundwasserstauer ergeben würde. Im Villacher Becken sind mehrere Faktoren an den Grundwasseränderungen gleichzeitig mitbestimmend. Hervorragend beteiligt an den raschen, häufig spontan sich auslösenden Grundwasseranstiegen ist jener aus den oben schon erwähnten Gründen bedingte unterirdisch sich abspielende Grundwasserrückstau, der einen viel rascheren

Anstieg des Grundwasserspiegels im Villacher Becken hervorruft als es vielleicht den normalen Durchsickerungsgeschwindigkeiten des Bodens entsprechen würde. Gleichzeitig beeinflussen die aus dem W, besonders aus sedimentogenen Gebieten des Dobratsch-, Heiligengeister- und Bleiberger Gebietes herabziehenden unterirdischen Grundwasserströme die Grundwasserspiegelschwankungen, so daß auf diese Weise von dritter Seite eine wirksame Beschleunigung der Grundwasseransammlungen im Villacher Becken verursacht wird. Alle diese Faktoren sind maßgebend an den besonders im S und O des Stadtgebietes sich abspielenden Grundwasser-Veränderungen, die die häufig auftretenden Extremwerte erklären lassen und die entsprechend der Tiefenlage der den Flußläufen benachbarten Flußauen ganze Gebiete zeitweise unter Wasser setzen, wobei es in diesen Fällen sich nicht allein um reines Überschwemmungswasser handelt, sondern die Überflutungen durch das gehobene Grundwasser verursacht werden. Besonders die Schneeschmelzen des Dobratsch- und Bleiberger Gebietes verursachen im Villacher Becken länger anhaltende hohe Grundwasserstände, die schon ganze Gebietsstreifen an der Bahnlinie zwischen dem Villacher Bahnhofsgelände und Warmbad Villach unter Wasser setzen und wo sich dann die übertags auftretenden Grundwässer auch längere Zeit halten.

Zu erwähnen in diesem Zusammenhang ist auch das im N Villachs gelegene Grundwassergebiet, welches im Raum westlich vom Ossiacher See zwischen St. Ruprecht und St. Andrä beherbergt ist. Hier vereinigen sich zwei Grundwasserströme, und zwar der von N kommende Grundwasserstrom des Treffnertales mit dem abziehenden Grundwasser des Ossiacher Sees. Die Grundwasserspiegelschwankungen sind in diesem Gebiet nicht so stark ausgeprägt; sie hängen von den Spiegelschwankungen des Ossiacher Sees weitgehendst ab und erreichen maximal Werte von 1-5 m. Die Spiegelschwankungen des Treffner Grundwasserstromes werden nicht durch den Treffnerbach beeinflußt, da der Grundwasserstrom mehrere Meter unter der Bachsohle liegt. Die Grundwasser-Veränderungen sind in diesem Gebiet ein Ergebnis der Schneeschmelzen und der Niederschlagschwankungen.

Bemerkenswert sind in diesem Gebiet die artesischen Grundwasservorkommen, die offenbar einem tieferen Grundwasserstockwerk angehören und die eine ganz erhebliche Ergiebigkeit (bis zu 200 *sek/l*) aufweisen.

Die Grundwassergebiete des glazialen Ablagerungsbereiches der Umgebung Villachs weisen wesentlich andere Erscheinungsformen auf als die vorhin beschriebenen Grundwasserverhältnisse des Alluviums. In der Umgebung Villachs sind drei geschlossene Räume für diese Verhältnisse kennzeichnend, und zwar das westlich der Stadt gelegene Gebiet zwischen Obere Fellach, St. Martin und Judendorf, welches vorwiegend von Schottern und Sanden der Würm- und Nachwürmzeit aufgebaut ist. Dieselben Verhältnisse finden sich dann auch nördlich der Stadt zwischen Lind, Gritschach und St. Leonhard und schließlich in jenem Raum, der die zusammenhängenden Flächen zwischen St. Andrä, St. Magdalen und Sankt Ulrich umfaßt.

Der westlich der Stadt gelegene und von glazialen Ablagerungen aufgebaute Raum umfaßt mehrere Grundwassergebiete, die nicht direkt geschlossen miteinander in Zusammenhang stehen, sondern verschiedenen

Grundwasserträgern angehören und die entweder oberflächlich entwässert werden oder aber auch unterirdisch durch bestimmte Grundwasserbahnen in tiefere Etagen eindringen. Daraus ergibt sich eine gewisse Unregelmäßigkeit in der Grundwasserführung der westlich von Villach gelegenen Hochterrassen, die natürlich durch den häufigen Wechsel von verschiedenen zusammengesetzten Korngrößenaggregaten des diluvialen Untergrundes bedingt ist. Im allgemeinen strömt am Fuße der diluvialen Hochterrassen das Grundwasser in das im Bereich der Flußalluvionen angesammelte Grundwasser der Drau- und Gailgrundwasserströme. Der Andrang aus dem Dobratschgebiet ist relativ groß, weil die Kalksedimente einen erheblichen Anteil der Niederschläge infolge der größeren Wasseraufnahmefähigkeit des Gesteins aufzunehmen in der Lage sind. Die Zuflußmenge des unterirdisch abziehenden Grundwassers aus dem kalkigen Gesteinskörper des Dobratschmassivs beträgt ein Vielfaches der Zuflußmenge der aus dem nördlich von Villach gelegenen kristallinen Schiefergesteinen des Oswaldi und der Gerlitzen. Daraus ergibt sich, daß der Grundwasserandrang von W gegen das Villacher Becken wesentlich stärker ist und an Wassermenge das Vielfache geliefert wird als durch den Grundwasserandrang aus N. Äußerlich sichtbar wird diese Tatsache schon an den vielen in diesem Gebiet zwischen Heiligengeist und Villach gelegenen Sumpfwiesen und auch die Grundwasserschwankungen werden davon sehr wesentlich betroffen, so daß auch in diesen Gebieten mit größeren Spiegelschwankungen zu rechnen ist.

Im N der Stadt und auch im Gebiet zwischen St. Andrä und Magdalen See ist im allgemeinen mit wesentlich anderen Verhältnissen zu rechnen. Hier nehmen die Spiegelschwankungen des Grundwassers weitaus geringere Ausmaße an (1—1.5 m). Der größere Teil der Niederschläge wird an den Berghängen durch die Verdunstung kompensiert. Die auf den flach liegenden Terrassen auffallenden Niederschläge sickern zum Teil zum Grundwasser ab und verändern je nach den jahreszeitlichen Niederschlagschwankungen den Grundwasserspiegel, wobei die Schwankungen keine großen Werte einnehmen.

Im Bereich der Toteislandschaften wird der Grundwasserstand in den meisten Fällen von den Seespiegelschwankungen (Egger Teich, kleiner und großer St. Leonharder See, St. Magdalen See) beeinflusst, da die Seen ihre Entstehung den Grundwasseransammlungen verdanken. Eine Ausnahme bildet der Magdalen See. Hier stehen die Spiegelveränderungen in einem abhängigen Verhältnis mit den Veränderungen des Drauspiegels, der sowohl die Grundwasserhöhe als auch die Höhe des Seespiegels beeinflusst. Dadurch ist der Seespiegel des Magdalen Sees auch größeren Spiegelschwankungen ausgesetzt.

Der hydrologische Charakter der drei schon im geologischen Teil bezeichneten Toteislandschaften hebt sich in der Grundwasserkarte besonders deutlich hervor. Diese Gebiete sind durch das häufige Auftreten von zusammenhängenden Quellzonen gekennzeichnet, die größere und kleinere Sumpfflächen mit oberflächennahen Grundwässern verursachen. Die in diesen Gebieten vorkommenden Ausbisse von Bändertonen bewirken den Austritt von Quellen und Wasserfäden. Sie werden zum Teil genützt (Wasserführung von Möltshach und Goritschach), zum Teil bilden sie in den Mulden ausgedehntere Sumpfstellen (nördlich von Goritschach,

westlich von St. Johann oder auch östlich von St. Johann, wo die Wasser-
austritte zunächst Flächenteile stark vernässen; aber das Sumpfwasser
südöstlich der Kote 519 dem tieferen Grundwasser zusickert).

Dieselbe Erscheinung finden wir im Gebiet der St. Leonharder Seen.
Von Lind bis zum St. Leonharder See dehnt sich eine Toteislandschaft
mit abflußlosen Senken und steil aufragenden Hügelzügen aus. Wo Moräne
den Boden der Wannsen und den Teil ihrer Wandungen bildet, sind sie
von Wasseransammlungen erfüllt (St. Leonharder Seen oder die südlich
gelegenen Sümpfe); im Gebiet der Schotterablagerungen liegen die Senken
trocken (Lind).

Diese erwähnten Quellreihen stehen mit dem Grundwasserspiegel des
Villacher Beckens nicht direkt in Zusammenhang. Sie bilden meist höher
gelegene kleinere Grundwasseransammlungen, die sich entweder durch
oberflächliche Gerinne zur Drau entwässern — wie das Pogöriacher Bachl —
oder unterirdisch als Wasseradern ihren Weg zum Grundwasser suchen.

III. Die Grundwasserverhältnisse der Umgebung von Lienz

I. Der geologische Aufbau des Beckens von Lienz in Osttirol

Für die hydrogeologische Bearbeitung des Lienzer Beckens wurde
im Rahmen der Grundwasserkarte (Tafel XXII) jener Teil des Gebietes unter-
sucht, welcher im W durch die Vereinigung des Isel mit der Drau gekenn-
zeichnet und im O durch die Ortschaften Dölsach, Görttschach und Lavant
begrenzt ist. Um das Mündungsgebiet der beiden Flüsse konzentriert
sich die Stadt Lienz, nach welcher die tektonisch bedingte gegen O sich
ausbreitende Talerweiterung als Lienzer Becken bezeichnet wird.

Das Lienzer Becken stellt also ein kleines inneralpines Talbecken dar,
dessen Anlage auf eine geologisch-tektonische Entstehungsgeschichte
zurückzuführen ist und das im Tertiär während der Alpenbildung ent-
standen ist.

Das Gebiet ist im N und W von den Ausläufern der Schobergruppe
und der Defregger Alpen begrenzt, die vorwiegend aus Schiefergneisen,
Glimmerschiefern und Quarzphylliten aufgebaut sind. Im S bilden die
Lienzer Dolomiten die Grenze, welche aus Trias- und Jurakalken und
-dolomiten zusammengesetzt sind.

Das Lienzer Becken selbst ist von jüngeren, teils diluvialen, teils alluvialen
Ablagerungen ausgefüllt. Wie mächtig die jungen Ablagerungen in ihrer
Gesamtheit (glaziale Verbauungsterrassen, Flußschotter usw.) sind, ist
bis heute noch nicht bekannt, da der Felsuntergrund durch keine Bohrung
bisher erschlossen wurde. Es ist aber anzunehmen, daß die fluviatil-
glazialen Ablagerungen, besonders im westlichen Teil des Lienzer Beckens
eine größere Mächtigkeit aufweisen, weil in diesen Gebieten das Grund-
wasser erst zwischen 20 und 30 m unter der Erdoberfläche anzutreffen ist.

Der südliche Teil des Beckens, welcher durch die Ortschaften Amlach
und Tristach besiedelt ist, wird von glazialen Ablagerungen aufgebaut.
Im W und N grenzt das Ablagerungsgebiet der Drau- und Iselfußschotter
an, die eine größere Mächtigkeit aufweisen und vorwiegend aus Grobschottern
bestehen. Es handelt sich um das von den beiden Flüssen in diesem Raum
abgesetzte grobe Geschiebmaterial, welches mit Hilfe der mit dem starken
Gefälle der Flüsse in Zusammenhang stehenden großen Transportkraft

durch das Isel- und Drautal ins Lienzer Becken hereingebracht werden konnte. Gegen O nimmt die Korngröße der Flußschotter ab. Sie gehen allmählich in sandige und feinsandige Ablagerungen über, während der Untergrund seinen Schottercharakter beibehält. Im Gebiet zwischen Dölsach und Nikolsdorf vermindert sich die Transportkraft des Flusses schon ganz wesentlich, so daß in diesen Gebieten die Sedimentation der Flußauen unter dem Einfluß der Inundation steht und dadurch feinkörnigere Bodenablagerungen sich absetzen konnten.

Kennzeichnend für den Typus dieser im O abgesetzten feinkörnigen Bodenablagerungen ist die östlich von Nikolsdorf durch das Übergreifen der Triaselemente auf das nördliche Draufer bedingte und unterirdisch auftretende natürliche Felsbarre, die eine natürliche Stauung im Ablauf der normalen Flußsedimentation verursacht. Auf diese Weise tritt in diesen Gebieten eine stärkere Feinsedimentation des Flusses in Erscheinung, so daß die Flußschotter erst in einer Tiefe von mehreren Metern anzutreffen sind.

Der Lauf des Flusses und seine Sedimentation wird auch sehr wesentlich durch die zu beiden Seiten desselben auftretenden größeren und kleineren aus Blockschottern bestehenden Mündungsschotterkegel, die von den aus den Hochgebirgen entstammenden Bachläufen am Ausgange des Seitentales abgesetzt wurden, beeinflusst.

An der N-Seite des Draufers sind drei größere Schotterkegel am Fuße des Gebirges ausgebreitet, die von Ortschaften besiedelt sind. Westlich von Lienz breitet sich am Fuße der Schleinitz im Iseltal der mächtigste und größte Schotterkegel aus, der vom Schleinitz- und Zauchenbach genährt wird und auf welchen die Ortschaften Oberdrum, Oberlienz, Thurn und Patriasdorf liegen. Die Mächtigkeit der aus Blockschottern bestehenden Ablagerungen beträgt im allgemeinen 50 m, erreicht aber stellenweise mehr als 100 m.

Etwa 3 km östlich von Lienz breitet sich auf der N-Seite des Lienzer Beckens der Debanter Mündungskegel aus, der ebenfalls aus Blockschottermaterial aufgebaut ist, aber nicht annähernd die Mächtigkeit des vorhin genannten Schotterkegels erreicht. Wenig östlich davon breitet sich der Dölsacher Schotterkegel aus, dessen Ablagerungen von mehreren kleineren aus dem Iselberg und aus dem Frühaufgraben herabziehenden Bachläufen gespeist wurden und daher an dieser Stelle wieder ein Schotterkegel von größerer Mächtigkeit zum Absatz gelangt ist.

Auf der S-Seite ist hauptsächlich der innerhalb des bearbeiteten Gebietes im O verbreitete Schotterkegel hervorzuheben, auf welchem die Ortschaft Lavant liegt. Die Mächtigkeit dieses Schotterkegels dürfte 30 m nicht überschreiten.

Mit diesen Daten ist in groben Umrissen die Kenntnis des geologischen Baues des Lienzer Beckens gekennzeichnet. Über die geologischen Verhältnisse des Untergrundes, die sich aus dem Sedimentationsrhythmus der glazialen und fluviatilen Ablagerungen ergeben, besteht noch keine einwandfreie Klarheit, da die Umgebung von Lienz noch keiner modernen geologischen Aufnahme unterzogen wurde. Entsprechend der tektonischen Anlage der im S zwischen Tristach und Rauchkofel steilgestellten Triasschuppen kann angenommen werden, daß im Bereich des Lienzer Beckens stellenweise der Felsuntergrund in einer größeren Tiefe, die mit mehreren hundert Metern voranschlagt werden kann, anzutreffen sein wird.

2. Die Grundwasserverhältnisse des Lienzer Beckens

Die Grundwasserverhältnisse des Lienzer Beckens sind durch den geologischen Aufbau des Isel- und Drautales vorgezeichnet. Die Ansammlungen des Grundwassers im Becken von Lienz werden teilweise von dem aus W aus dem Drau- und Iseltal eindringenden Grundwasser genährt. Gleichzeitig erfolgt aber auch ein entsprechender und erheblich sich auswirkender Grundwasserandrang aus dem Bereich der das Becken umgebenden Gebirgszüge, wobei besonders die Stellen begünstigt sind, die durch das Einzugsgebiet der Seitenbäche gekennzeichnet sind.

Die Lage und Tiefe des Grundwasserspiegels im Lienzer Becken ist in der beiliegenden Grundwasserkarte von Lienz (Tafel XXII) entsprechend zum Ausdruck gebracht. Schon durch das Kartenbild wird auffällig, daß der Grundwasserspiegel besonders im westlichen Teil des Lienzer Beckens keinen Zusammenhang mit dem Flußspiegel der Drau bzw. des Iselflusses aufweist. Der Grundwasserspiegel liegt im Bereiche des Stadtgebietes wesentlich tiefer als das Flußbett der beiden Flüsse. Die Tiefenlage des Grundwasserspiegels nimmt gegen W noch erheblich zu, während im O eine Abnahme der Tiefendistanz des Grundwasserspiegels von der Erdoberfläche in Erscheinung tritt.

Die Ursache dieser hydrogeologischen Besonderheit des Lienzer Beckens ist wohl in der grobschotterigen Zusammensetzung des Untergrundes zu suchen. Es wurde oben schon hervorgehoben, daß besonders der westliche Teil des Lienzer Beckens aus grobschotterigen Flußschottern aufgebaut ist, die eine große Wasserdurchlässigkeit besitzen und die ihrerseits eine große Mächtigkeit aufweisen. Die große Mächtigkeit dieser grobschotterigen Ablagerungen geht aus der Tiefenlage des Grundwasserspiegels hervor, der am W-Rand des Beckens erst in einer Tiefe von 30 m anzutreffen ist, während im S des Bahnhofgeländes von Lienz das Grundwasser zwischen 15 und 20 m unter der Erdoberfläche erreicht werden kann.

Die Abnahme der Entfernung zwischen Erdoberfläche und Grundwasserspiegel erfolgt in westöstlicher Richtung, so daß gegen O allmählich die seichteren Grundwasserzonen (Tafel XXII) erreicht werden, bis etwa in der Gegend von Dölsach das Grundwasser des Lienzer Beckens bzw. des Drautales so weit an die Oberfläche heranreicht, daß östlich von Dölsach große Gebiete zu beiden Seiten der Drau versumpft sind und der Grundwasserspiegel in diesem Gebiet unter dem Einfluß des Drauflusses steht. Die Abnahme der Höhendifferenz zwischen Erdoberfläche und Grundwasserspiegel ist bedingt durch das westöstlich gerichtete Gefälle der Oberfläche. Dies führt zu der Feststellung, daß das im Bereich des Lienzer Beckens unterirdisch auftretende Grundwasser kaum ein Gefälle aufweist bzw. daß es sich in diesem Falle um einen unterirdischen Grundwassersee handelt, dessen Abflußverhältnisse gegen O durch die tektonisch bedingte Verengung des Drautales und durch die im O von Nikolsdorf bestehende Felsbarre gelenkt werden.

Das Gefälle einer unterirdischen Grundwasseransammlung (Grundwassersee, Grundwasserstrom usw.) wird im allgemeinen durch das dem Boden anhaftende spezifische Hohlraumvolumen bestimmt. Je größer die einzelnen Hohlraumformen sind, desto ausgeglichener und flacher tritt der Grundwasserspiegel in Erscheinung. Feinere Bodenaggregate

bedingen ein steileres Grundwassergefälle, wenn eine Abflußrichtung gegeben ist. Grobschotter gleichen den Grundwasserspiegel fast ohne Gefälle aus, besonders dann, wenn an der Abflußseite ein Hindernis entgegentritt. Unter Berücksichtigung dieser Vorgänge sind die Verhältnisse im Lienzer Becken erklärbar. Das Beharrungsvermögen des Grundwassers im Boden ist auf die physikalischen Verhältnisse desselben zurückzuführen.

Im Lienzer Becken sind unter dem unter Vegetationseinfluß stehenden Oberboden hauptsächlich Schotterablagerungen in größerer Mächtigkeit abgesetzt, die sowohl aus kalkigen als auch aus kristallinen Geröllen bestehen. Im Bereich der Schotterablagerungen hängt das Spiegelgefälle weitgehend von der Größe des im Schotterboden verbreiteten Hohlraumvolumens ab. Die im Lienzer Becken abgesetzten Schotterablagerungen bestehen aus großen grobkörnigen Geröllsteinen. Der Drau- und der Iselfluß haben in diesem Gebiet noch eine starke Transportkraft aufzuweisen, wodurch auf Grund der stärkeren Erosionskraft dieser Flüsse im allgemeinen grobkörnige Geröllsteine in das Becken von Lienz eingeschleppt werden konnten. In solchen Ablagerungen bildet das Grundwasser in seinem Beharrungszustand nur ein sehr geringes Gefälle des Grundwasserspiegels. Unter derartigen Verhältnissen kann der Grundwasserspiegel niemals ein Gefälle von 6‰ erreichen; im Gegenteil, der Beharrungszustand des Grundwassers im Lienzer Becken weist auf die Anlage eines unterirdischen Grundwassers hin, das in der Abflußrichtung ein kaum merkbares Gefälle aufweist. Aber auch das Flußbett ist einer bestimmten Abdichtung unterworfen, die besonders dann stark ausgeprägt ist, wenn die Bodenaggregate aus Karbonat- und Silikatgemengteilen zusammengesetzt sind und dadurch eine weitgehende Verseifung des Flußbettes hervorgerufen haben. Die Absickerung des Flußwassers in den Untergrund ist daher sehr gehemmt, so daß das negative Verhältnis zwischen Absickerung und Abfluß des Grundwassers sich durch ein geringes Spiegelgefälle ausgleicht.

Eine Absickerung des Flußwassers zum Grundwasser innerhalb der Zone, in welcher das Grundwasser tief unter dem Flußbett strömt, findet nur in geringem Umfange statt. Der Zudrang des Grundwassers erfolgt daher unterirdisch durch die Täler und von den Gebirgshängen. Dieselbe Erscheinung findet sich auch im Bereich der zu beiden Seiten des Tales ausgebreiteten größeren und kleineren Mündungsschotterkegel. Auch in diesen Gebieten besteht kein Zusammenhang zwischen Grundwasser und Bachlauf. Das Grundwasser ist ebenfalls erst in größeren Tiefen anzutreffen, weist aber ein gegen die Talmitte gerichtetes steileres Gefälle auf, welches teilweise durch den großen Grundwasserandrang des aus dem Einzugsgebiet des betreffenden Bachlaufes herstammenden Grundwassers bedingt ist und aber teilweise auch auf das ebenfalls gegen die Talmitte gerichtete Gefälle des Felsuntergrundes, auf welchem der Schotterkegel auflagert, zurückzuführen ist.

Die Schwankungen des unterirdischen Grundwassersees des westlichen Lienzer Beckens können sehr beträchtliche Ausmaße annehmen. Bei den einzelnen Brunnenanlagen sind im allgemeinen bis zu 10 m betragende Schwankungen beobachtet worden, die innerhalb eines Jahres auftreten. Die Grundwasserschwankungen des Lienzer Beckens sind stark durch den meteorologischen Ablauf des Jahres bedingt. Der Höchststand des

Grundwasserspiegels wird zur Zeit der Schneeschmelze im Frühjahr erreicht (April—Juli). Diese Tatsache läßt erkennen, daß der größte Teil des Grundwassers im westlichen Lienzer Becken unterirdisch aus den Felsbereichen der umliegenden Gebirgsketten zudringt und daß daher der Anteil des aus dem Drau- und Iseltal zuströmenden Grundwassers gegenüber dem Grundwasservorrat im Becken relativ gering ist. Die Schwankungsintensität des Grundwasserspiegels im Lienzer Becken ist auch die Folge einer Relation, die sich aus dem ungleichen Verhältnis zwischen der auf einem kleinen Raum beschränkten Ausdehnung des Lienzer Beckens und der Größe des Einzugsgebietes ergibt. In den Sommermonaten (August und September) senkt sich der Grundwasserspiegel allmählich ab. Herbstregenperioden treten im tieferen Grundwasserbecken nicht besonders in Erscheinung. Sie wirken sich vorwiegend im Bereich der östlich gelegenen seichten Grundwassergebiete zwischen Dölsach und Nikolsdorf aus, wo bei Hochwasser größere Gebiete der Flußinundation ausgesetzt sind. In den Wintermonaten erreicht der Grundwasserspiegel seinen größten Tiefstand.

Gegen O nimmt die Intensität der Grundwasserschwankungen ab. Sie erreicht zwischen Dölsach und Nikolsdorf Werte, die mit den Drauspiegeloszillationen gleichsinnig verlaufen und das Ausmaß von 4 m nicht übersteigen. In diesen Fällen tritt allerdings das Grundwasser an die Oberfläche und überflutet zu beiden Seiten des Flusses größere Landstriche.

Bezüglich der im Lienzer Becken tiefer liegenden Grundwasservorräte können keine sicheren Angaben gemacht werden. Auf Grund der allgemeinen Erfahrungen, die wir über die Grundwasserverhältnisse der alpinen Täler besitzen, ist anzunehmen, daß auch im Bereich des Lienzer Beckens in größerer Tiefe weitere tiefer liegende Grundwasservorräte vorhanden sein müssen und dieselben auch als gespanntes Grundwasser in Erscheinung treten, so daß mit einer erhöhten Ergiebigkeit gerechnet werden kann.

IV. Die Grundwasserverhältnisse im Becken von Klagenfurt

1. Der geologische Aufbau der Umgebung von Klagenfurt

Im Entwurf der Grundwasserkarte von Klagenfurt und Umgebung (Tafel XXIII) wurde der zwischen Lendorf, Klagenfurt, St. Thomas und Grafenstein gelegene Raum hydrogeologisch erfaßt. Begrenzt wird die Ebene von Klagenfurt im N durch die aus Phylliten, Chloritschiefern, Grünschiefern und diaphthoritischen Gesteinen bestehenden Höhenkuppen des Kalvarien-, Maria Saaler- und Sechzigerberges. Im SW bildet der gleichfalls aus Phylliten bestehende Goritschnigkogel die Grenze, an die sich in östlicher Richtung die Viktringer Bucht anschließt. Im S wird die Ebene von Klagenfurt vom Sattnitzzug begrenzt, der im Predigtstuhl und Ebeneck seine höchsten Erhebungen hat.

Die Beckenanlage von Klagenfurt hat ihre Entstehung tektonischen Bewegungsvorgängen der gebirgsbildenden Kräfte, die sich vorwiegend während des Tertiärs abgespielt haben, zu verdanken. Das Becken bildet die Fortsetzung der Wörtherseefurche, die ebenfalls tektonisch bedingt

ist und die im westöstlichen Verlauf oftmals ihre Richtung ändert. Die Richtungsänderung wird auffallenderweise durch die häufig in den See reichenden Felsbarren erkennbar. Derartige Felsbarren setzen sich auch nach O im verlandeten Teil des Wörtherseebeckens (Maria Loretto—Sieben Hügel usw.) fort und beeinflussen den Untergrund der später abgesetzten limnischen und fluviatilen Ablagerungen.

Die schon im Tertiär angelegte Wörtherseefurche wurde während der Eiszeit vom Draugletscher durchflossen, so daß die heute bestehende Morphologie der Wörtherseefurche und der östlich sich fortsetzenden Klagenfurter Ebene ein Ergebnis des Draugletschers bzw. der Eiszeit ist.

Die Klagenfurter Ebene bildet die östliche Fortsetzung der Wörtherseefurche und wird hauptsächlich durch das Entwässerungsnetz der Glanfurt (Ausfluß des Wörthersees), der Glan und der Gurk durchadert. Der geologische Untergrund der Klagenfurter Ebene und der Wölfnitzer Senke bei Lendorf ist reich gegliedert, da glaziale, fluviatile und limnische Vorgänge den Bau des Untergrundes stark beeinflußt haben.

Die westlich der Stadt Klagenfurt gelegenen Flächen des Wörtherseebeckens haben ihre Entstehung der Verlandung des Wörthersees zu verdanken. Der Boden wird von Feinsanden, lehmigen Feinsanden und Seeschlammablagerungen bedeckt, die teilweise von geringmächtigen Torfablagerungen überlagert sind. Gegen O nimmt die Korngröße der Bodenablagerungen zu bis schließlich im Bereich des Stadtgebietes und der südlich davon gelegenen Region der Untergrund von grobkörnigen, fluviatil-glazialen Schotterablagerungen aufgebaut ist. Die Schottermassen sind während des Ausganges der Eiszeit durch die Schmelzwässer des Glan-gletschers von N in die Ebene von Klagenfurt eintransportiert worden und bauen vor allem das Gelände des heutigen Stadtbereiches auf. Infolge der südlich der Stadt bis in die letzte Gegenwart häufig auftretenden Überschwemmungszeiten und der dadurch bedingten zu hohen Grundwasserstände sind große Teile der zwischen Klagenfurt und Ebental gelegenen Flächen von flachen bis 1.5m mächtigen Torfablagerungen bedeckt. — Die letzten in den vergangenen Jahren im Klagenfurter Bereich erfolgten kulturtechnischen Maßnahmen haben eine zweckentsprechende Meliorierung vieler versumpfter Flächen ermöglicht. — Ähnliche geologische Verhältnisse sind auch im O durch das Einzugsgebiet der Gurk geschaffen worden, so daß auch dieses Gebiet im Untergrund von Schotterablagerungen mit mehr oder weniger wechselnder Mächtigkeit aufgebaut ist.

Erheblichen Anteil an dem geologischen Bau der Ebene von Klagenfurt haben vor allem die glazialen Elemente. Das Glazial tritt hauptsächlich als Grundmoräne in Erscheinung, wovon große Gebiete der Wölfnitzer Senke, dann die Gebiete östlich der Glan, die Umgebung von Hörtendorf und schließlich die zwischen der Gurk, Pokersdorf und Thon gelegenen Flächen aufgebaut sind.

Der Moränenuntergrund ist im glazial beeinflussten Gebiet nicht einheitlich gebaut. Größere Flächenanteile bestehen aus mächtigeren Schotterablagerungen. Die Umgebung von Wölfnitz und Lendorf wird von ausgedehnten Torfablagerungen eingenommen, die auf ein altes Verlandungsgebiet eines einstmals vorhandenen Sees hinweisen. Der Untergrund besteht aus schluffigen Seeschlammbildungen, die einen alten Seegrund

andeuten. Die Vertorfung ist eine Folge der bis in die letzte Zeit hineinreichenden zu hohen Grundwasserstände. In den letzten Jahrzehnten wurde durch entsprechende Meliorationsmaßnahmen der Grundwasserstand allgemein etwas abgesenkt.

Ähnliche Verhältnisse sind auch in den stark vernäbten Gebieten nordwestlich von Hörtendorf anzutreffen. Auch dieses Gebiet ist teils von Torf-, teils von ammoorigen und lehmigen Ablagerungen bedeckt, deren Entstehung gleichfalls auf zu hohe Grundwasserstände zurückzuführen war. Durch die in der letzten Zeit erfolgten Entwässerungen wurden auch in diesem Gebiet der Grundwasserstand auf 1-3 m abgesenkt, so daß große Gebiete für die landwirtschaftliche Nutzung urbar gemacht werden konnten.

Die zwischen Annabichl und St. Jakob gelegenen Flächen sind von älteren Terrassenschottern aufgebaut. Ebenso ist das Gebiet zwischen St. Thomas und Hörtendorf von Terrassenschottern bedeckt. Einen steileren Terrassenstufenabfall zeigen die östlich der Gurk gelegenen Schotterflächen zwischen Pokersdorf und Pirk bei Grafenstein.

Im allgemeinen kann angenommen werden, daß die die Ebene von Klagenfurt bedeckenden Terrassenschotter keine großen Mächtigkeiten aufweisen, weil das Grundwasser auch in diesen Gebieten keine besondere Tiefenlage aufweist. Es wurde schon erwähnt, daß in den beiden Gebieten der Wölfnitzer Senke und von Hörtendorf im seichten Untergrund schon mit dem Bodenbohrer erfaßbare Abdichtungshorizonte (Lehme, Schluffe) auftreten, die die Versumpfung großer Gebiete verursacht haben. Auch die dazwischengelegenen, aus Terrassenschottern aufgebauten Gebiete weisen im Untergrund feinkörnige Bodenarten auf, die das Grundwasser des obersten Stockwerkes noch in leicht erreichbarer Tiefe festhalten.

Im N der Stadt Klagenfurt wird das von N in die Ebene von Klagenfurt einmündende Glantal durch eine bewaldete Felsbarre (Spitalsberg) in zwei Erosionsfurchen gegabelt. Die Höhenkuppen bestehen zum Teil aus Phyllitgesteinen, die glazial überarbeitet wurden. Ähnliche Verhältnisse sind auch südwestlich von Klagenfurt anzutreffen, wo im Bereich der limnischen Wörtherseeablagerungen mehrere Felsrippen das Gebiet der Sieben Hügel und von Maria Loretto aufbauen. Sie bestehen ebenfalls aus Phyllitgesteinen. Die Existenz dieser Felsrippen weist auch darauf hin, daß im seichten Untergrund die Felsbarren sich sowohl nach W als auch nach O fortsetzen und die ausgesprochenen Grundwasserbecken voneinander trennen. Die Tiefenlage der an das Gebiet der Sieben Hügel angrenzenden unterirdischen Felsbarren nehmen sowohl in nördlicher als auch in östlicher Richtung beträchtlich zu. Die allgemeine Tiefenlage des felsigen Untergrundes ist sonst im Bereich der Klagenfurter Ebene nicht näher bekannt, so daß wir über die Mächtigkeit der glazialen und fluviatilen Ablagerungen noch keine näheren Anhaltspunkte haben.

Den S-Rand der Klagenfurter Senke bildet die Sattnitzhöhe, die aus jungtertiären 150—200 m mächtigen kalkigen Konglomeraten aufgebaut ist und mit fast senkrechten Felsausbrüchen nach N gegen die Ebene abfällt. Die Konglomerate bestehen vorwiegend aus Kalkgeröllen, die während der Karawankenhebung im Tertiär am N-Fuß der Karawanken zur Ablagerung gekommen sind und dann später sich zu Konglomeraten chemisch verkittet haben.

2. Die Grundwasserverhältnisse im Becken von Klagenfurt

Die Grundwasserverhältnisse im Becken von Klagenfurt wurden schon 1893 von A. Brunlechner zumindest für den westlichen Teil im wesentlichen richtig erkannt und beschrieben. Aufschlußreiche Angaben wurden von Brunlechner auch über beobachtete und gemessene Grundwasserschwankungen von verschiedenen im Bereich des engeren Stadtgebietes gelegenen Brunnenbeobachtungen gemacht.

Die Grundwasserverhältnisse im Becken von Klagenfurt sind im allgemeinen an die Anlagen der alten Täler gebunden, so daß das Flußnetz Richtung und Entwässerung des unterirdisch strömenden Grundwassers beeinflusst. Dabei werden alte und junge Talanlagen entsprechend ausgenützt.

Wenn auch schon gewisse Gesetzmäßigkeiten — wie schon die beliebige Grundwasserkarte von Klagenfurt (Tafel XXIII) zeigt — im Bereich der Umgebung von Klagenfurt im Hinblick auf die Verbreitung und Ausdehnung der seichten oberflächennahen Grundwassertiefen erkennbar sind, so ist auch im Becken von Klagenfurt der scheinbar einheitliche Charakter des Grundwasserniveaus in vieler Hinsicht gestört. Diese Abweichungen der Grundwasserbewegungen sind — wie schon im geologischen Abschnitt hervorgehoben — auf die Lagerungsverhältnisse des glazialen Untergrundes zurückzuführen, der auch im Becken von Klagenfurt durchaus nicht einheitlich aufgebaut ist.

Die Strömungsrichtungen des Grundwassers sind durch die Talrichtungen bestimmt. In das Becken von Klagenfurt mündet von N das Glantal, die Rabasenke, welche vom Rababach durchflossen wird, und von NO das Gurktal. Im S der Stadt buchtet sich das Becken von Klagenfurt nach S gegen Viktring aus. Entsprechend der Lage der Stadt Klagenfurt strömen im S des Stadtbereiches drei Grundwasserströme zusammen. Von W dringt mit geringem Gefälle ($1-1.5\text{‰}$) der Grundwasserstrom des Wörtherseebeckens, dem Abfluß der Glanfurt folgend, in die Ebene von Klagenfurt ein. Er vereinigt sich nördlich der Ortschaften Viktring und Stein mit dem aus der Viktringer Bucht eindringenden Grundwasser, das von den aus S kommenden Viktringer- und Steinbach gespeist wird und sein Einzugsgebiet in den Tälern von Köttmannsdorf und Viktring hat. Südöstlich der Stadt Klagenfurt, etwa östlich von St. Ruprecht, vereinigt sich der aus dem Glantal aus N eindringende Grundwasserstrom mit dem Grundwasserstrom des W-Beckens. Der Grundwasserstrom des Glantales erreicht allerdings auf zwei Wegen die Ebene von Klagenfurt. Durch die nördlich von Klagenfurt den Spitalsberg aufbauende Felsbarre wird der Grundwasserstrom in einen westlichen und in einen östlichen Strom geteilt. Die Gabelung erfolgt bei Tessendorf und Ferndorf und der Grundwasserstrom umströmt zu beiden Seiten den Spitalsberg. Der westliche Grundwasserstrom des Glantales vereinigt sich bei Lendorf mit dem Grundwasser der Wölfnitzer Senke (Wölfnitzer Moor). Südlich der Ortschaften Ober- und Unter-Goritschitzen trifft der westliche Grundwasserstrom des Glantales mit dem durch die Annabichler Ebene passierenden östlichen Grundwasserarm des Glantales wieder zusammen, wobei an dieser Stelle durch die bedingten Niveaudifferenzen des Grundwasserspiegels ein größeres Gefälle zu überwinden ist. Alle genannten Grundwasserströme vereinigen

sich im Bereich der südlichen Hälfte der Klagenfurter Ebene zu einem großen nach O abziehenden gemeinsamen Grundwasserstrom, der dann weiter im O von den Grundwasserströmen der Raba und der Gurk noch weiter vergrößert wird. Allerdings steht der aus der Rabasenke in die Klagenfurter Ebene eindringende Grundwasserstrom nicht direkt mit dem bei Klagenfurt zusammentreffenden Grundwasserströmen des W und des N in Verbindung. Der Grundwassereinbruch der Raba-Senke verursacht in der Umgebung von Gottestal und Hörtendorf ein von den benachbarten Grundwassergebieten der Klagenfurter Ebene nicht direkt im Zusammenhang stehendes Bewässerungsnetz, so daß in diesem Raum größere Gebiete infolge der becken- und buchtweise vorkommenden oberflächennahen zu hohen Grundwasseransammlungen unter zu starker Ver-nässung leiden und daher einer zweckentsprechenden Entwässerung zu-geführt werden mußten.

Wie schon oben erwähnt, sind die glazialen Untergrundverhältnisse (Vorkommen von Lehmen, Mooren und anmoorigen Böden) an der Gestaltung der Grundwasserverteilung von Einfluß und der dadurch verursachte gestörte Zusammenhang mit dem aus Klagenfurt nach O abziehenden Grundwasser muß durch mehrere größere und kleinere Gefällsstufen über-wunden werden. Dies ist auch die Ursache, warum sowohl der Raba-Grundwasserstrom des Gurktales als auch der von NO in die Klagenfurter Ebene eindringende Grundwasserstrom des Gurktales nicht immer mit dem Flußspiegel der Flüsse konform fließt. Solche Erscheinungen sind auch im Einzugsgebiet der Glan bei Welzenegg anzutreffen. Es ist das jene Stelle, wo die Niveaudifferenzen der beiden sich vereinigenden Grund-wasserarme des Glantaler Grundwasserstromes wieder ausgeglichen werden. Auch in diesem Gebiet liegt abschnittsweise der Grundwasserspiegel tiefer als der Flußspiegel der Glan. Eine damit im Zusammenhang stehende weitere Folge ist, daß auch in diesen Gebieten häufig die Grundwasser-oszillationen nicht gleichsinnig mit den Flußspiegelschwankungen mit-gehen, wohl aber oberflächliche Überflutungen hervorrufen, die von der Oberfläche aus die bei Hochwässer in Mitleidenschaft gezogenen benach-barten Flächen unter Wasser setzen.

Ein anderes Bild zeigen die Verhältnisse im S-Raum der Klagenfurter Ebene. Die zwischen dem Wörthersee, Glan und Gurk auftretenden Hoch-wasserstände verursachen Grundwasseranstiege, die gleichsinnig mit den Spiegelschwankungen der Glanfurt und der Glan mitsteigen oder -fallen und bisher weite Gebiete der benachbarten Flächen unter Wasser gesetzt haben. Erst die in den letzten Jahren von der Kärntner Landesregierung durchgeführte Glanfurtregulierung hat für die südlich von Klagenfurt verbreiteten Fluren erträgliche Verhältnisse geschaffen, so daß in Zukunft mehrere hundert Hektar landwirtschaftlich nutzbarer Flächen durch die Regulierung des Flusses vor länger anhaltenden Überflutungen verschont bleiben.

Die Ergiebigkeit der Grundwassermenge im S-Raum der Klagenfurter Ebene wird durch den starken von S sich auswirkenden Andrang des aus dem Gebiet der Sattnitzkonglomerate stammenden Grundwassers wesent-lich vergrößert. Diesem von S her erfolgten Grundwasserausbruch ver-danken die mächtigen Moorablagerungen bei Straschitz und Lak ihre Entstehung. Die von den Moorablagerungen festgehaltenen Grundwasser-

ansammlungen werden durch den Struggabach zur Glanfurt entwässert. Auch die bei Lak auftretenden und für die Wasserversorgung Klagenfurts gefaßten Quellen, die im allgemeinen eine hohe Ergiebigkeit aufweisen, sind ein Zeichen besonders starker Wasserausbrüche, welche aus den Sattnitzkonglomeraten stammen. Das poröse Gestein der Sattnitzkonglomerate nimmt einen großen Teil der Niederschlagsmenge wie ein begieriger Schwamm auf, so daß die im Gestein absinkenden Wassermengen entweder sichtbar (als Quellen, Moore) oder unsichtbar (durch unterirdischen Zudrang des Grundwassers) dem im S-Raum der Klagenfurter Ebene in westöstlicher Richtung abfließenden Grundwasserstrom zuströmt.

Die Tiefenverhältnisse des obersten Grundwasserspiegels sind in der beiliegenden Grundwasserkarte von Klagenfurt (Tafel XXIII) entsprechend dargestellt. Ganz allgemein zeigt sich, daß die seichten oberflächennahen Grundwassergebiete an zwei Landschaftstypen gebunden sind: nämlich einerseits an die Richtung des die Klagenfurter Ebene entwässernden Flußnetzes und andererseits an die durch glaziale Einflüsse bedingten größeren und kleineren Mulden, die heute den Zustand alter verlandeter Seen erreicht haben und im allgemeinen entwässerungsbedürftige und von Torf- und anmoorigen Ablagerungen ausgefüllte Bodenflächen zurückgelassen haben. Dazwischen liegen die ausgedehnten Schotterfluren der Grundmoräne, die im allgemeinen einen tieferen Grundwasserspiegel aufweisen (meist tiefer als 7 m — die Tiefenlage des Grundwassers überschreitet mit Ausnahme jener südlich von Ebental-Grafenstein und aus Sattnitzkonglomeraten bestehenden Gebieten nur in seltenen Fällen den von der Erdoberfläche betragenden Tiefenabstand von 15 m) und die mit teilweise ausgedehnten und größere Gebiete einnehmenden Zwischenstufen der Grundwassertiefengliederung zu den seichten Grundwassertiefen überleiten. Die besonders in den glazialen Gebieten bestehenden Gefällsstufen des Grundwasserspiegels treten in der Grundwasserkarte nicht direkt in Erscheinung, weil sie häufig den Flächenbereich der in der Grundwasserkarte getroffenen Stufeneinteilung nicht überschreiten, oder sie sind durch fehlende Ausscheidungen gewisser Übergangsstufen des Grundwassers, die vom seichten zum tieferen Grundwasserspiegel überleiten, erkennbar, wie dies besonders in der Umgebung von Hörten Dorf der Fall ist.

Über die Grundwasserverhältnisse des tieferen Untergrundes haben wir noch keine genaueren Vorstellungen. Im Glantal wurde der tiefere Grundwasserhorizont für die Wasserversorgung Klagenfurts herangezogen. Die Brunnenanlagen lieferten zwischen 50—100 *sek/l* betragende Wassermengen. Es ist sicher damit zu rechnen, daß im Bereich der Klagenfurter Ebene tiefere und sehr ergiebige Grundwasserstockwerke angetroffen werden können. Auch ist noch wenig über die Verhältnisse der gespannten Grundwassererscheinungen im Raum der Klagenfurter Ebene bekannt. Immerhin lassen verschiedene von Stini und Kahler gemachte Beobachtungen auch auf die Existenz artesischer Grundwässer schließen, die im Bereich der in der Umgebung von Klagenfurt verbreiteten Senken und Becken hauptsächlich verbreitet sein dürften.

Die Schwankungen des Grundwasserspiegels sind in den von der Grundwasserkarte von Klagenfurt erfaßten Gebieten verschiedenen beeinflussbaren Faktoren ausgesetzt. In Gebieten, wo der Grundwasserspiegel mit

dem Flußspiegel übereinstimmt, werden die Grundwasseroszillationen von den Flußspiegelschwankungen beeinflusst. Diese Verhältnisse sind besonders im oberen Glantal und im Gebiet der Glanfurt vorherrschend. In diesen Gebieten treten maximal 3—4 m betragende Schwankungen des Grundwasserspiegels auf. Bei maximalen Grundwasserhochständen werden große Gebiete unter Wasser gesetzt. Erst in der letzten Zeit wurde durch die Glanfurtregulierung eine Besserung geschaffen.

Über das engere Stadtgebiet hat Brunlechner 1893 einige genaue Beobachtungen und Messungen über maximale Grundwasserschwankungen gemacht. In einer diesbezüglichen Untersuchung hat Brunlechner auf Grund von eigenen durchgeführten Beobachtungsreihen sehr genaue Angaben über die durch die Niederschläge bedingten und durch die Flußspiegelschwankungen verursachten Veränderungen der Grundwasserstände gemacht, die sich nicht nur auf die Beobachtungspunkte an sich beziehen, sondern die auch interessante Ergebnisse über die Gefälls- und Niveauveränderungen innerhalb der untersuchten Gebiete gebracht haben. Es konnte gezeigt werden, daß die verschiedenen Grundwasserströme durch unterirdische Felsbarren in ihrer Strömungsrichtung beeinflusst werden. Über die den Spitalsberg im Glantal aufbauende Felsbarre war oben schon die Rede. Im W wird die Strömungsrichtung des Grundwassers des Wörtherseebeckens durch die Maria-Loretto-Sieben-Hügel-Felsbarre eingengt.

Brunlechner kommt in seinen Ausführungen zu dem Ergebnis, daß die bedeutendsten Schwankungen an der Mündungsstelle der beiden N-Stromarme des Glantales, dann an der Barre von Weidmannsdorf und beim Zusammenfluß des W—N-Stromes zu beobachten sind. Am geringsten sind die Grundwasserschwankungen in der Nähe des O-Ufers des Wörthersees, wo Schwankungen von 0.5 m kaum erreicht werden. Die Oszillationen nehmen im W-Strom gegen O zu und erhalten ihr Maximum im Bereich der Vereinigung des N-Stromes mit dem W-Strom, wo bis zu 4 m betragende Grundwasserschwankungen beobachtet werden konnten. Durch diese verschiedenen, u. zw. innerhalb des gleichen Zeitabschnittes sich abspielenden Grundwasseroszillationen ändern sich auch die Gefällsverhältnisse der Grundwasserströme. Besonders der vom Wörthersee abziehende Grundwasserstrom kann durch die Grundwasserspiegelschwankungen aus den oben angeführten Gründen häufig ein widersinnig gegen den Wörthersee gerichtetes Spiegelgefälle erhalten, das erst bei Absenkung und Entwässerung der Grundwasserhochstände wieder in die normale west-östlich gerichtete Gefällsrichtung eingelenkt wird. Die geringen Grundwasserschwankungen am O-Ufer des Wörthersees sind auf die geringe Durchlässigkeit der am O-Ufer des Sees verbreiteten Seeschlammablagerungen zurückzuführen, wodurch eine sehr langsame Filtrationsgeschwindigkeit des Grundwassers erreicht ist. Außerdem spielt sich die Seespiegelveränderung wesentlich langsamer ab als die Flußspiegelveränderungen (die Geschwindigkeit der Seespiegelveränderung hängt im allgemeinen von der Größe der Seefläche ab; die Seespiegelveränderung geht umso langsamer vor sich je größer die Seefläche ist).

Für die Grundwasserspiegelschwankungen des W-Stromes ist also das Seebecken von ausschlaggebendem Einfluß. Infolge der sehr langsam

stattfindenden Infiltration des Grundwassers an den Seeufern folgen die Grundwasseroszillationen häufig mit einem Monat Verspätung den Seespiegelschwankungen des Wörthersees nach. Dagegen fallen die durch Hochfluten der Flüsse auftretenden Grundwasserspiegelschwankungen zusammen.

Entsprechend der Größe der Einzugsgebiete (Einzugsgebiet des Wörthersees beträgt 160 km^2 , das des Glanflusses 600 km^2) wird auch aus dem Glantal durch die beiden nördlich von Klagenfurt einmündenden Grundwasserströme eine wesentlich größere Grundwassermenge in die Ebene von Klagenfurt eingeströmt als vom W-Becken des Wörthersees und die dann während der Niederschlagsperioden naturbedingt erheblich größere Grundwasserschwankungen hervorrufen. Die entsprechenden maximalen Grundwasserschwankungen erreichen ein Ausmaß von 4 m und bilden im Mündungsgebiet bei der Vereinigung mit dem W-Strom des Grundwassers einen auf denselben sich auswirkenden Rückstau. Zwischen diesen den alten Talrichtungen folgenden Grundwasserströmungen liegen Grundwasserreservoirs, die im allgemeinen wesentlich kleinere Spiegelschwankungen aufweisen, wie dies besonders im Bereich des Grundwasserreservoirs, das unter dem engeren Stadtgebiet im toten Winkel der beiden zusammen treffenden Grundwasserströme verbreitet ist, erkennbar ist. Innerhalb dieses Grundwasserreservoirs wurden $2\text{--}3 \text{ m}$ betragende Schwankungen beobachtet.

Ähnliche Verhältnisse finden sich auch in den östlichen Gebieten zwischen Annabichl und St. Jakob und zwischen St. Thomas und Hörtendorf. Nur existieren über diese Gebiete keine genaueren Beobachtungen, so daß für diese Räume hier keine näheren Angaben gemacht werden können.

Bemerkenswert ist auch das Beobachtungsergebnis Brunlechners über die Größe der Grundwasserspiegelschwankungen in Abhängigkeit zur Größe des Durchmessers des zu passierenden Talquerschnittes. Da dem bei Klagenfurt einmündenden westlichen Grundwasserstrom des Glantales ein kleinerer Talquerschnitt zur Verfügung steht, treten im allgemeinen größere Schwankungen auf als beim östlichen Grundwasserstrom, der in der Ebene von Annabichl ein wesentlich breiteres Talprofil zu passieren hat. Bei Hochwasserständen jedoch erhöht sich sein Spiegel über das Niveau des benachbarten westlichen Grundwasserspiegels.

Brunlechner hat dann einige sehr aufschlußreiche Angaben über die Geschwindigkeit des Grundwasseranstieges gemacht. Auf Grund der täglichen reihenweise angestellten Beobachtungen gibt Brunlechner für das Stadtgebiet anfangs bei Beginn einer entstehenden Hochwasserflut ein Ansteigen des Grundwassers mit einer täglichen Aufstiegs geschwindigkeit von 1 cm an, die aber rasch zunimmt, bis sie ein Maximum von 15 cm täglich erreicht. Im O-Arm des N-Stromes, wo die größere Menge des Glangrundwassers einbricht, konnte ein tägliches Ansteigen von 37 cm maximal festgestellt werden, während im S im Durchschnitt der Stromaxen ein Anstieg von 57 cm maximal beobachtet wurde. Das durchschnittliche gleichmäßige Fallen des Grundwasserspiegels ist mit 1.4 cm je Tag errechnet. Zeitlich stimmen die Maxima nahezu überein, u. zw. jene im Grundwasserbecken untereinander als auch mit jenen des Wörthersees.

V. Die Grundwasserverhältnisse von Wolfsberg und Umgebung

1. Der geologische Aufbau von Wolfsberg und Umgebung

Im Entwurf der Grundwasserkarte von Wolfsberg (Tafel XXIII) wurde das zwischen Wolfsberg und St. Andrä gelegene Gebiet hydrogeologisch bearbeitet. Die hydrogeologischen Untersuchungen beschränkten sich vorwiegend auf den nördlichen Teil des unteren Lavanttaler Beckens, u. zw. auf jenen Raum, der sowohl in landwirtschaftlicher Hinsicht als auch wirtschaftlich gesehen für die Umgebung der Stadtgebiete von Bedeutung ist.

Das gekennzeichnete Gebiet des Lavanttales wird im W vom Saualpenzug und im O von der Koralpe begrenzt. Beide Gebirgszüge bestehen vorwiegend aus muskowitzreichen Glimmerschiefern, Amphiboliten, Phyllit-schiefern, kristallinen Kalken und anderen kristallinen Schiefergesteinen.

Das Lavanttal erweitert sich bei Wolfsberg gegen S in ein breites inneralpines Talbecken, dessen Entstehung auf ein System von im Jungtertiär stattgefundenen tektonischen Bewegungen (Einbruch, Verstellung, Verwerfungen, Einmündung usw.) zurückzuführen ist. Das ganze Gebiet wurde während der Zeit des erfolgten Einbruches im Jungtertiär von marinen und brackischen Ablagerungen sedimentiert, die später noch von fluviatil-glazialen Überlagerungen beeinflusst wurden. Die jüngste Gestaltung der Ablagerungen wurde im Alluvium durch das Entwässerungsnetz der Lavant und ihrer Nebenbäche bestimmt.

Die im Lavanttaler Becken verbreiteten jungtertiären Sedimente bilden eine sehr wechselvolle Schichtfolge, die zuletzt 1952 von Beck-Mannagetta stratigraphisch neu bearbeitet und geologisch kartiert wurde. Sowohl der petrographische Bestand als auch die Körnung der jungtertiären Sedimente des unteren Lavanttaler Beckens ändern sich ständig innerhalb der stratigraphischen Schichtfolge, wodurch die Grundwasservorräte in diesen Sedimenten wesentlich beeinflusst sind.

Wenn man den zwischen Wolfsberg und St. Andrä gelegenen Raum des Beckens, der im wesentlichen mit der von Beck-Mannagetta gekennzeichneten St. Stefaner Mulde übereinstimmt, im Hinblick auf seine sedimentäre Gestaltung charakterisiert, so ergibt sich hier ein Ablagerungsgebiet, das größtenteils im Untergrund von marinen und Süßwasserablagerungen aufgebaut ist. Hervorzuheben ist dabei die Tatsache, daß die Ablagerungsverhältnisse zu beiden Seiten des Lavantflusses südlich von Wolfsberg nicht gleichsinnig in Erscheinung treten. Aber dies ist auf tektonische Vorgänge, die sich in diesem Gebiet abgespielt haben, zurückzuführen.

Auf die den Untergrund aufbauenden kristallinen Gesteine soll hier nicht eingegangen werden. Die älteren Schichten bilden im nördlichen Teil des Beckens, die auf der W-Seite zwischen St. Margarethen, St. Marein und St. Andrä teilweise aufgeschlossenen Ton-Mergelschichten des Oberorton, die mit Sandsteinen wechseln. Sie bauen die zwischen den Weissenbach, Arlingbach und Woisbach gelegenen bewaldeten Kuppen auf. Die Mächtigkeit dieser Ablagerungen ist sehr beträchtlich (Beck-Mannagetta gibt eine Mächtigkeit von 400—750 m an). Dazwischen schalten sich glaziale Schotter und Lehme, teilweise noch unbestimmten Alters, teilweise dem Würm angehörend, ein. Sie bauen die zwischen den von W in das Lavant-

taler Becken einmündenden Bachläufen gelegenen Flächen auf, die morphologisch durch leicht erkennbare flache Hügelterrassen hervortreten. Am W-Rand des Beckens bei Thürn und nördlich von St. Margarethen sind die wahrscheinlich ins Mitteltorton zu stellenden Blockschotter noch zu erwähnen, deren Verbreitung obertags nur auf beschränkte Räume lokalisiert ist.

Östlich der gekennzeichneten Schichtfolge des westlichen Lavanttaler Beckens schließen gegen die Talmitte die Stauseesedimente des Würms an, die im ganzen Tal eine typisch-einheitliche und nur von kleineren aus dem W kommenden Bachläufen durchfurchte Terrassenlandschaft aufbauen. Während die Seehöhe der Terrassen in der gesamten Verbreitung immer dieselbe Höhe beibehält, nimmt die Niveaudifferenz zwischen dem Terrassenniveau und dem alluvialen Erosionsgebiet der Lavant von N gegen S mit dem Gefälle des Lavanttales ständig zu, so daß die Stufenlandschaft im S des Beckens viel ausgeprägter in Erscheinung tritt als im N. Diese Erscheinungen bestimmen auch die Grundwasserverhältnisse, so daß im Bereich der Stauseeablagerungen auch das Grundwasser im südlichen Teil des Beckens in erheblich größeren Tiefen anzutreffen ist.

Der Schichtkomplex der Stauseesedimente weist nach Beck-Mannagetta eine Mächtigkeit von 10—30 m auf und besteht zum Teil aus sandigen Lehmen, die nach unten in lehmige Feinsande und Feinsande übergehen, wobei im vertikalen Profil die Korngrößenaggregate häufig wechseln. Die Mächtigkeit dieser Ablagerungen nimmt gegen S beträchtlich zu.

Von ähnlichen Ablagerungen sind auch die an der O-Seite des Lavanttaler Beckens zwischen Wolfsberg und St. Ulrich verbreiteten Terrassenflächen aufgebaut. Hier treten stärker die an der Oberfläche abgesetzten glazialen Schotterfächer hervor, deren Material dem Einzugsgebiet der Koralpe entspricht und die in den obersten Schichten als Verwitterungsprodukt eine Verlehmung mit wechselnder Mächtigkeit ergeben haben. Die Mächtigkeit der Verlehmung nimmt gegen die Talmitte zu, was besonders auf die am Beckenrand sich ständig erneuernde Verschotterung am Fuß der Koralpenhänge zurückzuführen ist.

Auch im O-Raum sind gebietsweise obertags ältere Ablagerungen des Unterpannons eingeschaltet, die die zwischen östlich von Wolkersdorf und von Jakling gelegenen bewaldeten Kuppen aufbauen. Es handelt sich um Süßwasserschichten, die ebenfalls einen Schichtwechsel von kalkfreien Sanden, Schottern und Tonen anzeigen.

Die glazialen Schotterfächer, welche den größten Teil der Flächen des östlichen Lavanttaler Beckens bedecken, sind durch eine Reihe von kleineren Bachläufen durchfurcht, von denen besonders der Weissen-, Holler-, Reidebener-, Hartelsberger- und Gemmersdorferbach usw. hervorzuheben sind. Sie haben die Tallagen mit sandigen, teilweise schotterigen Ablagerungen bedeckt.

Im W dieser vorhin erwähnten glazialen Schotterfächer breitet sich gegen die Talmitte eine ungefähr von Wolfsberg bis St. Andrä reichende und aus Würmterrassenschottern bestehende Terrassenstufe aus, die gegen das Alluvium des Lavantflusses mit einer kleinen Stufenterrasse sich morphologisch absetzt. Auch diese Ablagerungen weisen in den obersten Horizonten eine 1—2 m mächtige entwickelte Verlehmung auf, während der Untergrund vorwiegend aus Schottern und Sanden zusammengesetzt ist.

Zwischen diesen zu beiden Seiten des Lavanttaler Beckens ausgebreiteten jungtertiären und glazialen Ablagerungen liegen ungefähr in der Mitte des Beckens die alluvialen Ablagerungen der Lavant ausgebreitet. Auch hier läßt sich eine Trennung zwischen älteren etwas höher gelegenen Terrassenflächen des Alluviums und den jungalluvialen Ablagerungsgebieten der Lavant durchführen, die in ihrer bodenkundlichen Entwicklung verschiedene Entwicklungsstadien erreicht haben. Die Abgrenzung dieser beiden zeitlich verschiedenen Ablagerungsvorgänge ist durch eine kleine merkbare 2—3 m abfallende Terrassenstufe leicht möglich und läßt sich im Relief der Landschaft ohne weiteres rasch erkennen. Die fluviatilen Ablagerungen bestehen vorwiegend aus Schottern und sandigen Schottern, die im Bereich der altalluvialen Schotterablagerungen nach oben in lehmige, zum Teil aber auch schon in stark lehmige Sande übergehen. Die Mächtigkeit der fluviatilen Ablagerungen schwankt zwischen 10 und 20 m. Sie nimmt in südlicher Richtung zu.

Im Bereich der Lavantflußschotter ragen zwischen Wolfsberg und St. Andrä häufig aus offenbar fluviatil-glazialen schon teilweise verfestigten Schottern bestehende Waldkuppen hervor, die in ihrer richtungsbedingten Anordnung auf alte Erosionsrinnen des Lavantflusses bzw. anderer benachbarter Gewässer, die während des Ausganges der Eiszeit entstanden sind, erkennen lassen.

Das im Bereich der Lavantablagerungen abgesetzte Quartär weist im allgemeinen eine Mächtigkeit von 15—20 m auf. Den Untergrund bilden die jungtertiären zum Teil mit Kohlenflözen ausgestatteten Ablagerungen, die im Lavanttaler Becken eine Gesamtmächtigkeit von mehr als 1000 m erreichen. Auf die ziemlich gut bekannte Detailstratigraphie soll hier im Rahmen dieser Arbeit nicht näher eingegangen werden. Ich verweise in diesem Zusammenhang auf die 1952 von Beck-Mannagetta im Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt herausgebrachte Arbeit über die „Geologie und Paläontologie des Tertiärs des unteren Lavanttales“ und auf die vorhandenen geologischen Bohrprofile des St. Stefaner Kohlenbergbaues.

2. Die Grundwasserverhältnisse von Wolfsberg und Umgebung

Auf Grund der oben gekennzeichneten geologischen Verhältnisse der Umgebung von Wolfsberg ist das Verhalten des Bodens zum Grundwasser in den einzelnen geologisch fixierbaren Räumen des unteren Lavanttaler Beckens sehr verschieden. Zusammenhängende Grundwasseransammlungen finden sich im allgemeinen nur im Bereich der sedimentogenen Ablagerungen des Lavanttaler Beckens und die hydrogeologischen Erscheinungsformen der Grundwasserverhältnisse hängen von den verschiedenen im Jungtertiär und im Quartär erfolgten Ablagerungsverhältnisse im wesentlichen ab.

Von hydrogeologischen Gesichtspunkten ausgehend müssen im Lavanttaler Becken fünf voneinander abweichende Ablagerungszonen unterschieden werden, die ein verschiedenes Verhalten gegenüber dem Grundwasser aufweisen. Es handelt sich um folgende geologische Zonen:

1. Die jüngsten alluvialen Flußablagerungen der Lavant und der Seitenbäche, die aus dem Einzugsgebiet der Sau- und Koralpe ins Lavanttaler Becken entwässern. Im Bereich dieser meist aus Flußsanden und -schottern

bestehenden Ablagerungen finden sich vorwiegend die oberflächennahen Talgrundwasseransammlungen. In der Grundwasserkarte von Wolfsberg (Tafel XXIII) sind diese Verhältnisse der seichten Grundwasserzone (0—2 *m* unter der Erdoberfläche) deutlich erkennbar.

2. Der Ablagerungsraum der älteren alluvialen Flußschotterablagerungen, der in den meisten Gebieten, besonders südlich von St. Stefan, durch eine kleine Terrassenstufe im Landschaftsbild zur Geltung kommt. Dieses Gebiet umfaßt jene Grundwasserzone, die bereits einen unter 2 *m* unter der Erdoberfläche liegenden Grundwasserspiegel aufweist und dadurch die obersten Bodenzonen kaum mehr unter der Einwirkung der Grundwasserreduktion stehen. Der Oberboden zeigt auch eine stärkere Verlehmung und die Bodenbildung steht unter dem Einfluß der klimatogenen Braunerdeentwicklung, wodurch die Sickergeschwindigkeit des Grundwassers im Boden wesentlich herabgemindert und daher eine bessere Filterwirkung erreicht ist. Das Grundwasser dieses Ablagerungsraumes ist für die Wasserversorgung im allgemeinen besser geeignet als jenes unter Punkt 1 zusammengefaßtes oberflächennahes Grundwasser, welches bereits zwischen 0—2 *m* unter der Erdoberfläche anzutreffen ist.

3. Das Gebiet der Stauseesedimente, welche westlich der Lavant die Hochterrassenflächen aufbauen. Im O können jene Gebiete zusammengefaßt werden, die von den Terrassenschottern (Unterstufe nach der geologischen Karte von Beck-Mannagetta) aufgebaut sind. Beide Gebiete verhalten sich gegenüber dem Grundwasser gleich. Die Ablagerungen nehmen eine Mächtigkeit von 10—30 *m* an. Die Grundwassertiefe hängt im allgemeinen von der Mächtigkeit der Stauseesedimente ab. Im allgemeinen ergibt sich, daß entsprechend dem gegen die Talmitte gerichteten Grundwassergefälle, das mit dem Einfallen und mit der gegen die Talmitte gerichteten Zunahme der Mächtigkeit der Stauseesedimente im Zusammenhang steht, eine von der Hangseite der Saulpe gegen die Talmitte sich auswirkende Zunahme der Grundwassertiefe eintritt. Die Verhältnisse sind in der Tafel XXIII entsprechend dargestellt.

4. Das Ablagerungsgebiet der älteren Schotterfächer, deren Ablagerungen zu beiden Seiten des Lavantaler Beckens mit einem gegen die Talmitte leicht geneigten Geländegefälle sich fächerartig ausbreiten und besonders an der NW-Ecke des Beckens und im SO größere Gebiete bedecken. Da es sich um ältere Schotterfächer handelt, sind die obersten Bodenhorizonte stark verlehmt, teilweise stark verdichtet und vernäßt. Das Grundwasser befindet sich besonders in den östlichen Gebieten in größeren Tiefen (7 bis 15 *m* unter der Erdoberfläche). Auch hier hängt die Tiefenlage des Grundwassers von der Mächtigkeit der Schotterablagerungen ab, weil der Untergrund vorwiegend aus wasserundurchlässigen kohlenführenden marinen Ablagerungen besteht und das Grundwasser nach unten entsprechend abtaut.

Zwischen St. Margarethen und St. Michael tritt das Grundwasser verhältnismäßig weniger tief unter der Erdoberfläche auf, weil die Geländeneiveaunterschiede keine besonderen Höhendifferenzen aufweisen und daher die Grundwassergebiete der Täler und der benachbarten Schotterfächer in der Höhenlage sich gegenseitig beeinflussen.

In den unter 3 und 4 zusammengefaßten Grundwassergebieten ist allerdings das Spiegelniveau des Grundwassers nicht immer einheitlich

und zusammenhängend, weil die der Würmzeit angehörenden Ablagerungen einen häufigen Wechsel zwischen grob- und feinkörnigen Ablagerungen bedingen, die die unterirdische Wasserführung beeinflussen. So treten in den bewaldeten Gebieten zwischen Maildorf und Wolkersdorf oberflächennahe Grundwasseransammlungen auf, die teilweise stark vernäbte oder versumpfte Flächen hervorrufen und gleichzeitig die Bildung von kleineren Torfablagerungen verursacht haben. Der Untergrund besteht dann häufig aus schluffigem Lehm, welcher das Grundwasser unterirdisch abstaut. Meist wird das oberflächennahe Grundwasser durch obertags ab rinnende Gerinne entwässert und es besteht im allgemeinen kein Zusammenhang mit den tiefer liegenden unterirdisch abziehenden Grundwasser.

5. Unter diesen Abschnitt sind jene Gebiete zusammenzufassen, die hauptsächlich das Verbreitungsgebiet der jungtertiären Ton-Mergelschichten betreffen. Diese Ablagerungen wechseln häufig mit Sandstein-einlagerungen, so daß die Grundwasserführung sich auf die grobkörnigen Ablagerungen beschränkt und dadurch in diesen Gebieten auf größere Räume kein zusammenhängender Grundwasserstrom, der von der Oberfläche erschlossen werden könnte, in Erscheinung tritt. Die Strömung des unterirdisch abziehenden Grundwassers folgt dem Einfallen der wasserdurchlässigen jungtertiären sandsteinartigen Horizonte und erreicht im allgemeinen in größeren Tiefen die tieferen Grundwasserstockwerke.

Die Ton-Mergelschichten sind im allgemeinen wasserundurchlässig, so daß nur eine geringe Wassermenge von diesen Bodenschichten aufgenommen werden kann, welche dann als Bodenstauwasser schon in den obersten Schichten des Bodens in Erscheinung tritt und im Boden unangenehme Verdichtungszonen und Vernässungsercheinungen hervorruft.

Ähnliche Feuchtigkeitsverhältnisse sind auch in den obersten Bodenhorizonten der Würmschotterablagerungen häufig zu beobachten und verbreitet. Besonders wo der Verwitterungshorizont alter Schotterfächer und älterer Terrassen auf Grund der hydrologisch ungünstig sich auswirkenden Bodenbildung besondere Bodenverdichtungshorizonte hervorgerufen hat, die sich in einer mehr oder weniger mächtigen teilweise verdichteten Lehmkruste repräsentiert, sammelt sich an der Oberfläche sogenanntes Bodenstauwasser, welches verschiedentlich größere zusammenhängende Gebiete in einen anmoorigen Zustand versetzt hat. Dieses Bodenstauwasser steht nicht direkt mit dem Grundwasser in Verbindung.

Die Strömungsrichtung der unterirdisch abziehenden Grundwasser wird im allgemeinen von dem Verlauf der Täler bestimmt. Im W strömt das Grundwasser durch das Einzugsgebiet des Weissen-, Arling-, Reibergerbach und anderer aus dem Saualpengebiet entspringender kleiner Bachläufe in mehr oder weniger westöstlicher Richtung zum Grundwasserstrom der Lavant ein. Auch aus dem Korallpengegebiet ziehen die Grundwässer entlang der kleineren Bachtäler in nordöstlich-südwestlicher Richtung ab und vereinigen sich im Mündungsgebiet mit dem Grundwasserstrom der Lavant.

Der Lavantgrundwasserstrom dringt gemeinsam mit dem aus dem Auental einmündenden Grundwasser bei Wolfsberg in das untere Lavant-taler Becken ein und strömt zu beiden Seiten des Flusses nach S ab. Bemerkenswert ist, daß der Grundwasserspiegel besonders zwischen Wolfs-

berg und St. Stefan nicht mit dem Flußspiegel der Lavant gleichsinnig verläuft, sondern etwa 2—3 *m* unter dem Flußspiegel durchzieht. Es hat den Anschein, daß das aus dem Lavantdurchbruch nördlich von Wolfsberg einmündende Grundwasser nicht die nötige Wassermenge aufzubringen in der Lage ist, die für die Auffüllung der südlich von Wolfsberg abgelagerten 15—20 *m* mächtigen Flußschotter erforderlich wäre. Auch die von Weissenbach- und Arlingbachtal zuströmenden Grundwassermengen reichen noch nicht aus.

In diesem Zusammenhang erscheint mir die von Beck-Mannagetta gemachte mündliche Mitteilung sehr wichtig, daß bei St. Stefan die Mächtigkeit der fluviatilen Schotter stark reduziert ist, während erst südlich davon dieselbe wieder zunimmt. An dieser Schwelle kommt dann das Grundwasser an den Flußspiegel heran und fließt von dort ab in gleicher Höhe mit dem Flußspiegel der Lavant gegen S ab. Inzwischen ist allerdings der Grundwasservorrat des Lavantflusses ebenfalls mit den von W und O einmündenden Grundwassermengen entsprechend vergrößert, so daß dadurch das Füllbecken von dem Grundwasser vollkommen ausgenützt wird.

Ein engerer Zusammenhang der Grundwasservorräte der Würmterrassen und der benachbart gelegenen Schotterfächer untereinander besteht im allgemeinen nicht. In manchen Fällen wird der Ausgleich durch häufig vorkommende Gefällsstufen überwunden. Dagegen kann der Grundwasserspiegel, welcher im Bereich der Würmterrassen liegt, mit dem Spiegel des alluvialen Grundwasserstromes zusammenhängen, so daß bei der Berührung dieser Gebiete keine besonderen Gefällsstufen zu überwinden sind.

Die Grundwasserschwankungen sind im Lavanttaler Becken im allgemeinen dort am größten, wo die Veränderungen durch die Flußspiegelschwankungen beeinflußt werden.

Die klimatisch und meteorologisch bedingten Einflüsse verursachen Grundwasserschwankungen, die maximal das Ausmaß von 3 *m* im allgemeinen nicht überschreiten. Es gibt selbstverständlich auch kleine Lagen, innerhalb welcher das Grundwasser noch wesentlich größere Schwankungen mitmacht; aber diese Erscheinungen werden häufig durch eine lokal bedingte geologische Situation hervorgerufen, die die normalen Abflußverhältnisse stören. — Es besteht die Möglichkeit wenigstens auf diesem Weg — wenn auch nur in allgemeiner Form — gewisse allgemeingültige Verhältnisswerte über die dem Grundwasser zufließende Wassermenge zu gewinnen, die uns in diesem Zusammenhang Aufschluß über die Rolle des Bodens und des Grundwassers zu geben in der Lage sind.

Im Hinblick auf den hydrologischen Charakter des Lavanttaler Beckens, wo etwa 53.5—71.5% der Wassermenge durch die Verdunstung kompensiert wird, ist bemerkenswert, daß die aus den Kristallingebieten der Sau- und Koralpe eindringenden Grundwassermengen einen relativ kleinen Prozentsatz der Niederschlagsmenge ausmacht. Die im Bereich der Kor- und Saualpe fallenden Niederschläge fließen infolge der allgemein bestehenden Undurchlässigkeit der die beiden Gebirgszüge aufbauenden Gesteine entweder oberflächlich ab oder sie sind schon in den Höhen infolge der intensiven Sonnenbestrahlung oder infolge der starken Windeinwirkung der Verdunstung ausgesetzt, weil die metamorphen Kristallgesteine bis auf wenige Aus-

nahmen relativ wenig Wasser aufzunehmen und unterirdisch weiterzuleiten in der Lage sind. Diese Erscheinung kommt auch in den hochalpinen Bodenbildungsprozessen sehr deutlich zum Ausdruck. Es gelangt daher wenig Wasser auf unterirdischem Weg in das Grundwasser des Beckens, wodurch auch die Schwankungsintensität der Grundwässer gegenüber den feuchteren Gebieten stark zurücktritt. Die Schwankungen des Grundwassers im Lavanttal werden also hauptsächlich durch die Hochwässer der Flüsse und Bäche oder durch die im Frühjahr in Erscheinung tretende Schneeschmelze hervorgerufen.

Über den Grundwasservorrat der im Lavanttaler Becken vorkommenden tiefer liegenden Grundwasserstockwerke haben wir im allgemeinen noch keine klaren Vorstellungen. Jedoch lassen sich auf Grund der vom St. Stefaner Bergbau durchgeführten Bohrungen gewisse Anhaltspunkte gewinnen, welche Horizonte als wasserführend in Erscheinung treten und in welchen Tiefen dieselben anzutreffen sind.

In dem unter den Lavantflußschottern liegenden Jungtertiär sind besonders die in diesem Schichtkomplex vorkommenden Sandsteine, Sande, Schotter, Konglomerate sowie auch teilweise die sandigen Tone und Mergel wasserführend. Die Mächtigkeit und die Tiefenlage geht wenigstens teilweise aus den Bohrprofilen des St. Stefaner Bergbaues hervor. Im allgemeinen nehmen die jungtertiären Ablagerungen einen durch die Bodentektonik bedingten muldenförmigen Verlauf, so daß die gleichaltrigen Horizonte gegen die Beckenmitte einfallen und an Tiefe zunehmen. Dadurch ist auch die Fließrichtung der tieferen Grundwasserhorizonte bestimmt, die sowohl ein von NW nach SO als auch ein von NO nach SW gerichtetes Gefälle aufweisen.

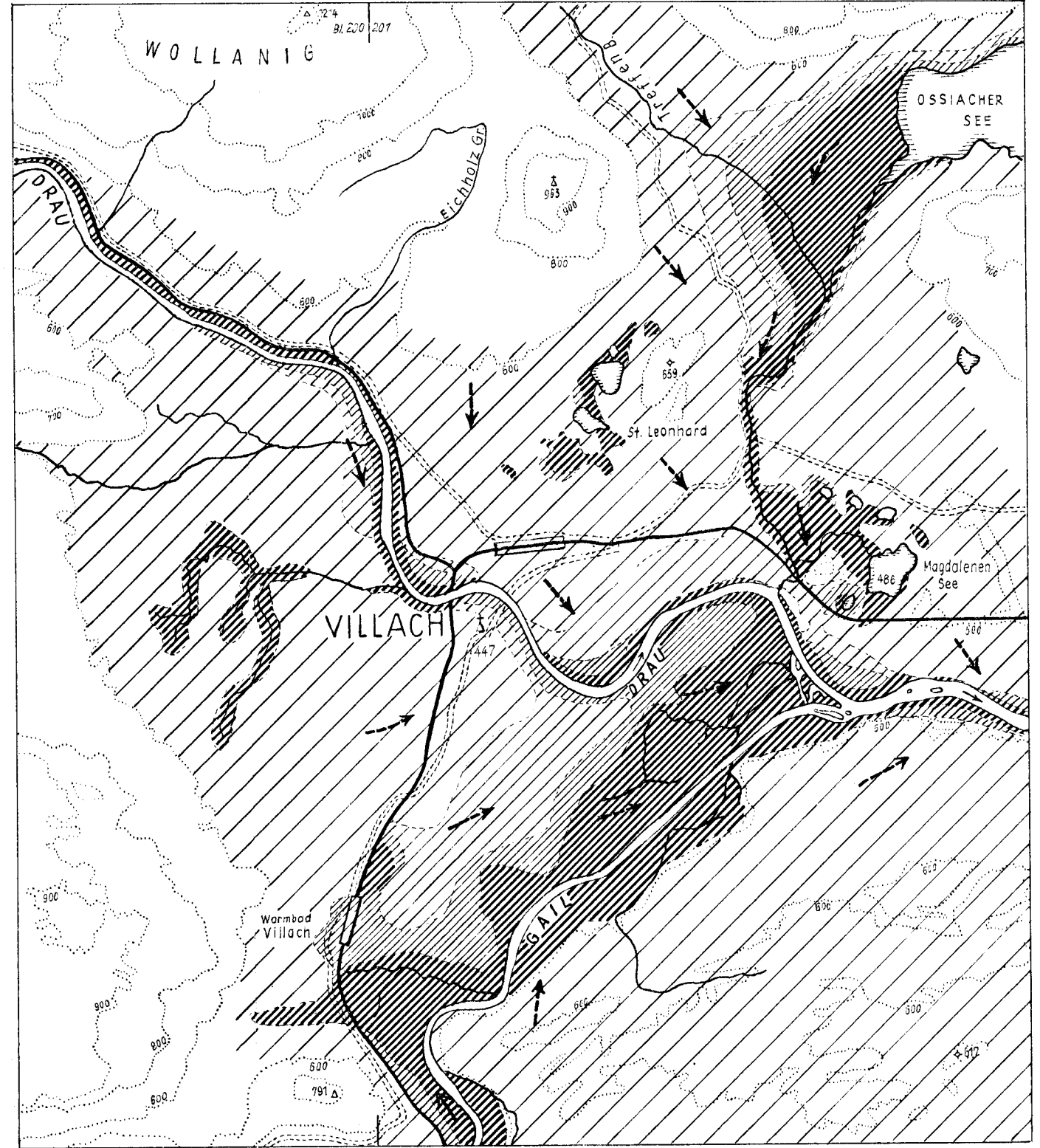
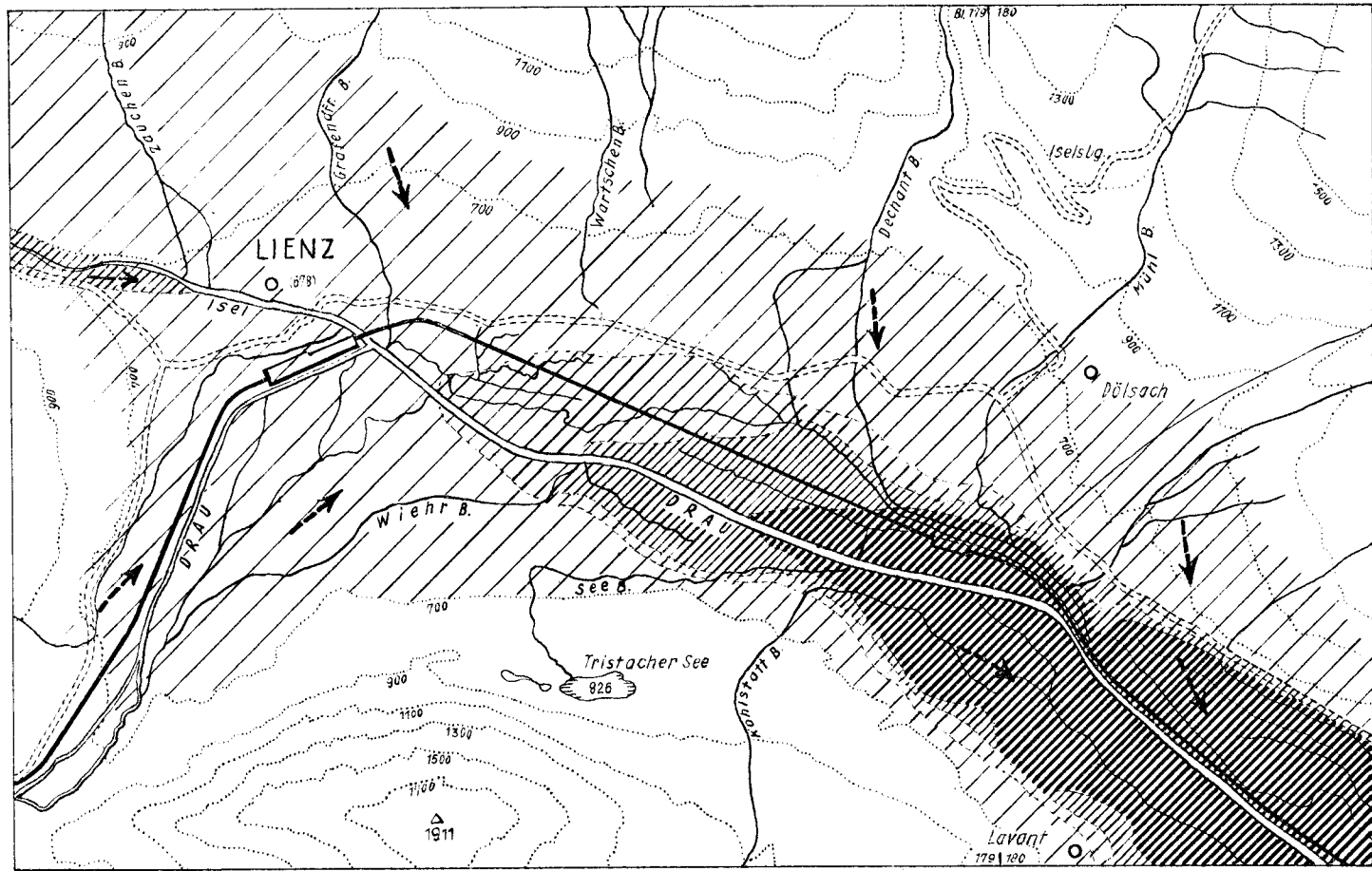
Die vorhandenen Bohrprofile lassen erkennen, daß in diesen Gebieten schon innerhalb der bis 100 m reichenden Tiefenzone unter der Erdoberfläche zwei bis drei Grundwasserstockwerke angetroffen werden können, die mindestens eine Mächtigkeit von 10—20 m erreichen. Die einzelnen Grundwasserhorizonte sind durch wasserundurchlässige tonige Mergelhorizonte getrennt. Besonders das Pliozän weist im allgemeinen mächtigere wasserführende Horizonte auf (Schotter der Wölch, kalkfreie Sande, Schotter des Unterpannons usw.). Im Sarmat und im Obertorton des tieferen Jungtertiärs weisen die tonigen und mergeligen Ablagerungen eine wesentlich größere Mächtigkeit auf. Die wasserführenden Sandeinlagen beschränken sich auf gering mächtige Bänke, die an Mächtigkeit meistens das Ausmaß von wenigen Metern nicht überschreiten.

Auf Grund der Fallrichtung der jungtertiären Ablagerungen im Lavanttaler Becken kann auch mit dem Vorkommen von gespanntem Grundwasser gerechnet werden, die bei Erschließung solcher Horizonte an sich eine größere Ergiebigkeit an artesischem Wasser ergeben würde.

Literaturverzeichnis

1. Anderle N.: Zur Schichtfolge und Tektonik des Dobratsch und seine Beziehungen zur alpin-dinarischen Grenzzone. Jb. Geol. B. Anst., Wien 1951, Bd. XCIV (Festband).
2. Beck-Mannagetta P.: Zur Geologie und Paläontologie des Tertiärs des unteren Lavanttales. Jb. Geol. B. Anst., Wien 1952.
3. Bendel L.: Ingenieurgeologie. Bd. I und II, Wien 1944 und 1948.
4. Brunlechner A.: Das Grundwasser im Becken von Klagenfurt. Zeitschr. f. prakt. Geologie, Berlin 1893.

5. Conrad V.: *Klimatographie von Österreich. VI. Klimatographie von Kärnten*, Wien 1913.
6. Dachler R.: *Über Sickerwasserströmungen in geschichtetem Material. Die Wasserwirtschaft*, Wien Nr. 33 und 34, 1931.
7. Dachler R.: *Grundwasserströmung*, Wien 1936.
8. Diserens E.: *Vortrag vor der Internat. Bodenkundl. Gesellschaft gehalten am 27. Juni 1929 in Prag*.
9. Donat I.: *Ein Beitrag zur Durchlässigkeit der Sande. Wasserkraft und Wasserwirtschaft* 24, H. 17 (1929).
10. Fauser O.: *Meliorationen*. Berlin 1921.
11. Findenegg I.: *Vergleichende physikalische und biochemische Untersuchungen von Grund- und Quellwässern in Kärnten. Carinthia II, Klagenfurt 1944*.
12. Gerabeck K.: *Die Grundwasserverhältnisse und Quellen Österreichs. Österreichische Wasserwirtschaft*, Wien 1949.
13. Ilg O.: *Kärntner Wasserversorgungsprobleme. Gas, Wasser, Wärme*, Wien 1949.
14. Ilg O.: *Die Wasserversorgung in Kärnten im Blickfeld der Fremdenverkehrsförderung. Gas, Wasser, Wärme*. Wien 1952, Heft 10.
15. Kahler-Steinhäusser: *Die Schwankungen des Grundwasserspiegels in Klagenfurt. Carinthia II, Jg. 61, Klagenfurt 1951*.
16. Keilhack K.: *Lehrbuch der Grundwasser- und Quellenkunde*. Berlin 1935.
17. Koehne W.: *Grundwasserkunde*. Stuttgart 1948.
18. Kozeny I.: *Über Bodendurchlässigkeit. Die Wasserwirtschaft*, Wien, Nr. 33 und 34, 1931.
19. Kubiens L.: *Entwicklungslehre des Bodens*. Wien 1948.
20. Kubiens L.: *Richtlinien für die Bodenkartierung. (Nicht veröffentlicht.)*
21. Laatsch W.: *Dynamik des Deutschen Acker- und Waldbodens*. Dresden und Leipzig 1938.
22. Nöring F.: *Fragen der Grundwasserchemie in Beziehung zu Oberfläche und Untergrund. Zeitschr. Dtsche. Geol. Ges., Hannover 1951*.
23. Paschinger V.: *Landeskunde von Kärnten und Osttirol. Klagenfurt 1938 und 1949*.
24. Paschinger V.: *Die glaziale Verbauung der Sattnitzsenke in Kärnten. Zeitschr. f. Gletscherkde., Bd. XVIII, H. 1/3, 1930*.
25. Paschinger V.: *Toteislandschaften in Kärnten. Carinthia II, 1936*.
26. Ramsauer B.: *Boden, Bodenfeuchte und Kleinklima als Grundlage für Bewässerungen. Österr. Wasserwirtschaft*, Wien 1949.
27. Steinhäusser: *Langjährige Schwankungen des Abflusses und Niederschlages im Draugebiet verglichen mit der Donau. Carinthia II, Jg. 61, Klagenfurt 1951*.
28. Steinhäusser: *Die Niederschlagsstationen des Hydrographischen Dienstes in Kärnten und Osttirol seit Kriegsende. Carinthia II, Klagenfurt 1950*.
29. Stini J.: *Die Quellen*. Wien 1933.
30. Stini J.: *Zur Kenntnis der Quellen. Geologie und Bauwesen*, Wien 1935.
31. Stini J.: *Zur Geologie der Umgebung von Warmbad Villach. Jb. Geol. B. Anst., Wien 1937*.
32. Swoboda H.: *Analysen von Kärntner Quell- und Brunnenwässern. Klagenfurt 1906*.
33. Znnker F.: *Das Verhalten des Bodens zum Wasser. Handbuch der Bodenlehre. Bd. VI, Berlin 1930*.
34. *Abflusssmengen der österreichischen Gewässer. Hydrologisches Zentralbüro im BMin. f. L. u. F., Wien 1948*.



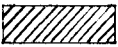
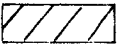



Grundwasserkarten

der Umgebung von Lienz, Villach, Klagenfurt u. Wolfsberg (Tafel XXII u. XXIII)

Entwurf: Dr. N. Anderle, 1954

1 : 50.000

- | | | | |
|---|--|---|--|
|  | Grundwasser zwischen 0-2 m unter der Erdoberfläche im Bereich des Alluviums, der Moore u. Sümpfe |  | Grundwasser zwischen 4-7 m unter der Erdoberfläche |
|  | Grundwasser zwischen 2-4 m unter der Erdoberfläche im Bereich des Alluviums |  | Grundwasser tiefer als 7 m unter der Erdoberfläche in alluvialen, diluvialen u. tertiären Ablagerungen |
| | |  | Strömungsrichtung des Grundwassers |

