

# Entwurf einer Übersichtskarte der Wassermangelgebiete und wasserärmeren Bereiche in Steiermark

VON ARTHUR WINKLER V. HERMADEN

(Mit einer Tafel)

Die Übersichtskarte der Wassermangelgebiete und der wasserärmeren Bereiche in Steiermark ist als ein Versuch anzusehen, auf geologisch-bodenkundlicher Grundlage, aber auch unter Berücksichtigung eigener landwirtschaftlicher Erfahrungen in Oststeiermark einen allgemeinen Überblick über die Verteilung der durch Wassermangelerscheinungen gekennzeichneten größeren Bereiche des Landes zu vermitteln.

## 1. Vorwiegend klimatisch bedingte Wassermangelerscheinungen

Vorerst sei darauf verwiesen, daß von einem absolutem Wassermangel des Landes Steiermark kaum gesprochen werden kann, wie aus den bedeutenden jährlichen durchschnittlichen Niederschlagsmengen selbst in den östlicheren, der ungarischen Ebene angenäherten Landesteilen hervorgeht. Nach Hydr. Jb. (1918) beträgt der durchschnittliche Jahresniederschlag für das Einzugsgebiet der Mur (oberhalb von Radkersburg) 1068 mm. Die Gebirgstteile Obersteiermarks und auch der Großteil des untersteirischen Berglandes (Bereich südlich der Drau) weist höhere, meist über 1000 mm gelegene Niederschlagsmengen auf. Im Ennsgebiet und im höher gelegenen Ausseer Becken sind die Niederschlagsmengen besonders hoch (Aussee 2000 mm, WEGENER). Nur in der Norischen Senke des oberen Mur-Mürztales befindet sich eine Zone geringer durchschnittlicher Jahresniederschläge (unter 800—900 mm). Auch die Randgebirge des steirischen Beckens zeigen noch beträchtliche Niederschlagswerte, so nach der Karte von KLEB (1911) in der Hochlantsch- und Stuhleckgruppe Niederschlagsmengen bis über 1400 mm; und ähnlich hohe sind auch an der Koralpe festgelegt (Glashütten 1270 mm) (10). Im steirischen Becken (Grazer-Becken und Oststeiermark) nehmen die Niederschläge von über 1000 mm am Saume der Randgebirge auf unter 800 mm im Osten ab, wobei sich eine niederschlagsärmere Zone entlang der Feistritz und Pinka von Ungarn her einschleibt (vgl. 32). Das untersteirische Bergland zeigt gegenüber dem oststeirischen Hügelland wiederum verhältnismäßig höhere Niederschläge, die im Bereich der Höhenzüge bis an den Ostrand über 1000 mm aufweisen.

Es ist weiters zu berücksichtigen, daß die Wirkung geringerer Niederschläge in der östlichen Steiermark (speziell im Feistritz-Pinkabereich) durch die dort herrschenden höheren Temperaturen, welche die Verdunstung naturgemäß steigern, eine Verschärfung bezüglich des Wasser-

mangels erfährt. Die wirtschaftlichen Folgen sind sehr beträchtlich; insbesondere treten im Gefolge trockener Jahre in diesen östlichen Bereichen mindere Grünlanderträge auf, die sich zeitweilig in einer ausgesprochenen Futternot ausprägen. Die Erfahrung zeigt, daß in solchen niederschlagsärmeren Perioden selbst die Erträge auf den Grünlandflächen in den durch Übersäure gekennzeichneten, sauren Bereichen zurückgehen. Die Ursache liegt darin, daß die dem nassen Untergrund angepaßten Pflanzenassoziationen in trockenen Jahren Mindererträge liefern, ohne daß an deren Stelle auf dem versauerten Boden die wertvollen Süßgräser zur Entwicklung kommen können.

Im Sinne dieser Ausführungen läßt sich ein östliches, klimatisch bedingtes Wassermangelgebiet im steirischen Becken festlegen, das als Ausläufer des kontinentalen pannonischen Bereiches anzusehen ist und sich am deutlichsten an der Feistritz, Pinka und Strem ausprägt. In Untersteiermark kann der Bereich des östlichen Pettauer Feldes und der östlichen Windischen Büheln in dieses, klimatisch beeinflusste Wassermangelgebiet eingeschlossen werden.

## **2. Vorwiegend durch Boden und Untergrund bedingte Wassermangelbereiche**

Boden und Gesteinsuntergrund sind die zweiten Faktoren, welche den Wasserhaushalt der einzelnen Bereiche und damit auch deren landwirtschaftliche Erträge maßgeblich zu beeinflussen vermögen. Zur besonderen Auswirkung gelangen die Einflüsse des Bodens naturgemäß in jenen Zeiten, die sich durch länger dauernde Trockenperioden kennzeichnen.

Boden und Gesteinsuntergrund beeinflussen auf dem Wege besserer oder minderer Wasserhaltungskraft in den oberen Bodenschichten die bäuerliche Wirtschaft eines bestimmten Bereiches in zweifacher Weise:

a) Erscheinen die Bodenerträge an sich von dem Grade des oberflächlichen Speicherungsvermögens der Niederschläge im Boden, bzw. des Vorhandenseins oder Fehlens wasserstauer Horizonte im Untergrund abhängig.

b) Sind Bereiche mit vorwiegend unterirdischer Entwässerung der Landoberfläche (Karsthydrographie; LEHMANN), ferner solche in stark durchlässigem Boden im Hügellandbereich, schließlich steilhängige Gebiete mit tonig-schiefriger Untergrundbeschaffenheit und dadurch bedingtem starkem oberflächlichem Wasserabfluß und geringer Wasseraufspeicherung im Boden durch das Fehlen oder zeitweise Versiegen von Quellen und Brunnen gekennzeichnet, was naturgemäß die Wasserversorgung der landwirtschaftlichen Betriebe sehr erschwert. Weniger gilt dies für die Terrassenbereiche mit an sich zwar oft undurchlässigem Untergrund und tiefer liegendem Grundwasserspiegel, wobei aber bei den in Steiermark gegebenen Verhältnissen das Grundwasser doch stets in, durch Brunnen ohne weiteres erreichbarer Tiefe gelegen ist.

Eine Jahrhunderte alte bäuerliche Erfahrung hat sich, soweit als möglich, in der Bewirtschaftung des Kulturlandes den Wassermangelercheinungen bestimmter Bereiche angepaßt in der Weise, daß jeweils die den Niederschlags- und Bodenverhältnissen entsprechenden Kulturarten angepflanzt werden. So werden die nach Klima, Exposition und Bodenverhält-

nissen geeigneten trockenen Bereiche als Weinland genützt und wird in den Karstgebieten der Ackerbau auf die an den Dolinen gelegenen Striche größerer Bodenmächtigkeit und stärkerer Bodenfeuchtigkeit beschränkt, während die trockenen Hänge dem Walde überlassen bleiben. Freilich zwingt in vielen Fällen die Notwendigkeit, die zur Erhaltung des Viehstandes erforderlichen Futtermittel zu erzeugen und die Ernährung des Menschen auf der Scholle sicherzustellen, dazu, auch nach Boden und Wasserführung verhältnismäßig weniger geeignete Bereiche in die landwirtschaftliche Kultivierung mit einzubeziehen.

In Steiermark lassen sich die einzelnen Auswirkungen des Klimas, des Bodens und seines Wasserhaushaltes auch in der Fruchtfolge feststellen, wobei sich nach JENTSCH, aus der jahrhundertlangen bäuerlichen Erfahrung entstanden, bestimmte oft sehr weitverbreitete Bereiche charakteristischer „Bodenbenutzungssysteme“ ergeben. Eine nähere Erörterung dieser Frage gehört schon in das Fachgebiet der Agrarwissenschaft (vergleiche hierzu: JENTSCH 1928, 1943).

### 3. Zur kartographischen Darstellung auf der Wassermangelgebietskarte

Die Ausscheidungen auf der hier vorgelegten Karte der „Wassermangelgebiete“ erforderte eine weitgehende Schematisierung und ein Herausarbeiten regionaler Gesichtspunkte, so daß es unmöglich erschien, den zahllosen örtlichen Mannigfaltigkeiten Rechnung zu tragen. Auch war es nicht möglich, den Gesichtspunkt der Schädigung landwirtschaftlicher Kulturen durch Trockenheit von jenem des Wassermangels im Hinblick auf die bäuerliche Betriebsführung zu trennen, da die Erscheinungen — oft zusammen auftretend — nur schwer voneinander scheidbar sind. Eine besondere Schwierigkeit einer scharfen Erfassung der Wassermangelerscheinungen in den landwirtschaftlichen Kulturbereichen liegt darin, daß der Wasserbedarf verschiedener Kulturpflanzen ein verschiedener ist und daß, wie bereits erwähnt, vielfach eine Anpassung der bäuerlichen Anbauweise durch Wahl besonderer Kulturarten an einen fühlbaren Wassermangel erfolgt ist (z. B. Anlage von Weingärten in trockenen, südseitig exponierten Hanglagen; bei vorzugsweise feuchter Tallage Grünlandflächen; Getreideanbau in trockeneren Lagen usw.).

Der auf der Karte dargestellte Wassermangel entspricht somit einer durchschnittlichen unternormalen Wasserversorgung der Landwirtschaft, sowohl bezüglich einer zeitweilig zu geringen Durchfeuchtung der Acker- und Grünlandflächen, als auch bezüglich einer periodenweise eintretenden Knappheit in der Wasserversorgung der Betriebe.

## 4. Die einzelnen Wassermangelgebiete des Landes Steiermark

### A. Ausgesprochene Wassermangelgebiete mit regelmäßig wiederkehrenden Trockenheitsschäden der landwirtschaftlichen Kulturen und häufig schwieriger Wasserversorgung der Bauernhöfe.

a) Geschlossene Kalk- (Dolomit-) gebiete mit vorherrschender Karsthydrographie (Dolinen, Höhlen; überwiegend unterirdische Entwässerung) und mit starken Wassermangelerscheinungen, besonders auf den Almhochflächen.

**Hauptverbreitung:** Kalk- und Dolomitgebiete des Mesozoikums in den nördlichen und südlichen Kalkalpen; paläozoische Kalk- (Dolomit-) gebiete in den Zentralalpen und der Grauwackenzone, tertiäre Kalkbereiche hauptsächlich im untersteirischen Bergland (vgl. HERITSCII 1921).

**Die Wassermangelgebiete der nördlichen Kalkalpen und der Zentralalpen:** In diese Gruppe sind die sehr ausgedehnten, rein aus Kalk und Dolomit aufgebauten Bereiche der nördlichen Kalkalpen (SPENGLER); ferner jene des Grazer Paläozoikums (besonders das geschlossene Hochlantschkalkmassiv; AIGNER; BÄDECKER; GÖTZINGER 1931; VORMAIER) und die örtlich im oberen Murtal auftretenden Kalk- (Dolomit-) schollen zusammengefaßt, welche ausgesprochenes Gebirgsland, überwiegend Hochgebirgsland, umfassen. Die Täler und Becken, in denen Karstquellen austreten und Fluß- und Grundwasser in den Schotterfüllungen überall erschließbar und sogar zum Teil Wasserüberschuß in ausgedehnteren Moorflächen (Ennstal!) zu verzeichnen ist, wurden bei Eintragung der Wassermangelgebiete ausgeschieden, ebenso die aus schiefrig-mergeligem Gestein zusammengesetzten Teilbereiche (Werfener Schiefer und Gosauzonen). Der Wassermangel kommt in den vorgenannten landwirtschaftlich genutzten Gebieten hauptsächlich für die sehr ausgedehnten Almbereiche in Betracht. Diese leiden ganz überwiegend unter Wassermangelerscheinungen, was die Bestoßung der Almen stark beeinträchtigt (vgl. SCHNEITER).  
Beispiele: Teilweise sehr wasserarme Hochalpen im Hochlantschgebiet des Grazer Paläozoikums, verkarstete Hochalmflächen des „Plateau im Stein“ im Dachsteingebiet.

Da ein Grundwasserhorizont auf den im Kalkgebiet gelegenen Almhochflächen im allgemeinen fehlt, beschränken sich die besseren Bodenbereiche hauptsächlich auf Dolinen, in denen nicht nur Roterde und zusammengeschwemmte humose Böden sich vorfinden, sondern auch häufig eine Anreicherung der tonigen Zersetzungsprodukte einer einst über große Teile der Kalkalpen verbreiteten Schotterdecke (sogenannte Augensteinschotter; GÖTZINGER 1913; WINKLER 1928) sich vorfinden, während die Hänge und ihre Schutthalden zumeist nur eine mehr oder minder geschlossene Latschenvegetation tragen.

**Wassermangelgebiete in tertiären Kalkbereichen des Grazer Beckens.** Im Grazer Becken treten Karsterscheinungen nur in geringem Umfange im Bereich der räumlich weniger ausgebreiteten, tertiären (mittelmiozänen) Leithakalke auf.

Beispiele: Buchkogel bei Wildon, Sukdull (FABIAN); Retznei bei Ehrenhausen, am Kamm der Windischen Büheln zwischen Spielfeld und Gamlitz und besonders südwestl. von Leonhard.

**Wassermangelbereiche in den Kalkgebieten Untersteiermarks.** In dem untersteirischen Kalkbergland treten Wassermangelerscheinungen in sehr ausgesprochener Weise hervor. Sie knüpfen sich an die Karstbereiche der Triaskalkberge und an flächenhaft sehr ausgedehnte tertiäre Kalkgebiete.

**Wassermangelbereiche in Triaskalkgebieten Untersteiermarks.** Die Karstgebiete im Bereich der Triaskalke nehmen im untersteirischen Bergland einen sehr großen Raum ein. Hierher gehören die verkarsteten Hochplateaus des steirischen Anteils der Steiner Alpen, die östlich sich anschließenden Mittelgebirgshochflächen Menina, Dobrol, Bos-

ovec und des Skorno Vrh, die Triaszüge des Öhlberges und des Poniglerplateaus, ferner die kleineren Triasschollen der Höhenzone von Oberdollitsch, des Weitensteiner Gebirges und des Watsch. Im Südabschnitt der Untersteiermark weisen die lang gedehnten, aber vielfach in einzelne Schollen aufgelösten Triaszüge südlich des Cillier Beckens und die der breiten Karbonantiklinale von Littai aufgesetzten Triasschollen Verkarstungserscheinungen auf. Das größte und geschlossenste Karst-Kalkgebiet umfaßt aber die ausgedehnten öden Oberflächen des Save Gebirges (RAKOVEC 1931) zwischen Watsch im Westen und Montpreis im Osten, welche südwärts der Save mit den Karstflächen von Billichberg-Mariathal und der von Dolinen übersäten Schollen des Gurkfelder Berglands, den unmittelbaren Ausläufern der krainischen Karsthochflächen, in Zusammenhang stehen.

Im Südosten schließlich sind es die Triaskämme des Orlica Gebirges (SIDARITSCH), im Norden der Save, und das Uskokengebirge im Süden derselben (HERITSCH & SEIDL; TORNUST).

Wassermangelgebiete in tertiären Kalkbereichen Untersteiermarks. Tertiäre Kalkbereiche (Lithothamnienkalke der 2. Mediterranstufe) bilden im untersteirischen Berg- und Hügelland hauptsächlich nachstehende, mehr oder minder verkarstete und daher wasserarme Zonen; Leithakalke der Umgebung von Wöllau und von Heilenstein (westlich, bzw. nordwestlich von Cilli); flächenhaft sehr ausgedehntes Lithothamnienkalkgebiet zwischen Cilli, Georgen an der Südbahn, Marein und Rohitsch-Sauerbrunn; die Nulliporenkalkmauer des Donati-Bergmassivs (nordöstlich von Rohitsch) und die in der streichenden Verlängerung gelegenen, jungen Kalkbereiche von Sauritsch, südlich der Drau. Weiters gehören hierher der Nulliporenkalkzug, der die Rudenza-Grundgebirgsschwelle nördlich begleitet, ausgedehnte Lithothamnienkalkzonen südlich desselben Bergrückens, sodann die ausgebreiteten miozänen Kalkbereiche am Nordabfall des Wachter-Höhenzuges (Montpreis—Drachenburg); jene zwischen Wachter und Orlica (Senovo—Hörberg) und schließlich die tertiäre Kalkumrahmung an der West- und Südflanke der Orlica. Im Savebereich sind Leithakalkzüge besonders an der Südflanke der Tüfferer Mulde (zwischen Margareten und Trifail) und auf den Höhen westlich des Sanndurchbruches bei Steinbrück verbreitet. Zahlreiche schmälere Zonen von Leithakalken, die insbesondere im Bereich der breiten Tüfferer Mulde noch da und dort auftreten, sind wegen ihres beschränkten Anteils am Aufbau der Landoberfläche für die Wasserverhältnisse nur von untergeordneter Bedeutung. Zuletzt sei noch auf das sehr typische Karstgebiet in der miozänen Kalkvorlage der Uskokten verwiesen.

Die Erscheinungen des Wassermangels beeinflussen die Bodenwirtschaft in dem Hügelland- und Mittelgebirgsbereichen Untersteiermarks, besonders in den geschlossenen Kalkplateaus südlich der Save, aber auch an den östlichen Gebirgsmassiven der Rudenza, des Wachter, der Orlica usw. sehr bedeutend, und zwar wesentlich stärker als in den obersteirischen Kalkalpen, sowohl aus klimatologischen wie aus siedlungsgeographischen Gründen:

In klimatologischer Hinsicht sind trotz beträchtlicher Regemengen im untersteirischen Bergland doch wesentlich geringere jährliche, durchschnittliche Niederschlagswerte zu verzeichnen als in den

Kalkgebirgshöhen Obersteiermarks, wozu noch höhere Sommertemperaturen kommen, welche die Verdunstung fördern. Auch liegen die Talböden im Save-Sannbereich verhältnismäßig tief, im Gegensatz zu den beträchtlichen Seehöhen der obersteirischen Gebirgslandschaften.

In siedlungsgeographischer Hinsicht ist zu betonen, daß das Save-Berg- und Hügelland sehr dicht besiedelt ist und daß insbesondere sich Siedlungen, in großer Zahl auch auf den Karsthochflächen flächenhaft verstreut, zum Teil in bedeutender Seehöhe vorfinden, im Gegensatz zu den nördlichen Kalkalpen, wo die bäuerlichen Gehöfte meist teils in geschlossenen Siedlungen in den Talböden, teils auf niederen Terrassen gelegen sind. Es sei hier auf die 700 m hoch gelegenen Siedlungen Mariathal, Doboug und Billichberg, sowie die in 850 m Seehöhe gelegene Ansiedlung Tschiwerno im Karstgebiet südlich der Save und auf die Ortschaften Jablana (800 m), die Höhensiedlungen am Straski hrib (bis 900 m) und am Laisberge (bis über 900 m), im Bereich unmittelbar nördlich der Save, hingewiesen.

Ein sehr großer Teil der landwirtschaftlich genutzten Flächen liegt in Untersteiermark in typisch verkarsteten Bereichen, was mit einer extensiven Bodennutzung verbunden ist. Besonders die Grünlandflächen leiden stärker unter Trockenheit, und zwar ganz besonders jene, die auf den Höhen und steilen Hängen der Kalkbereiche sich befinden. Der Ackerbau ist hauptsächlich auf die von starker Bodenzusammenschwemmung und Roterdebildungen erfüllten Dolinen beschränkt. An vielen Stellen finden sich auch in den Dolinen tonig-sandige Böden, die aus Zersetzung eingesackter, jungpliozäner Schottermassen hervorgegangen sind, die einst größere Teile des Kalkberglandes an der unteren Save als ausgedehntes Schotterfeld eingehüllt haben müssen.

b) Ausgedehntere mächtigere Schotterterrassenfelder mit tief oder mitteltief gelegenen Grundwasserspiegel, in trockenen Jahren mit immer wiederkehrenden Ertragsminderungen in der landwirtschaftlichen Produktion. Bäuerliche Wasserversorgung meist ausreichend, aber vorwiegend auf Brunnen angewiesen.

Hauptverbreitung: Grazer und Leibnitzer Feld an der Mur, Pettauer Feld an der Drau und Gurkfeld an der Save.

An der Mur, an der unteren Drau und unteren Save finden sich ausgedehntere jungdiluviale Schotterfelder, welche größere Flächen bedecken und — bei Fehlen einer oberflächlichen Lehmbedeckung — den nackten Schotter unter der mehr oder minder stark entwickelten Humusdecke hervortreten lassen. Sie weisen meist einen tiefer gelegenen Grundwasserspiegel auf.

Die jungdiluvialen Schotterfelder der Mur. Zu den Mur-Schotterfeldern gehören: Das Aichfeld im Judenburg Becken, in Obersteiermark das Grazer Feld unterhalb von Graz, das Leibnitzer Feld und die anschließenden Teile des (altalluvialen) Bereiches von Straß-Mureck (SÖLCH, WIESBÖCK).

Im Aichfeld wechseln Gebiete mit Wassermangel und solche mit Wasserüberschuß nebeneinander ab. Die Berghänge benachbarter Teile zeigen infolge Abschwemmung tonigen Materials von den benachbarten Höhen und infolge des Vorhandenseins einer Feuchtigkeit haltenden, ober-

flächlichen Lehmdecke über dem Schotter, Übernässc; während die gegen die Mur zu gelegenen Schotteroberflächen Trockenheitserscheinungen aufweisen.

Im Grazer und im Leibnitzer Feld (WINKLER-HERMADEN 1940), treten jungdiluviale Schotter (Schotter der Hauptterrasse und ihrer Vorstufen) ganz überwiegend ohne Bedeckung durch Lehm zutage. Wenn in diesem Bereich (ebenso wie auch im Aichfeld) der Boden doch eine, wenn auch beschränkte Wasserhaltungskraft aufweist, so hat dies darin seinen Grund, daß die Murschotter der Terrasse viel leicht zersetzbares kristallinisches Material enthalten, welches an tonigen Bestandteilen reichere Bodenhorizonte liefert. Im Leibnitzer Feld liegt nach den Brunnen-erhebungen von Dr. BISTRITSCHAN der Grundwasserspiegel im Nordteil zwischen 9—12 m, im mittleren Teil 6—9 m, im südlichen Teil zwischen 3—6 m unter der Tagesoberfläche. Der Grundwasserspiegel ist somit meist weit unterhalb der Tiefe gelegen, welche normaler Weise von den Pflanzenwurzeln durchsetzt ist. Die Pflanzen sind für das Wachstum daher auf das in der oberflächlichen Bodenschicht aufgespeicherte Niederschlagswasser angewiesen. Wassermangelerscheinungen machen sich im Bereiche der vorgenannten Schotterterrassen nach Angabe der dort ansässigen Bevölkerung in trockenen Jahren deutlich geltend.

Auch in der unterhalb des Leibnitzer Feldes gelegenen, nur wenig über das heutige Muralluvium sich erhebenden Terrasse von Straßmureck (30), welche ebenfalls einen Schottergrund aufweist, sollen in trockenen Jahren Wassermangelerscheinungen auftreten, wobei angegeben wird, daß durch die in den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts im wesentlichen durchgeführte Murregulierung, die streckenweise eine Eintiefung des Flusses zur Folge hatte, eine Senkung des Grundwasserspiegels hervorgerufen worden sei.

Das diluviale Drau-Schotterfeld. Auf dem großen diluvialen Schuttkegel der Drau, die diesen bei ihrem Austritt aus dem Gebirge bei Marburg an der Drau weithin aufgeschüttet hat (Pettauer Feld) treten die Wassermangelerscheinungen noch schärfer hervor, als an der Mur. Die Hauptursache liegt darin, daß die Schotter der Drau zum großen Teil Kalkschotter sind, die aus der Abtragung der steilen Karawankenberge stammen. Auch im Pettauer Feld zeigt sich ein unmittlbares Aneinandertreten von ausgesprochenen Wassermangelgebieten und solchen bedeutenden Wasserüberschusses. Die westlichen und südlichen Randteile des Pettauer Feldes weisen ausgesprochenen Wasserüberschuß auf und sind zum Teil sogar sumpfiges Gelände. Die Ursache liegt in den tonigen Anschwemmungen, welche hier vom Bacher Gebirge (Granit und kristallinische Schiefer) durch die Bäche entlang des Gebirgssaumes und der Talläufe ausgebreitet werden, wodurch eine Abdichtung des Untergrundes erfolgt ist. Dagegen ist der der Drau angenäherte Teil des Pettauer Feldes, auf dem der Kalkschotter bis zur Oberfläche reicht, durch Wasserarmut und ungünstige Bodenverhältnisse gekennzeichnet (vgl. KREBS 1928).

Die jungdiluvialen Schotter an der Save. Wie die Drau im Pettauer Feld, so schüttet die jungdiluviale Save im Gurkfeld und Ranner Becken bei Austritt aus dem Gebirge ausgedehnte

Schotterdecken auf. Die jungdiluviale Terrasse des Gurkfeldes, welche eine breite Ebene zwischen Save und Gurkfluß bildet, weist im Hauptteil eine mehr oder minder mächtige Bedeckung durch fluviatilen Sand auf, unter welchem unmittelbar der Schotteruntergrund folgt, der stellenweise bis an die Oberfläche reicht. Auch hier zeigen die am Gebirgsfuß gelegenen Teile, infolge Abschwemmung von Lehm von den Höhen her, tonigere oder feuchtere Flächen. In den eigentlichen Schotterbereichen aber lassen sich die Wassermanglerscheinungen an verhältnismäßig geringen Erträgen und an erforderlichen Einschränkungen des Anbaus von Feldfrüchten auch in den Durchschnittsjahren noch deutlich erkennen.

Zusammenfassend ergibt sich, daß die Schotterfelder der drei großen steirischen Flüsse, besonders im Unterlauf, wo schon niedrigere durchschnittliche Jahresniederschläge und höhere Sommertemperaturen vorherrschend sind, ausgesprochene Wassermanglerscheinungen mit mehr oder minder ausgesprochenen Beeinträchtigungen der landwirtschaftlichen Erträge aufweisen.

**B. Weniger ausgesprochene Wassermangelgebiete in den Hügel- und Gebirgsbereichen Steiermarks mit hauptsächlich in niederschlagsarmen Jahren strichweise auftretenden landwirtschaftlichen Kulturschäden; infolge hügeliger Terralabeschaffenheit und infolge des Bodenaufbaus mit größerer oder geringerer Schwierigkeit in der bäuerlichen Wasserversorgung.**

a) Aus Sand- und Schotterschichten des Jungtertiärs aufgebaute, stark zerschnittene Hügellandbereiche (nur mit untergeordneten wasserstauenden tonig-mergeligen Zwischenschaltungen) mit ausgesprochenen Wassermanglerscheinungen auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen, besonders in trockenen Jahren, und mit sehr mangelhafter bäuerlicher Wasserversorgung.

In gewissen Teilen des Grazer Beckens finden sich geschlossene Höhenzüge, die überwiegend aus kompakten Schotter- und Sandmassen, von der Sohle bis zum Hügelkamm hinauf, aufgebaut sind. Diese Höhenrücken stellen gewissermaßen Sand- und Schotterhaufen von weitgehender Wasserdurchlässigkeit dar. Wenn Tone oder Mergel sich einschalten, so treten die Wassermanglerscheinungen, insbesondere die Schwierigkeiten in der Wasserversorgung, örtlich zurück.

Einem ausgesprochenen Wassermangelbereich dieses Typus gehört das Schottergebiet der mitteltertiären Kreuzbergsschotter und Arnfelser Konglomerate an, welche das im Raum zwischen den Flüssen Saggau, Sulm und dem Peßnitzbach bei Leutschach eingeschlossene Hügelland aufbauen. Der durchlässige Untergrund und die steilen Hänge bedingen die Wasserarmut des an den günstig exponierten Hängen von Weingärten, im übrigen hauptsächlich von Wald bedeckten Terrains. Ärmliche bäuerliche Kleinsiedlungen sind dort vorherrschend.

In der Oststeiermark kann das besonders stark modellierte Gebiet zwischen unterer Lafnitz und Raab im Raume nördlich von Jennersdorf—St. Gotthardt hier eingereiht werden, welches vorherrschend von Sand, wenn auch überwiegend von feinem Sand aufgebaut wird. Der Wassermangel äußert sich insbesondere in der vollkommen unzureichenden



Wasserversorgung der zahllosen, meist auf den Höhen gelegenen, bäuerlichen Kleinsiedlungen.<sup>1)</sup>

2. Untersteiermark. In den östlichen Windischen Büheln (zwischen unterer Mur und Drau) ziehen sich niedere, aber stark zerschnittene Hügelrücken hin, die im Raume zwischen Friedau und Luttenberg aus größerem Schotter des Jungpliozäns (mit rotem, eisenschüssigem Bindemittel) aufgebaut sind (vgl. DREGER). Auch auf diesen dicht besiedelten Hügeln treten analoge Wassermangelercheinungen auf.

Der Hauptteil der südlichen Vorhügel des Orlica kammes in der südwestlichen Steiermark (Nordsaum des Ranner Beckens) wird, ähnlich wie das Gebiet zwischen Raab und Lafnitz in der Oststeiermark, bei starker Modellierung vorwiegend aus panonischen Sanden aufgebaut. Infolge des steileren Reliefs und der durchlässigen Bodenbeschaffenheit ist dieses klimatisch günstig gelegene Gebiet in geeigneten Lagen ausschließlich weingartenmäßig genutzt, im übrigen von Wald eingenommen. Auch hier zeigen sich allenthalben Schwierigkeiten in der Wasserversorgung der aus Winzereien bestehenden Siedlungen.

Dieser, hier ausgeschiedene Teiltypus von Wassermangelbereichen schließt sich bezüglich des durchschnittlichen Ausmaßes an Trockenheitsschäden auf den landwirtschaftlichen Kulturf lächen an jenen der Terrassenschotterfelder an, weist aber diesen letzteren gegenüber noch größere Schwierigkeiten in der bäuerlichen Wasserversorgung auf. Bezüglich des geologischen Aufbaues bestehen jedoch engere Beziehungen zu den im folgenden Abschnitt zu besprechenden Wassermangelbereichen.

Eine Sonderheit stellt das auch mit der Signatur der Wassermangelbereiche (Typus Ba) auf der Karte bezeichnete Hügelland nördlich von Wies im südwestlichen Teile der Grazer Bucht dar, welches die ausgesprochene Schwierigkeit der Wasserversorgung seiner zahlreichen, auf den Höhen gelegenen kleinen Gehöfte dem alten Kohlenbergbaugebiet des Glanzkohlenreviers von Wies, Steieregg—Kalkgrub verdankt. Durch die Tiefbaue dieses Bergbaugebietes wurden die wasserführenden Schichten des aus Sand und Tonen bestehenden Hügellandes trockengelegt und dadurch vielfach ein Versiegen der Brunnen bedingt.

b) Stark zerschnittene Hügellandbereiche, aufgebaut aus einem Wechsel sandiger-kiesiger (-schottriger) und tonig-mergeliger, jungtertiärer Schichten, die in niederschlagsarmen Jahren (besonders in solchen mit Regenmangel während der Vegetationszeit) mit deutlichen Trockenheitserscheinungen auf den Kulturf lächen, speziell im Grünlandbereich, behaftet sind; bäuerliche Wasserversorgung der auf den Höhen gelegenen Gehöfte überwiegend unzureichend, mit in trockenen Jahren stärkerem Zurückgehen oder Versiegen der Brunnen.

Hauptverbreitung: Die Höhenrücken des tertiären Hügellandes der östlichen und teilweise auch der westlichen Steiermark, einzelne ost—westlich verlaufende Tertiärbereiche der Untersteiermark.

Die an sich geringeren Niederschläge im östlichen Teil des steirischen

<sup>1)</sup> Die Siedlungen bevorzugen hier und in vielen Teilen des stärker zerschnittenen oststeirischen Hügellandes die Höhen, weil die schmalen Grabensohlen von nassen Sauerwiesen eingenommen sind.

Beckens (Oststeiermark) bedingen — im Verein mit den speziellen Bodenverhältnissen — einen, allerdings nur in trockenen Jahren und Jahresfolgen deutlicher fühlbaren Wassermangel. Die Ursache desselben liegt im folgenden begründet. Die Höhen des oststeirischen Hügellandes bestehen aus einem vielfältigen Wechsel wasserdurchlässiger Sande (mit auch Kies- und Schotterlagen) mit schwer bis undurchlässigen Tonen und Mergeln. Der Wasserhaushalt der Höhenrücken ist dadurch gekennzeichnet, daß wegen des Fehlens eines größeren Einzugsbereiches und wegen des Mangels eines als Wasserspeicher in Betracht kommenden Waldgebietes auf den Höhen die Aufspeicherungsmöglichkeit der Niederschlagswässer eine sehr beschränkte ist. Die überwiegende Bedeckung des Terrains mit Ackerkulturen, gerade auf den flacher geböschten Höhen der Hügelketten, bedingt dort einen relativ starken oberflächlichen Abfluß der Regenwässer. Dies kommt auch in den weitgehenden und oft sehr verheerenden Überschwemmungen zum Ausdruck, die sich auch in den kleinsten Bachgebieten mit unbedeutendem Einzugsgebiet immer wieder ereignen (z. B. bedrohliche Ausbrüche des Saubaches bei St. Florian im weststeirischen Hügelland; der im Stadtgebiet von Graz aus dem östlichen tertiären Hügelland kommenden Bäche, des Itzbachs, Ritscheinbachs und der Grabenlandbäche der Oststeiermark u. a.).

In den sommerlich niederschlagsarmen Jahren, die oft serienweise aufeinanderfolgen, erschöpfen sich nicht nur die unterirdischen Wasservorräte, die in den Sandschichten der Hügel aufgespeichert sind, sondern es verliert sich auch der Wassergehalt in den sandig-lehmigen Oberböden und teilweise auch jener der tonigen Zwischenlagen im Schichtaufbau. Überall sind die Böden von Schrumpfungsrissen durchzogen, die im Bereich toniger Untergründe auch tief in denselben eingreifen und Auslösungen für spätere Rutschungsbewegungen (in Zeiten stärkerer Niederschläge) bilden. Der sinkende Wasserspiegel in den Brunnen zeigt deutlich die Auswirkung der Austrocknung des Hügellandes an. Die Tausende, in den Höhenbereichen wohnenden bäuerlichen Kleinbesitzer sind dann genötigt, ihren Wasserbedarf aus oft kilometerweit entfernten Teichen, Quellen oder Bächen zu decken. Das Versagen der Grünlanderträge zieht in trockenen Zeiten oft eine katastrophale Futterknappheit und eine dadurch bedingte stärkere Einschränkung des Viehstandes nach sich.

Auf der Karte wurden diesem Typus periodischer Wassermangelgebiete die gesamten steilhängigen Höhenrücken des oststeirischen Tertiarhügellandes zugerechnet. Ausgenommen davon wurden nur die ebenen oder sanft geneigten, stets von schweren Lehm Böden bedeckten Terrassenbereiche, auch wenn diese zum Teil höher über den Talboden sich ausdehnen. In diesen Gebieten, welche sowohl an der unteren Mur, als auch im Nordteil des steirischen Beckens größere Gebiete umfassen, treten infolge stärkerer Aufspeicherung der Niederschläge auf den ebenen oder nur sanft geneigten Geländeteilen und infolge der tonigen Beschaffenheit des Bodens die Wassermängel auf den Kulturflächen zurück. Infolge einer regelmäßigen Unterlagerung der meist nur einige Meter betragenden Lehmdecke durch wasserführende grobe Schotter sind Schwierigkeiten in der bäuerlichen Wasserversorgung (mit Brunnenwasser) im allgemeinen nicht gegeben.

Mit der Signatur Bb wurde im Südwestteil der Grazer Bucht auch der Höhenrücken des aus tertiärem Schotter, Blockschotter und Sand aufgebauten Radelkammes, der über 1000 m Seehöhe erreicht, versehen. Wohl treten in den Gräben des Radelgebirges stärkere Quellen auf; die hauptsächlich von bäuerlichen Kleinsiedlungen bedeckten Hänge zeigen aber — bei vorherrschend sandig-schottrigem Untergrund und sehr steilen Hangneigungen — so ausgesprochene Wassermangelercheinungen, so daß diese Hänge auch in den Wassermangeltypus Ac eingereiht werden könnten. Nur mit Rücksicht auf das Hinaufreichen des Radelkammes in größere und niederschlagsreichere Höhen und der starken Waldbedeckung der letzteren, so wie im Hinblick auf die hinreichende, dauernde Wasserführung der Gräben wurde hievon Abstand genommen.

Im untersteirischen Tertiärhügelland habe ich nur wenige Bereiche dem Typus Bb zugezählt. Eine Abtrennung hiehergehöriger Wassermangelgebiete von den im Nachstehenden genannten Typen (Bc, Bd) bedürfte auch noch spezieller Untersuchungen. Im allgemeinen wurden dem Typus Bb die überwiegend aus Sand und Sandstein bestehenden Höhen im Bereiche der „miozänen härteren Sandsteinbildungen, Kalk-, Tuffsandsteine“ und der vorwiegend aus schottrig-sandigem Material bestehenden, höheren Teile der Sotzkaschichten (am Südwestfuße des Bachers), wie sie in den geologischen Aufnahmen von TELLER dargestellt sind, hier eingereiht. Eigene stichprobeweise Beobachtungen stützen diese Einordnung. Infolge meist sehr dichter Besiedlung der Höhen in diesen Bereichen kommen die Wassermangelercheinungen schärfer zum Ausdruck.

c) Steilhängige Hügelland- und Mittelgebirgsbereiche, aufgebaut aus geschlossenen, tonig-mergeligen Schichtkomplexen des Tertiärs und des Paläozoikums; infolge wasserundurchlässigen Untergrunds und steilen Hangneigungen mit raschem oberflächlichen Abfluß der Niederschläge, meist unzureichender und (infolge geringer Wasserzirkulation im Boden) oft unhygienischer Wasserversorgung der vorwiegend auf den Höhen gelegenen Gehöfte aus Brunnen; infolge vorherrschenden Weinbaus oder Waldbedeckung sind die Trockenheitsschäden in den Kulturbereichen meist weniger ausschlaggebend.

Der Typus Bc tritt im Bereiche des steirischen Beckens und des steirischen tertiären Hügellandes auf. Da die tonig-mergeligen (tonig-schiefrigen) Schichten, welche an den steilen Hängen meist nur eine seichte Bodenkrume aufweisen, nur geringe Wassermengen zu binden vermögen, so weisen die hier eingereihten Bereiche — trotz an sich hinreichender Niederschläge (um 1000 mm im Jahresdurchschnitt!) — in trockenen Jahren doch starke Austrocknungserscheinungen im Boden und ein Versiegen der Brunnen auf. Es kommt dazu, daß sie überwiegend den wärmeren Bereichen des Landes mit starker Bodenverdunstung angehören. Auch hier sehen wir die das tertiäre Hügelland entwässernden, in normalen Zeiten durch geringere Wasserführung gekennzeichneten Bäche bei den Hochwässern gewaltig anschwellen, was das starke Ausmaß oberflächlichen Abflusses illustriert. Beispiel: Peßnitzbach der Winzdischen Büheln, Sotlabach im Saveeinzugsgebiet.

Aus tertiären Schichten aufgebaute, dem Typus Bc zugerechnete Be-

reiche umfassen im Grazer Becken das stark zerschnittene Schliergebiet der westlichen Windischen Büheln (SÖLCH 1919) mit schroffen steilen Hängen, fast ganz einheitlich aus wasserundurchlässigen Mergeln gebildet. In der Untersteiermark wurden hier eingeordnet: Die langgedehnten, aus Süßwassermergeln des Oligozäns und besonders die aus marinen Mergeln des älteren und jüngeren Miozäns aufgebauten Höhenzüge. Unter diesen sei auf den Mergelbereich an der mittleren Sotla (zwischen Rudenza- und Orlicakamm), und auf den großen, durch Leithakalkschollen und durch Grundgebirgsaufbrüche 2–3 geteilten breiten Mergelzug verwiesen, welcher sich von der Drau bei Friedau und der kroatischen Grenze im Osten — nördlich und südlich des Wotsch-Trias-aufbruches — gegen das Cillier Becken zum Tertiärland von Bad Neuhaus, südlich des Weitensteiner Grundgebirgsaufbruches erstreckt. Hier liegt ein vorwiegend weinbaumäßig und forstwirtschaftlich genutztes Gebiet mit sehr ausgesprochener, dichter Höhenbesiedlung vor.

In den Wassermangeltypus Bc sind ferner aus paläozoischen Tonschiefer aufgebaute Inselgebirge im Bereich des Grazer Beckens eingereiht worden, und zwar das rebenbekränzte Sausalgebirge, östlich von Leibnitz, und das Weinland des Eisengebirges an der Pinka in Oststeiermark (früher Burgenland), welche aus gleichen Ursachen periodische Wassermangelercheinungen aufweisen.

d) Bereich vulkanischer, hauptsächlich tertiärer Lavagesteine mit stark klüftigem, die Niederschläge zum Versickern bringendem Felsgrund; ausgesprochen trockene Böden mit Schwierigkeiten in der landwirtschaftlichen Wasserversorgung.

Hauptverbreitung: Gleichenberger Kogeln bei Bad Gleichenberg und Seindlberg im Klöcher Basaltgebiet in der Oststeiermark, Andesithereiche in der Untersteiermark.

Anhangweise ist noch ein weiterer Typus von Wassermangelgebieten anzuführen, welcher räumlich sehr beschränkt ist und sich hauptsächlich auf einige jungvulkanische Bereiche des steirischen Beckens und der Untersteiermark erstreckt. An den aus Trachyt-Andesiten aufgebauten Gleichenberger Kogeln ist der Hauptteil bewaldet und nur im Ostteil ein Siedlungsgelände vorhanden, in dem die Böden — und zwar durchgehend — starke Trockenheitserscheinungen aufweisen, so daß bei auch sehr ungünstiger bäuerlicher Wasserversorgung der weitere Bestand der Siedlungen bedroht ist. Die von den Gleichenberger Kogeln herabkommenden Bäche versiegen infolge der Klüftigkeit des Untergrundes in der trockenen Jahreszeit vollständig. Auf dem nur Winzereien aufweisenden (Basalt) Seindlberg bei Klöch ist die bäuerliche Nutz- und Trinkwasserversorgung sehr schwierig (nur Zisternenwasser!).

Es wäre sicher möglich, hier auch noch weitere Wassermangelgebiete anzufügen. Insbesondere erscheint es naheliegend, größere Hangteile in den steirischen kristallinen Randgebirgen (insbesondere an der südlichen Koralpe und im Poßruck) hier anzureihen. Die an deren Hängen oft festzustellende, tiefgründige Verwitterung der Glimmerschiefer (Schiefergneise) zu einem sandigen Boden schafft speziell in steilen Lagen periodische Wassermangelercheinungen im

Boden. Da aber an diesem Gebirgsabfall die Niederschläge doch schon wesentlich höher sind als in der Oststeiermark, da ferner die die Verdunstung beeinflussenden Sommertemperaturen durchschnittlich niedriger liegen und weil schließlich auch viele hoch gelegene Quellen auftreten und in den Gräben allenthalben stärkere Wasserfäden absteigen, so wurde darauf verzichtet, diese Gebiete als Wassermangelbereiche auf der Karte zur Ausscheidung zu bringen.

### 5. Zusammenfassung

Die Zusammenfassung von Erfahrungen über Wassermangelgebiete im Lande Steiermark kann nur als ein Versuch einer allgemeinen Übersicht gewertet werden. Zur Schaffung eines genaueren, im einzelnen exakt begründeten Bildes, wären weitere Erhebungen und Untersuchungen erforderlich gewesen.

Es wurde im Vorstehenden unterschieden:

A.: Ausgesprochene Wassermangelgebiete.

a) Wassermangelgebiete im geschlossenen Kalk- und Dolomitgebiete (mit Karsthydrographie).

b) Wassermangelbereiche in ausgedehnteren und mächtigen Terrassenschottergebieten.

B.: Weniger ausgesprochene Wassermangelbereiche (meist zeitlich und zum Teil räumlich beschränkte Mängel in der Wasserversorgung).

a) Wassermangelgebiete in stark zerschnittenen, aus tertiären Schottern und Sanden aufgebauten Hügellandbereichen (vielfach ausgesprochener Wassermangel, auch bezüglich der bäuerlichen Wasserversorgung).

b) Bereich mit zeitweiligem Wassermangel im stark zerschnittenen tertiären Hügelland, das aus einer Wechsellagerung durchlässiger sandig-kiesiger Schichten aufgebaut ist. Ungenügendes Wasserhaltungsvermögen der Böden.

c) Bereiche mit zeitweiligem Wassermangel im steilhängigem Hügelland und niedrigen Mittelgebirge, aufgebaut aus tonig-mergeligen oder tonig-schiefrigen Schichten mit starkem oberflächlichem Abfluß der Niederschlagswässer auf dem undurchlässigem Untergrund.

d) Örtlich beschränkte Wassermangelbereiche auf vulkanischem Boden mit Versickern der Niederschlagswässer im klüftigen Felsuntergrund.

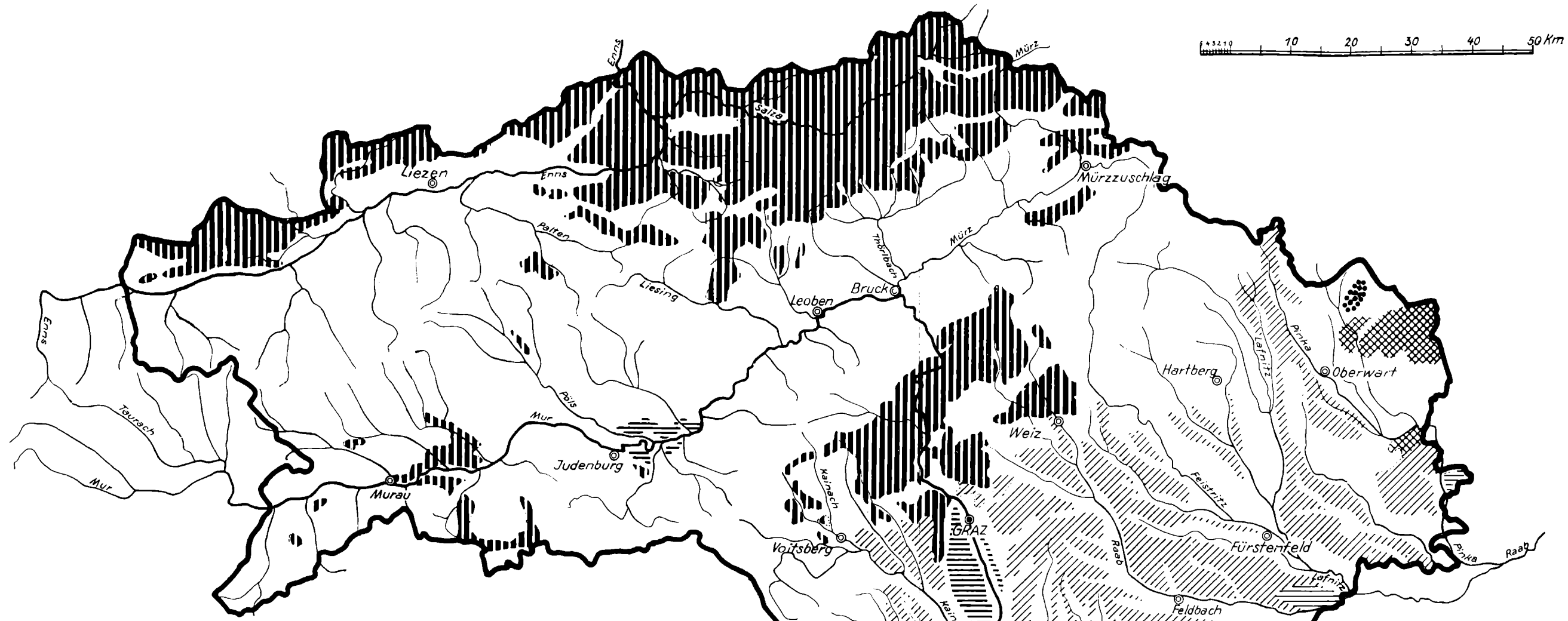
### Schriftenverzeichnis

1. AIGNER, A.: Die geomorphologischen Probleme am Ostrande der Alpen. -- Z. f. Geomorph. **1**. Berlin 1925/1926.
2. BÄDECKER, D.: Beiträge zur Morphologie der Gruppe der Schneebergalpen. -- Geogr. Jahrb. a. Osterr. **12**. Wien 1922.
3. DREGER, J.: Geol. spez. Karte von Österreich, Blatt Rohitsch—Drachenburg. Wien 1918. — Bl. Pettau—Vinica, Wien 1898.
5. FABIAN, K.: Das Miocänland zwischen der Mur und der Stiefing. -- Mitt. naturw. Ver. Steiermark. Graz 1905.
6. GÖTZINGER, G.: Zur Frage des Alters der Landoberflächenformen der östlichen Kalkhochalpen. — Mitt. geogr. Ges. Wien 1913.
7. — : Das Drachenhöhlenflußsystem und dessen Alter. — Speläolog. Monograph. **8—9**. 1931.
8. HERITSCH, F.: Geologie v. Steiermark. Graz 1921.
9. HERITSCH, F. & SEIDL, E.: Das Erdbeben v. Rann a. d. Save. — Mitt. Erdbeben-Komm., Akad. Wiss. Wien **55**. 1919.

10. HÖRNES, R.: Bau und Bild der Ebenen Österreichs. — Verlag Tempsky, Wien 1903.
11. Hydrographisches Zentralbüro Wien: Beiträge zur Hydrographie Österreichs **10**, Wien 1918.
12. JENTSCH, A.: Die Wirtschaftssysteme Steiermarks. Festschrift anlässlich der österreichischen Wanderausstellung für Landwirtschaft und Gartenbau. Graz 1928.
13. KLEB, M.: Klimakarten, Burgenlandatlas. Osterr. Landesverlag, Wien 1941.
14. KREBS, N.: Die österreichischen Alpen und das heutige Österreich. Verlag Enke, Stuttgart 1928.
15. LEHMANN, O.: Die Hydrographie des Karstes. Deuticke, Leipzig—Wien 1932.
16. MAREK, R.: Der Wasserhaushalt im Murgebiet. — Mitt. Naturw. Ver. Steiermark. Graz 1900.
17. SCHNEITER, E.: Statistik und Hebung der steirischen Almwirtschaft. Graz, Leykamverlag 1930.
18. RAKOVEC, J.: Morphologie des Saveberglands. — Geogr. vestnik, **7**, Laibach 1931.
19. SÖLCH, J.: Die Landformung der Steiermark. Graz 1928.
20. — : Die Windischen Büheln. — Mitt. geogr. Ges. Wien 1919.
21. — : Beiträge zur eiszeitlichen Talgeschichte des steirischen Randgebirges. — Forsch. deutsch. Landes- u. Volksk. **21**.
22. SPENGLER, E.: Geologische Spezialkarte v. Österreich, Blatt Eisenerz, Wildalpe, Aflenz und Blatt Schneeberg—St. Egyd (mit Erläuterungen).
23. TELLER, F.: Geologische Spezialkarte von Österreich, Blatt Pragerhof—Windisch—Feistritz, Präbberg an der Sann, Eisenkappel—Kanker, Cilli—Ratschach (mit Erläuterungen), geologische Reichsanstalt Wien.
24. TORNIQUIST, A.: Das Erdbeben v. Rann a. d. Save. — Mitt. Erdbeben-Komm., Akad. Wiss. Wien, **52**, 1918.
25. SIDARITSCH, M.: Alte Landschaftsformen im Orlicazug. — Mitt. naturw. Ver. Steiermark. Graz 1926.
26. VORMEIER, F.: Die Dolinenwelt des mittelsteirischen Karstes. — Z. f. Geomorph. **II**, 1940.
27. WEGENER, K.: Das Klima der Steiermark. — Ztsch. angew. Meteor. **50**, 1941.
28. WINKLER V. HERMADEN, A.: Die Oststeiermark. Graz 1926.
29. — : Über Bodenverhältnisse in der Oststeiermark. — Fortschr. d. Landwirtschaft. **3**, 1928.
- 29a. — : Über Studien in den inneralpinen Tertiärablagerungen und über deren Beziehungen zu den Augensteinfeldern der Nordalpen. — Sber. Akad. Wien, math.-naturw. Kl. Abt. I, S. 183—225. Wien 1928 (a).
30. — : Geologische Spezialkarte von Österreich, Blätter Gleichenberg, Marburg und Anteil am Blatt Unter-Drauburg (mit Erläuterungen). Wien, Geolog. Bundesanst.
31. — : Die geologischen Verhältnisse im mittleren und unteren Laßnitztal Südweststeiermarks als Grundlage einer wasserwirtschaftlichen Planung. — Sitzungsber. Akad. Wiss., Wien **149**, 1940.
32. Niederschlagskarte von Österreich auf Grund der Normalmittelwerte 1901—1925. — Hydrographisches Zentralbüro Wien.

#### Nachträge:

- BISTRITSCHAN, K.: Bericht über Arbeiten aus dem Grenzgebiet von Geologie, Wasserwirtschaft und Flußbau im Laßnitzgebiet. Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl. I, **149**, 1940.
- JENTSCH, A.: Die Bodennutzungssysteme (Fruchtfolgen) im Flußgebiete der unteren Mur. Mitt. d. geogr. Ges. Wien **86**, 1943.
- LAUSCHER, F.: Neue klimatische Normalwerte f. Österreich. Beiheft zu d. Jahrb. d. Zentralanst. f. Meteor. u. Geodyn. **148**, Wien 1938.
- WIESBÖCK, T.: Die Terrassen des unteren Murtales. Mitt. d. geogr. Ges. Wien **86**, 1943.
- WINKLER V. HERMADEN, A.: Geologie und Bodenwirtschaft im Grabenland und unteren Murgebiet. Mitt. geogr. Gesellsch. **86**, Wien 1943.
- : Technisch-geologische-bodenwirtschaftliche Forschungen im Lande Steiermark. „Der Kulturtechniker“ 1943.



**Übersichtskarte der Wassermangelgebiete und der wasserarmen Bereiche in Steiermark.**

**I. Ausgesprochene Wassermangelgebiete mit regelmäßig wiederkehrenden Trockenheitsschäden der landwirtschaftlichen Kulturen, mit überwiegend schwieriger bäuerlicher Wasserversorgung.**

1 1. Geschlossene Kalk-(Dolomit-)gebiete mit vorherrschender Karsthydrographie (Dolinen, Höhlen), überwiegend unterirdische Entwässerung mit meist starkem Wassermangel bes. auf den Almhochflächen.

Hauptverbreitung: Die Kalk- und Dolomitgebiete (des Mesozoikums) in den nördlichen Kalkalpen, die paläozoischen Kalk- und Dolomitgebiete der Grauwackenzone und der Zentralalpen.

2 2. Größere, mächtigere Schotterterrassenfelder mit tiefer liegenden Grundwasserzonen (in niederschlagsarmen Perioden immer wiederkehrende Ertragsminderung der landwirtschaftlichen Produktion; bäuerliche Wasserversorgung meist ausreichend, aber allgemein auf Brunnen angewiesen).

Hauptverbreitungsgebiet: Pettauer Feld, Gurkfeld, Leibnitzer und Grazer Feld, Aichfeld im oberen Murtal.

**II. Wenig ausgesprochene Wassermangelgebiete im Hügelland und Mittelgebirgsbereich mit hauptsächlich in trockenen Jahren deutlich auftretenden landwirtschaftlichen Schäden; infolge hügeligen Terrains und der Bodenbeschaffenheit mit geringeren oder größeren Schwierigkeiten in der bäuerlichen Wasserversorgung.**

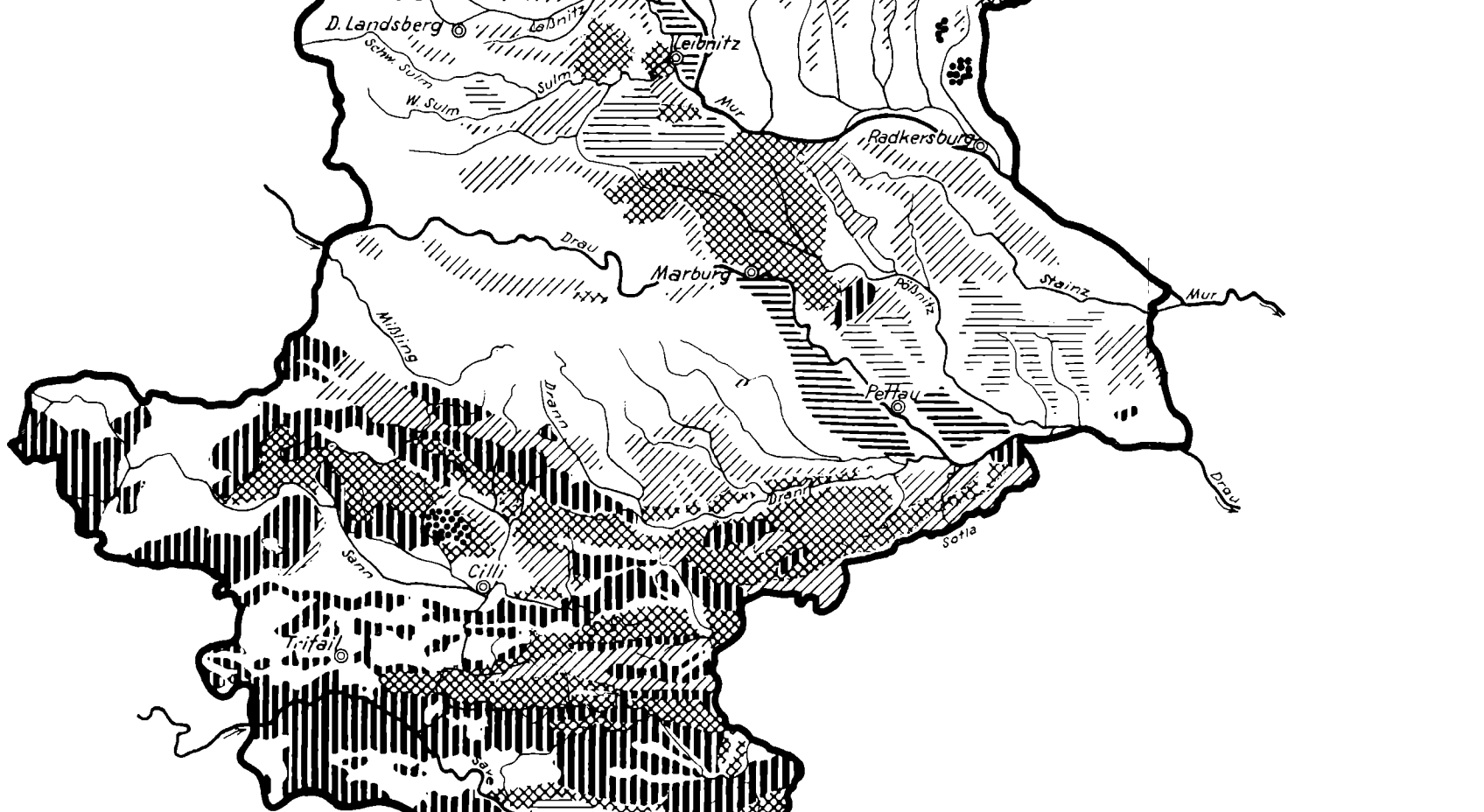
3 3. Ausgesprochene Sand- und Schotterbereiche des Jungtertiärs im stark zerschnittenen Hügelland. Ausgesprochene landwirtschaftliche Schäden in trockenen Jahren und sehr ungünstige Verhältnisse in der bäuerlichen Wasserversorgung.

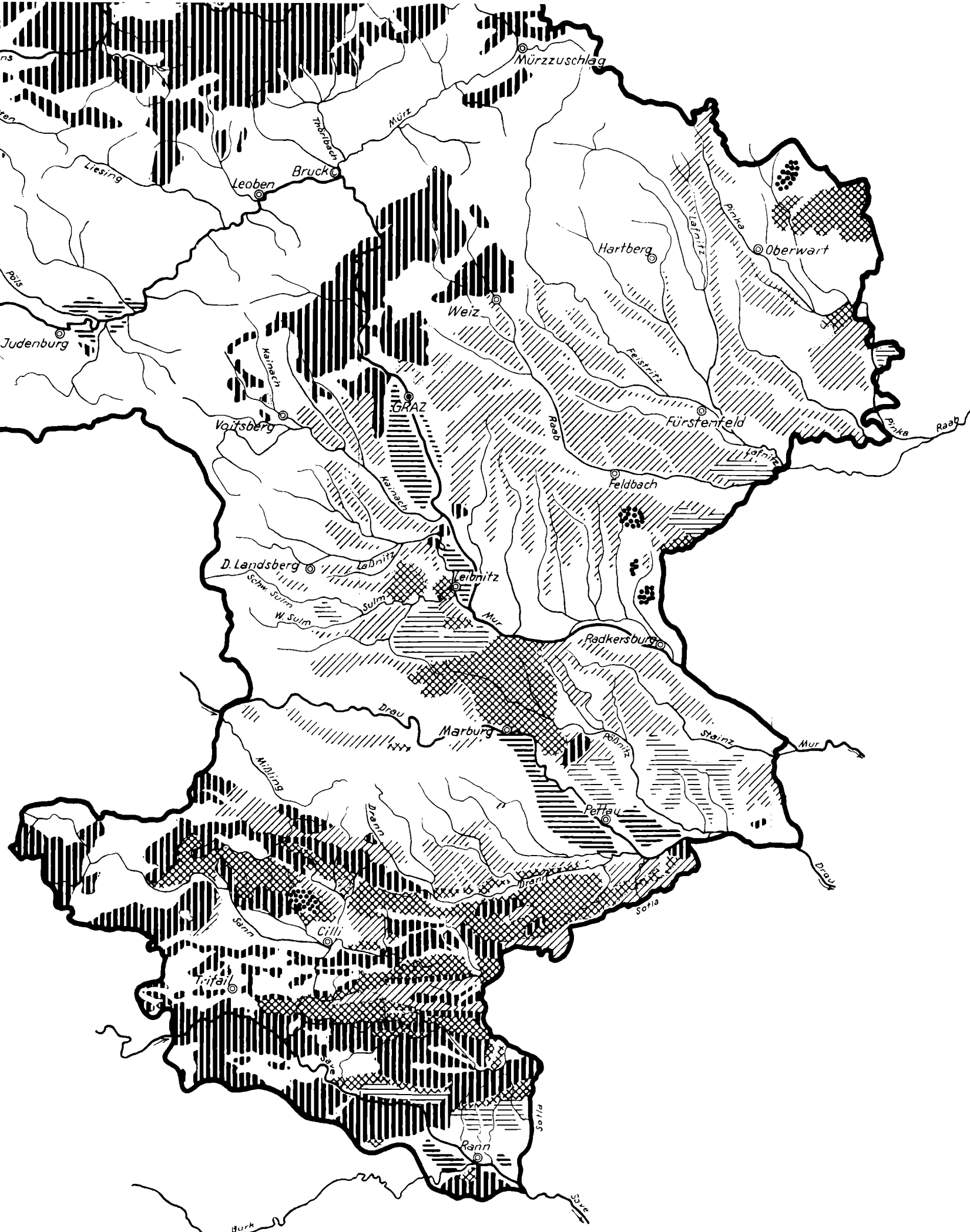
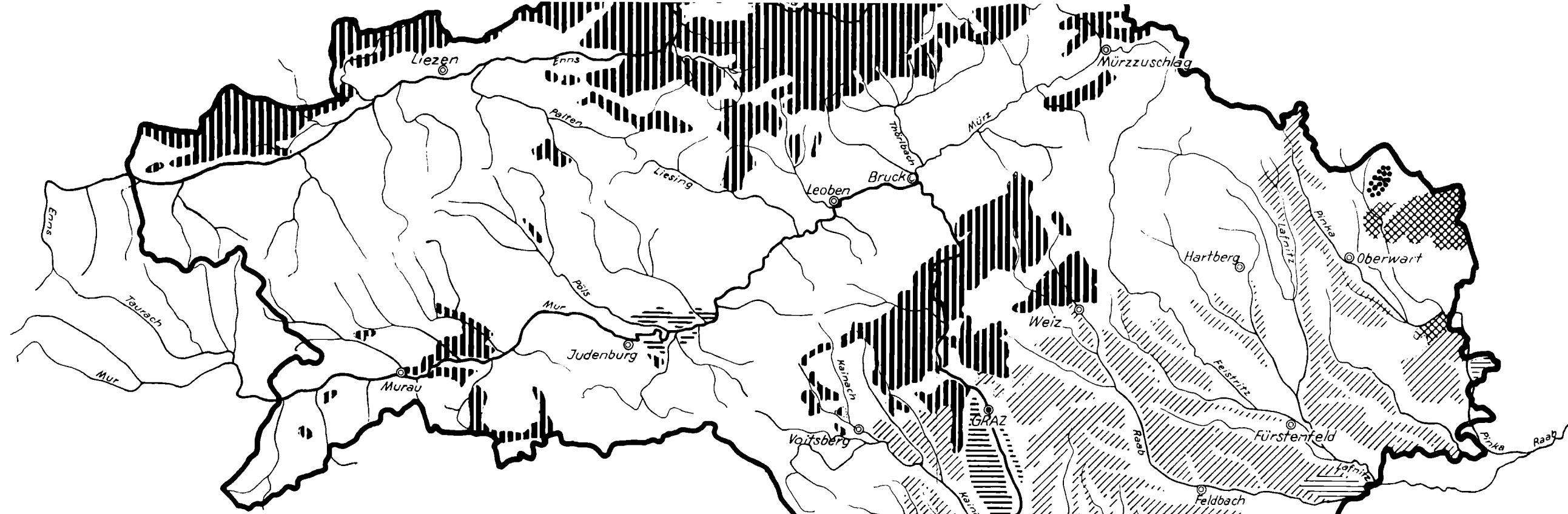
Hauptverbreitung: Strichweise im tertiären Hügelland des steirischen Beckens und der Untersteiermark. Dieser Typus (3) schließt sich eng an den Typus (2) an.

4 4. Stark zerschnittener Hügellandbereich, aufgebaut aus dem Wechsel sandig-kiesiger und tonig-mergeliger Jungtertiärschichten. In den niederschlagsarmen Vegetationszeiten deutliche Trockenheiterscheinungen an den landwirtschaftlichen Kulturen, besonders am Grünland. Bäuerliche Wasserversorgung der auf den Höhen gelegenen Gehöfte überwiegend unzureichend, mit in Trockenzeiten stark abnehmender bis aussetzender Brunnenergiebigkeit.

Hauptverbreitung: Der überwiegende Teil der Hügellandbereiche der Steiermark und strichweise in Untersteiermark.

5 5. Steilhängige Hügel- und Mittelgebirgsbereiche, aufgebaut von geschlossenen tonig-mergeligen Schichten des jüngeren Tertiärs und des Paläozoikums. Infolge verhältnismäßig wenig durchlässigen Bodens und der vorherrschend steilen Hangneigung rascher abnehmende bis aussetzende Brunnenergiebigkeit.





**Übersichtskarte der Wassermangelgebiete und der wasserarmen Bereiche in Steiermark.**

**I. Ausgesprochene Wassermangelgebiete mit regelmäßig wiederkehrenden Trockenheitschäden der landwirtschaftlichen Kulturen, mit überwiegend schwieriger bäuerlicher Wasserversorgung.**



1. Geschlossene Kalk-(Dolomit-)gebiete mit vorherrschender Karsthydrographie (Dolinen, Höhlen), überwiegend unterirdische Entwässerung mit meist starkem Wassermangel bes. auf den Almhochflächen.

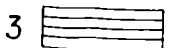
Hauptverbreitung: Die Kalk- und Dolomitgebiete (des Mesozoikums) in den nördlichen Kalkalpen, die paläozoischen Kalk- und Dolomitgebiete der Grauwackenzone und der Zentralalpen.



2. Größere, mächtigere Schotterterrassenfelder mit tiefer liegenden Grundwasserzonen (in niederschlagsarmen Perioden immer wiederkehrende Ertragsminderung der landwirtschaftlichen Produktion; bäuerliche Wasserversorgung meist ausreichend, aber allgemein auf Brunnen angewiesen).

Hauptverbreitungsgebiet: Pettauer Feld, Gurkfeld, Leibnitzer und Grazer Feld, Aichfeld im oberen Murtal.

**II. Wenig ausgesprochene Wassermangelgebiete im Hügelland und Mittelgebirgsbereich mit hauptsächlich in trockenen Jahren deutlich auftretenden landwirtschaftlichen Schäden; infolge hügeligen Terrains und der Bodenbeschaffenheit mit geringeren oder größeren Schwierigkeiten in der bäuerlichen Wasserversorgung.**



3. Ausgesprochene Sand- und Schotterbereiche des Jungtertiärs im stark zerschnittenen Hügelland. Ausgesprochene landwirtschaftliche Schäden in trockenen Jahren und sehr ungünstige Verhältnisse in der bäuerlichen Wasserversorgung.

Hauptverbreitung: Strichweise im tertiären Hügelland des steirischen Beckens und der Untersteiermark. Dieser Typus (3) schließt sich eng an den Typus (2) an.



4. Stark zerschnittener Hügellandbereich, aufgebaut aus dem Wechsel sandig-kiesiger und tonig-mergeliger Jungtertiärschichten. In den niederschlagsarmen Vegetationszeiten deutliche Trockenheitserscheinungen an den landwirtschaftlichen Kulturen, besonders am Grünland. Bäuerliche Wasserversorgung der auf den Höhen gelegenen Gehöfte überwiegend unzureichend, mit in Trockenzeiten stark abnehmender bis aussetzender Brunnenergiebigkeit.

Hauptverbreitung: Der überwiegende Teil der Hügellandbereiche der Steiermark und strichweise in Untersteiermark.



5. Steilhängige Hügel- und Mittelgebirgsbereiche, aufgebaut von geschlossenen tonig-mergeligen Schichten des jüngeren Tertiärs und des Paläozoikums. Infolge verhältnismäßig wenig durchlässigen Bodens und der vorherrschend steilen Hangneigung rascher oberflächlicher Abfluß der Niederschlagswasser. Meist unzureichende und oft unhygienische Wasserversorgung der hohen Gehöfte aus Brunnen. (In landwirtschaftlicher Hinsicht vorwiegend weinbaumäßig oder als Wald genutzt und daher von der Trockenheit weniger beeinflusst)

Hauptverbreitung: Sausal- und Rechnitzer Schietergebirge, Mergellandschaft in den Windischen Büheln und der Untersteiermark.



6. Bereich jungen tertiären vulkanischen Massengesteins mit klüftigem, die Niederschläge zum Versickern bringendem Untergrund. Wasserarmut der Gehöfte und Bodentrockenheit.

Hauptverbreitung: Nur örtlich auftretend, z. B. Gleichenberger Kogeln, Klöcker Basaltgebiet, Andesitbereich nordwestl. v. Cilli (auch Serpentinegebiet v. Bernstein).