

Zeitschrift:	Jahrbuch Oberaargau : Menschen, Orte, Geschichten im Berner Mitteland
Herausgeber:	Jahrbuch Oberaargau
Band:	23 (1980)
Artikel:	Wässermatten und Grundwasserspeisung : hydrologische Folgen einer Nutzungsänderung und ihre Folgen für die Regionalplanung
Autor:	Leibundgut, Christian
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-1071885

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 16.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

WÄSSERMATTEN UND GRUNDWASSERSPEISUNG

Hydrologische Folgen einer Nutzungsänderung und ihre Folgen für die Regionalplanung

CHRISTIAN LEIBUNDGUT

Die vorliegende Arbeit ist primär als Grundlagenforschung zur wasserwirtschaftlichen Planung angesetzt worden. Sie hat dann sowohl hydrologische wie planerische Folgearbeiten ausgelöst. Es ist bekannt, dass in unserem intensiv genutzten Lebensraum Störungen von natürlichen oder auch quasi-natürlichen Gleichgewichten auftreten; in unserem Falle eine Störung der Wasserbilanz durch Nutzungsänderung. Im Langetental bestehen besonders günstige Voraussetzungen, um die Ursachen und Folgen hydrologischer Veränderungen zu untersuchen.

Zum Untersuchungsraum

Das Langetental kann als typisches Einzugsgebiet für das nördliche Alpenvorland bezeichnet werden. Seine Quellwurzeln liegen im Napfmassiv. Mit nord-nordöstlicher Abflussrichtung werden dann die einzelnen Molassestufen durchflossen bis hinunter zur Aare. Geologisch liegt das Gebiet hauptsächlich in der mittelländischen Molasse. Die Langete entspringt in der tortonischen Nagelfluh der Napfschüttung, durchfliesst dann die Sandsteinformationen des Helvétiens und des Burdigaliens, um schliesslich etwas südlich von Langenthal in die aquitane Molasse einzutreten, die hier als Mergel ausgebildet ist und als Grundwasser-Stauer wirkt. Die Talfüllung besteht im eigentlichen Langetental aus alluvialen Schottern. Nördlich von Langenthal fliesst die Langete auf weiten fluvioglazialen Niederterrassenschottern.

Das Gebiet der Langete wird aufgeteilt in drei Teileinzugsgebiete. Das oberste Teileinzugsgebiet (L_1) ist unten begrenzt durch die Abflussstation Häberenbad-Huttwil. Im L_1 herrscht Oberlaufcharakter vor. Die Ausläufer des Napfberglandes sind hier stark fluviatil geprägt. Das mittlere Einzugsgebiet (L_2) wird unten begrenzt durch die Abflussstation Lotzwil. Das L_2 hat den typischen Charakter der mittelländischen Molasse-Plateau-Landschaft. Das L_3 schliesslich, das unterste Teileinzugsgebiet, wird begrenzt durch die

Abflussstation Murg-Walliswil. Dieses Einzugsgebiet wird beherrscht durch die fluvioglazialen Niederterrassenfelder. Sowohl diese Niederterrassenfelder wie auch die alluvialen Schotter im mittleren und oberen Langetental sind gekennzeichnet durch wechselnde Mächtigkeit, die grundsätzlich mit zunehmender Tallänge zunimmt und die gut bis sehr gut durchlässig sind. Alle drei Einzugsgebiete weisen einen unterschiedlichen hydrologischen Charakter auf. Das oberste Einzugsgebiet wird bei der Station Häberenbad-Huttwil durch einen Molasseriegel abgeschlossen, so dass hier die gesamte abfließende Wassermenge über die Oberflächenabflussmessstation erfasst werden kann. Das mittlere Teileinzugsgebiet weist im Talquerschnitt auf der Höhe der Abflussmessstation Langeten-Lotzwil einen einige Meter mächtigen Schotterkörper auf. Um eine Wasserbilanz erstellen zu können, muss hier der Grundwasserdurchfluss mengenmäßig erfasst werden. Das dritte Teileinzugsgebiet schliesslich ist gekennzeichnet durch namhafte Quellaustritte an den Niederterrassenrändern. Dadurch ist es möglich, hydrometrisch wiederum die gesamte Wassermenge an einem Punkt, nämlich der Abflussstation Murg-Walliswil, zu erfassen.

Wasserhaushalt im Einzugsgebiet und in den Teileinzugsgebieten

Der Wasserhaushalt ist *eine* der Grundlagen der Betrachtung. Ohne hier auf eine methodische Diskussion einzugehen, möchten wir direkt zur Quintessenz der Wasserbilanz vorstossen, dies als Basis zur Lösung der gestellten Frage.

Die langjährigen Werte im Langetental betragen:

N = 1050 mm

A₀ = 2,03 m³/sek oder 560 mm

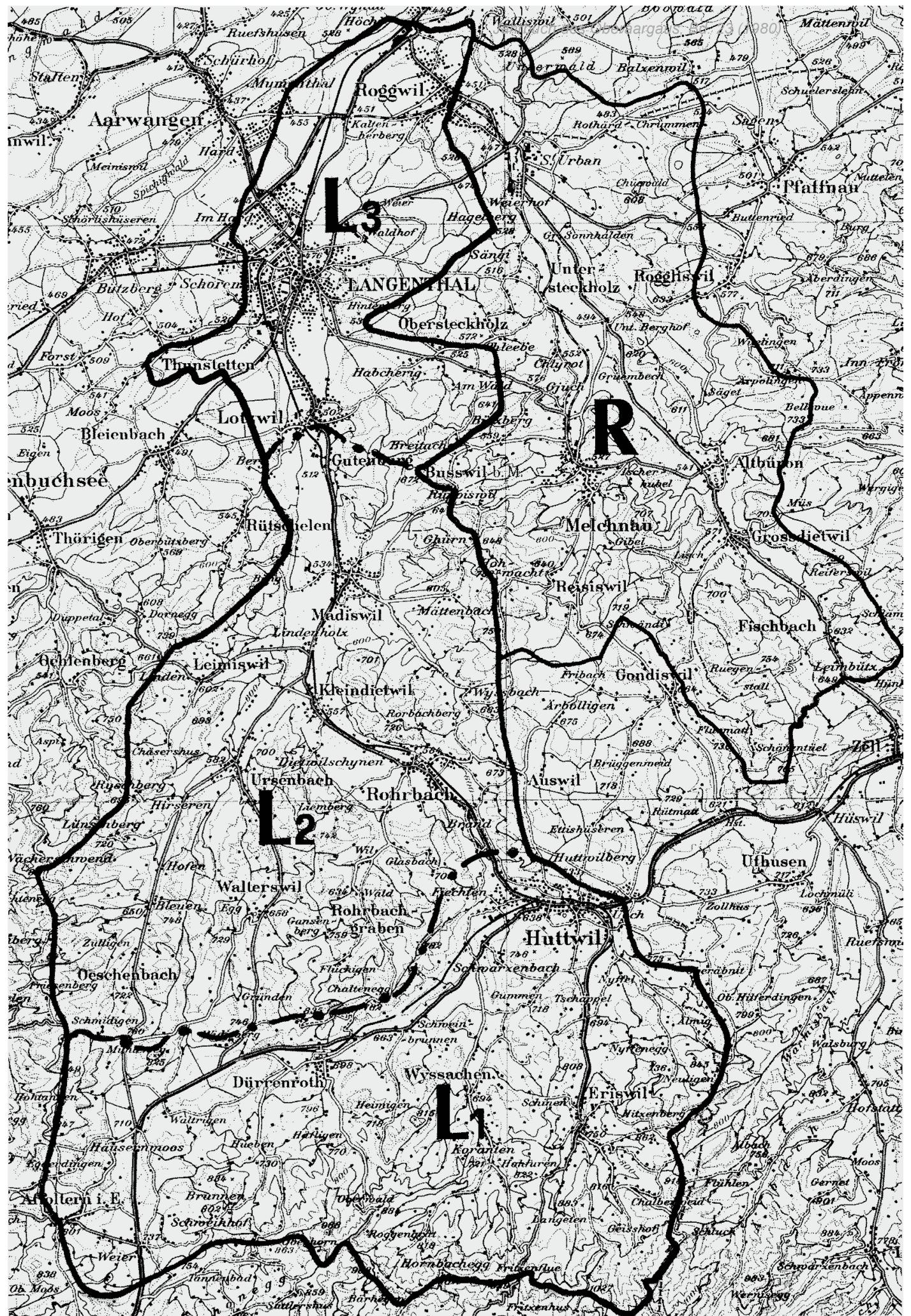
V = 450 mm

S = nur Grundwasser von Bedeutung

kann im langjährigen Mittel vernachlässigt werden.

Legende: N = Niederschlag V = Verdunstung
 A₀ = Abfluss (oberirdisch) S = Speichergrösse

Abb. 1. Übersichtskarte ca. 1:100 000. L₁, L₂, L₃: Teileinzugsgebiete der Langeten. R: Einzugsgebiet der Roth. Der Abfluss der Roth wird bei der untersten Station miterfasst. Reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie vom 1. 11. 1980.



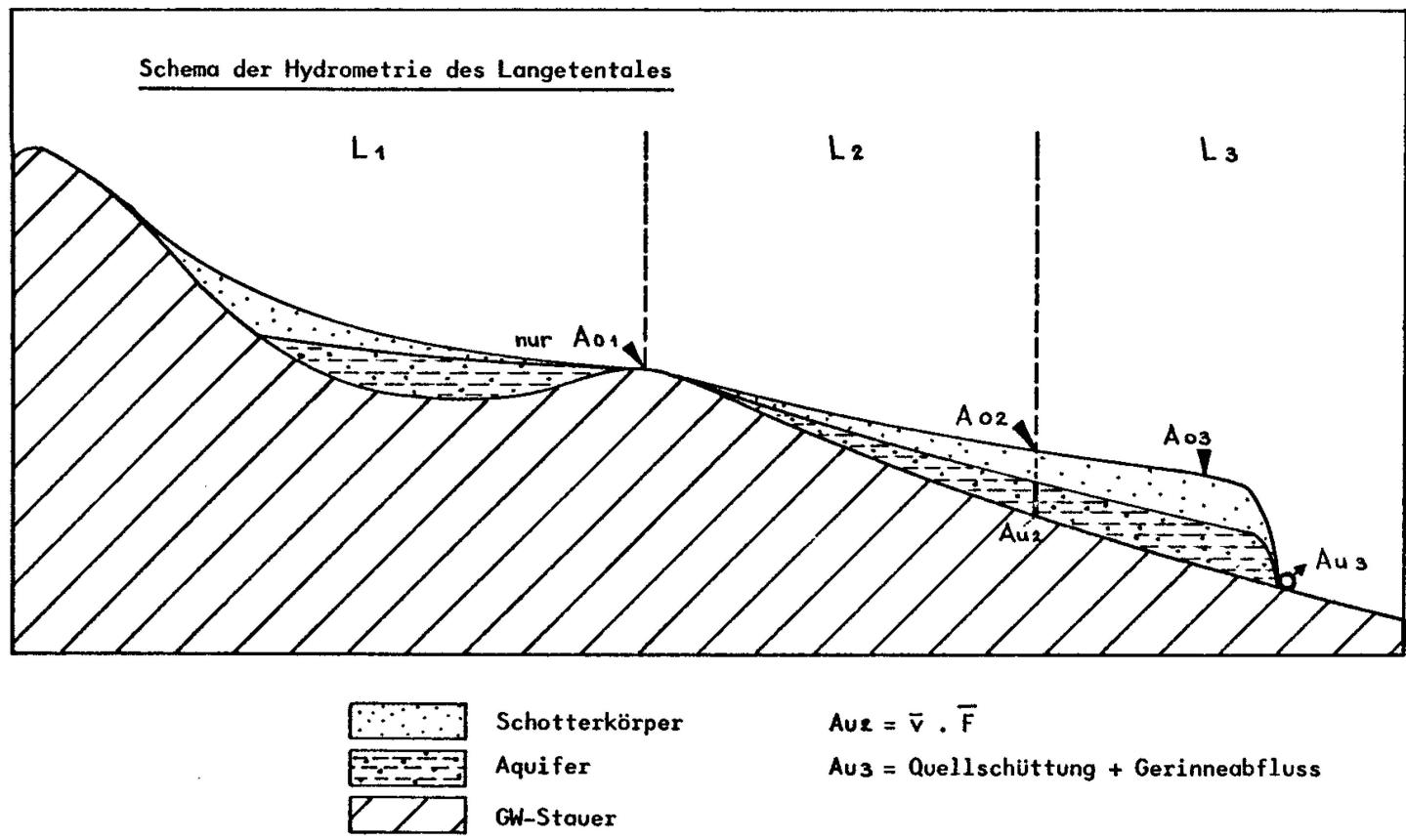


Abb. 2

Die Wasserbilanzen in den Teileinzugsgebieten sind in Tabelle 1 dargestellt. Wesentlich für unsere Fragestellung sind die Differenzgrössen. Sie betragen im L_1 22 mm (Grundwasserabfluss oder Verlustwasser). Diese Grössenordnung liegt im Messfehler drin, wir finden darin eine Bestätigung für die hydrologische Geschlossenheit des Gebietes.

Tabelle 1: Hydrologische Bilanzen im Langetental

Einzugsgebiet bis Häberenbad (L_1)

$$\begin{array}{rcl}
 N_1 & = & 1094 \text{ mm} \\
 A_{01} & = & 647 \text{ mm} \\
 V_1 & = & 425 \text{ mm} \\
 \hline
 \Delta_1 & = & 22 \text{ mm} = \text{Grundwasser oder Verlustwasser}
 \end{array}$$

Einzugsgebiet bis Lotzwil ($L_1 + L_2$)

$$\begin{aligned}
 N_{1+2} &= 1058 \text{ mm} \\
 A_{01+2} &= 560 \text{ mm} \\
 V_{1+2} &= 435 \text{ mm} \\
 \hline
 \Delta_{1+2} &= 63 \text{ mm} = \text{Grundwasser } (A_{u1+2})
 \end{aligned}$$

Einzugsgebiet Häberenbad bis Lotzwil (L_2)

$$\begin{aligned}
 A_{u2} &= N_2 + A_{01} - A_{0(1+2)} - V_2 + QM - A_{u1} \\
 &= 1017 + 699 - 1151 - 440 + 15 - 24 \text{ mm} \\
 &= 116 \text{ mm } (\triangleq 0,204 \text{ m}^3/\text{sec})
 \end{aligned}$$

(QM = Trinkwasser der Fassung Madiswil der Gemeinde Langenthal)

Einzugsgebiet Lotzwil bis Murg (L_3)

$$\begin{aligned}
 A_{u3} &= N_3 + A_{u2} - (V + A_{03 \text{ dir}} + A_{ARA}) \\
 A_{u-} &= 1025 + 250 - (445 + 270 + 90) \text{ mm} = 470 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{u3} &\text{ berechnet: } 470 \text{ mm} \\
 A_{u3} &\text{ gemessen: } 1177 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Wenn wir die Teileinzugsgebiete $L_1 + L_2$, d.h. vom Quellgebiet bis zur Abflussstation Lotzwil, berechnen, erhalten wir 63 mm Grundwasserabfluss. Im Teileinzugsgebiet L_2 allein beträgt der Grundwasserabfluss im Querschnitt von Lotzwil umgerechnet 116 mm.

Wenn wir schliesslich den Wasserhaushalt für das unterste Einzugsgebiet von Lotzwil bis zur Murg berechnen, erhalten wir einen berechneten unterirdischen Abfluss von 470 mm.

Damit kommen wir zu der interessanten Grösse. Der gemessene unterirdische Abfluss im L_1 , umgerechnet auf die Fläche des Einzugsgebietes, beträgt 1177 mm. Das heisst mit anderen Worten, dass sich im L_3 interne Austausche im hydrologischen Kreislauf vollziehen müssen. Diese können nur vom oberirdischen zum unterirdischen Abfluss stattfinden. Es müssen Formen von Infiltration sein: direkte Infiltrationen aus dem Bachbett, Wässerungsinfiltationen und Hochwasserinfiltationen.

Aufgrund der ermittelten Wasserbilanzen im Langetental bestehen im untersten Einzugsgebiet im langjährigen Mittel 707 mm (0,578 m³/sek) des unterirdischen Abflusses aus diesen verschiedenen Infiltrationstypen.

Es gilt nun in einer nächsten Arbeitsphase, diese ermittelte Grösse von rund 700 mm Wasserübertritt vom oberirdischen zum unterirdischen Abfluss über Infiltrationen experimentell auf ihre Richtigkeit zu überprüfen. Darüber hinaus muss dieser hydrologisch entscheidende Wert in seinen einzelnen Grössen beziffert werden können. Die Speisungsgrössen der verschiedenen Infiltrationstypen müssen zahlenmässig belegt werden.

Das Bewässerungssystem

Aus Feldbeobachtungen wissen wir, dass während der Bewässerungsphasen grössere Wassermengen in den Untergrund versickern. Das Wiesenbewässerungssystem im Langetental stellt heute eine besondere Nutzungsform dar, die wir, soweit es zum Verständnis unserer Fragestellung nötig ist, beschreiben wollen. Die Wiesenbewässerung erzeugt eine Landschaft von eigenem Gepräge: weite Grünlandflächen, die als Naturwiesen vom Typ der Fromentalwiese ausgebildet sind. Ein vielfältiger Grasbestand, dazu die Hecken entlang der Bewässerungsgräben und des Talflusses ergeben gesamthaft eine sehr naturnahe Landschaft. Obwohl wir in unserer meist hochintensiv genutzen Umwelt diese Mattenlandschaft als naturnahe empfinden, ist es doch eine vom Menschen geschaffene Kulturlandschaft.

Die ursprüngliche Naturlandschaft müssen wir uns unterhalb Langenthal als Überschwemmungslandschaft vom Akkumulationstyp vorstellen. Auf der alten Schöpfkarte von 1578 ist die Langeten in diesen Niederterrassenfeldern nördlich von Langenthal noch als Versickerungsfluss mit zahlreichen Armen dargestellt. Durch das grosse Meliorationswerk der Zisterzienser-Mönche von St. Urban, im 12./13. Jahrhundert begonnen, wurde die traditionelle Wiesenwässerungsnutzung im Langetental begründet und auch die heutige Landschaft geschaffen. Trotzdem auf den ersten Blick die frühere Naturlandschaft von der heutigen Kulturlandschaft sehr verschieden ist, können wir doch jetzt schon festhalten, dass hydrologisch ein vergleichbarer Zustand herrschte. Die oberirdisch abfliessenden Wasser der Langeten sind auf natürliche Art und Weise in den Untergrund gesickert, haben damit das Grundwasser gespiesen und sind in den auch heute noch fliessenden Quellen



Abb. 3. Typische Wässermattenlandschaft im Langetental. Im Vordergrund Schleusenanlagen an der Langeten. Foto Hans Zaugg, Langenthal

an den Terrassenrändern wieder zutagegetreten. Mit der Einführung der Wiesenbewässerung wurde nun diese natürliche Versickerung gesteuert und gleichzeitig dem Menschen nutzbar gemacht. Mit den Schwebstoffen, die im Wasser mitgeführt werden, wurde eine Kolmatierung erzielt, die nun seit vielen hundert Jahren spielt und die die Ausbildung einer mächtigen, fruchtbaren Bodenschicht erlaubte.

So befinden wir uns heute in einer typischen Alluviallandschaft, in der der Talfluss oftmals über dem Niveau des umgebenden Landes dahinfliest. Das Bewässerungssystem ist als Rückenbau ausgebildet, d.h. die einzelnen Bewässerungsgräben fliessen ebenfalls auf flachen Rücken über dem Niveau des umgebenden Landes. Damit können sie ihr Wasser nach beiden Seiten

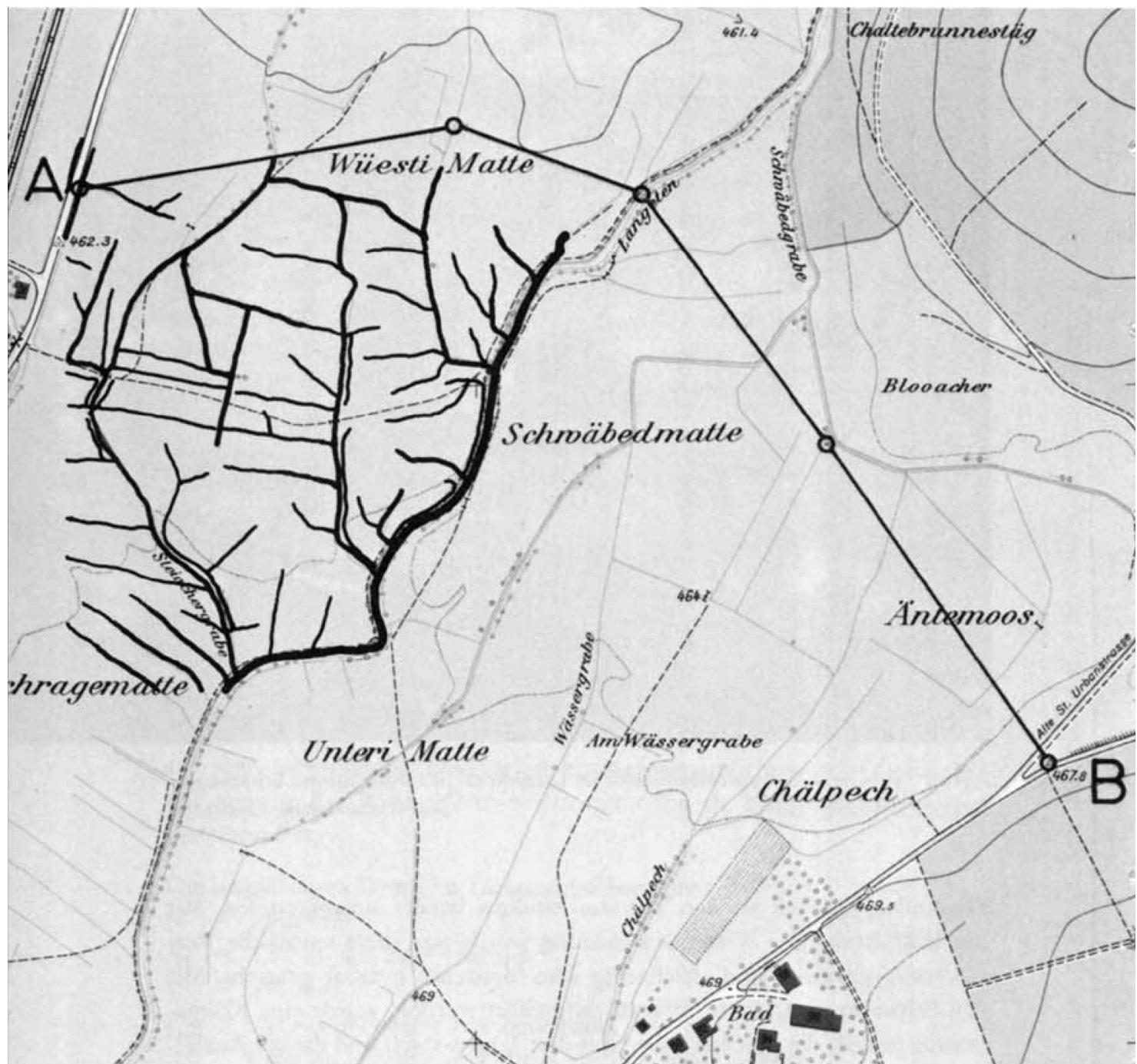


Abb. 4. Das Wässergrabensystem der Matten. Der Ausschnitt aus dem Grundbuchplan von Langenthal wurde in Feldbegehungen vervollständigt. Die Ergänzungen beziehen sich teilweise auf frühere Beobachtungen. Die Skizze zeigt damit den Zustand des Wässerungssystems vor den Eingriffen durch Umbrechen und Überbauung.

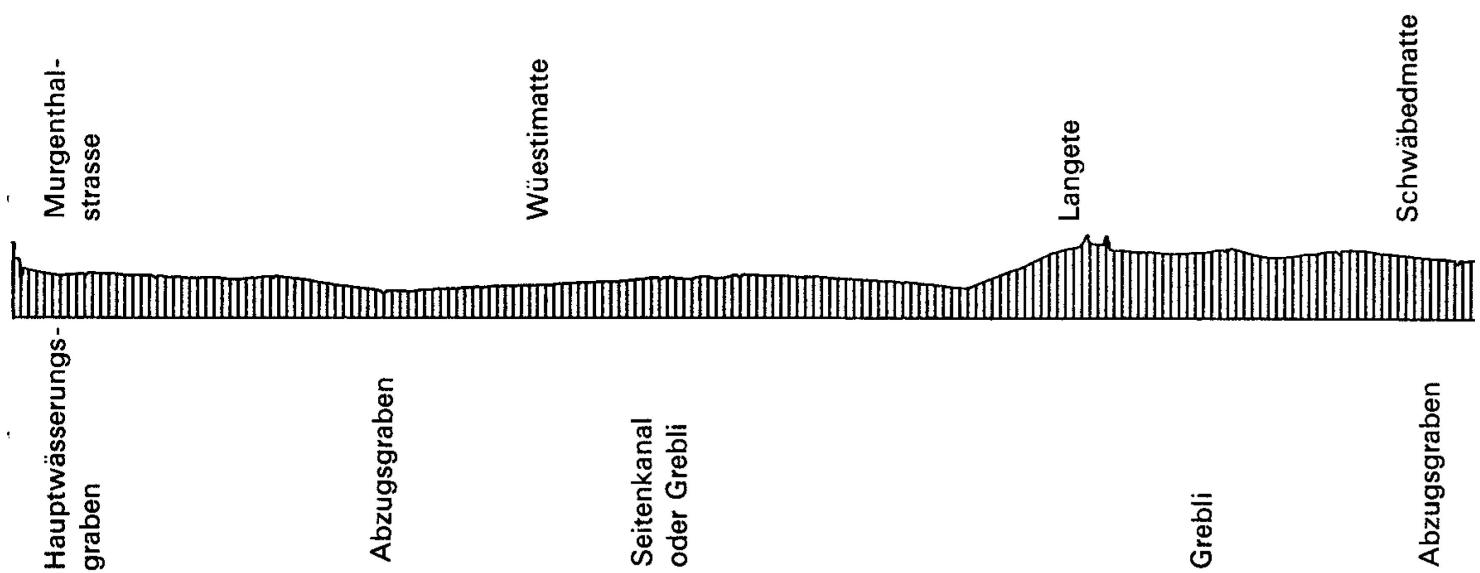


Abb. 5. Querprofil durch die Wässermatten. Die Akkumulationslandschaft der Wässermatten unterhalb Langenthals. Das Profil quer durchs Tal ist 5mal überhöht. Die Profillinie ist in der Abbildung 8 eingetragen (A-B).

hin zur Bewässerung abgeben. Allfälliges Überwasser sammelt sich in Abzugsrinnen und wird wieder dem Vorfluter zugeführt.

Die Anlagen des Bewässerungssystems sind gekennzeichnet durch einen guten Ausbau. Starke, bis vor wenigen Jahren auch handwerklich ausserordentlich wertvolle Schleusenwerke stauen das Wasser des Talfusses auf, um es über die Hauptgräben den Wiesen zuzuleiten. In diesem weitverzweigten Grabensystem sorgen Verteiler verschiedener Grössen für eine gleichmässige Verteilung des Bewässerungswassers. Entsprechend den natürlichen Umgebungsbedingungen ist es eine Bewässerung vom Typ der Rieselbewässerung. Es werden grosse Wassermengen flächenhaft über die Grasnarbe geleitet. Wesentlich ist, dass das Wasser in dauernder Bewegung ist, dass es eben rieselt. Damit ist eine ständige gute Sauerstoffversorgung gewährleistet. Da der Untergrund von guter Durchlässigkeit ist, treten grössere Wassermengen pro Flächeneinheit in den Boden über. Die darin gelösten Nährstoffe können somit vom Boden aufgenommen werden, und das durchsickernde Bewässerungswasser speist den Grundwasserkörper.

Die Bewässerung im Langetal ist ursprünglich landwirtschaftlich motiviert. Primär wurde einmal eine Kolmatierung, d.h. die Schaffung einer Bodenschicht auf die ursprünglich sterilen Sanderflächen beabsichtigt. Dafür wurde der relativ hohe Schwebstoffgehalt im Langetenwasser ausgenutzt.

Mit der einsetzenden Bewirtschaftung stellte nun dieser Schwebstoff zusammen mit den gelösten Stoffen im Wasser die dauernde Nachführung von Dünger dar. Wir haben in diesem Sachverhalt den eigentlichen Grund für die nun jahrhundertealte Nutzung des Talbodens in Form von Bewässerungswiesen. In der alten Dreizelgenwirtschaft war die Möglichkeit der Düngung auf natürlichem Wege mit Hilfe des Langetenwassers ein unschätzbarer Vorteil. Es war damit möglich, über den offenen Kreislauf Bewässerungswiese → Stall → Acker, die vorhandene Ackerfläche ausdehnen zu können. Für die weitere Entwicklung ist es wichtig, dass diese Düngung der eigentliche Grund zur Bewässerung war und nicht etwa eine Befeuchtung.

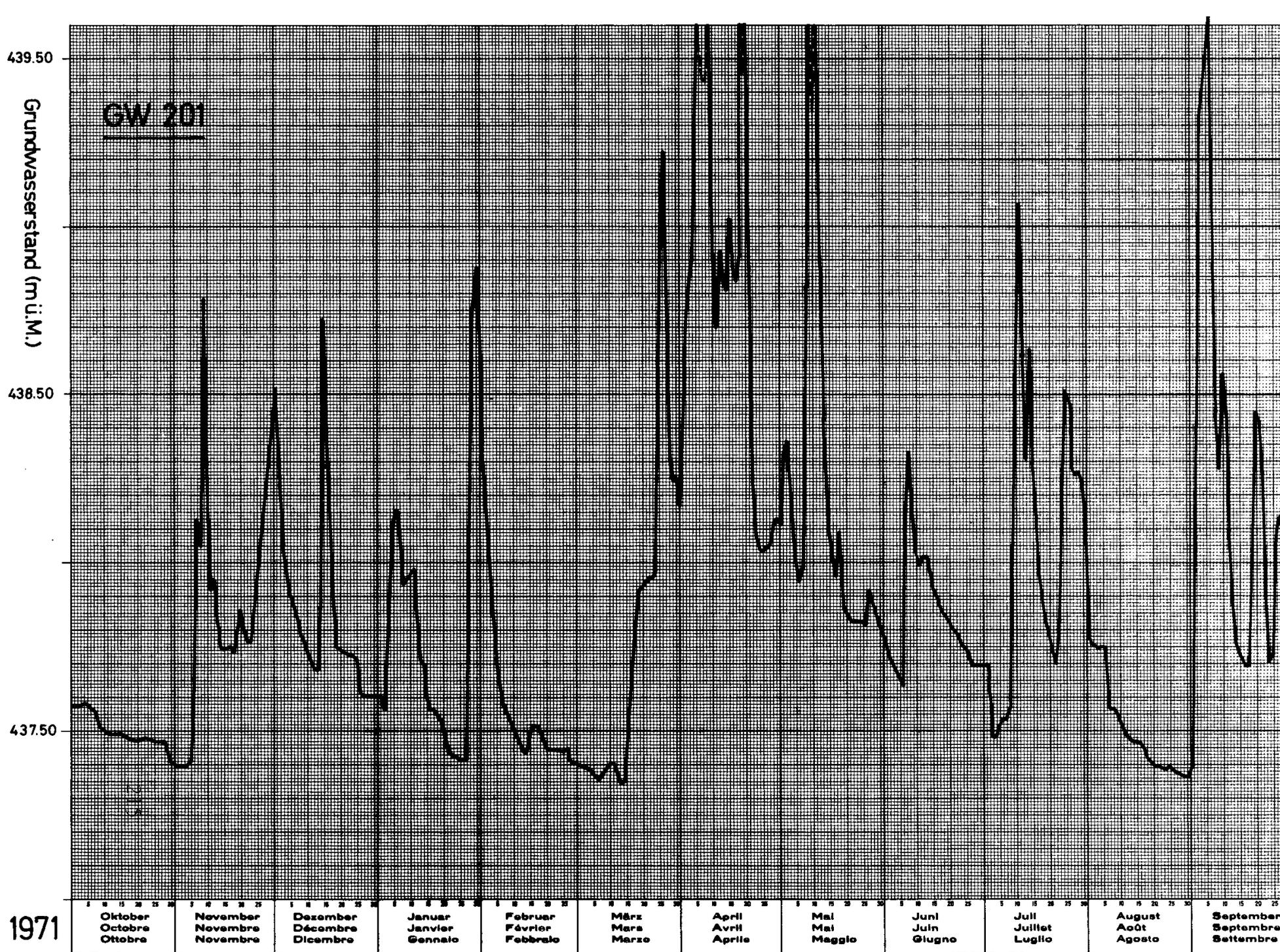
Die alte Kulturlandschaftsverteilung im Langetental war sehr einfach. Der Talboden wurde eingenommen durch die Grünlandflächen der Wässerwiesen, die vor allem als Heumatten und Weide genutzt wurden. Sobald an den ansteigenden Talrändern keine Hochwassergefahr mehr bestand, wurde das offene Land zu Ackerland umgebrochen. Wir haben somit die einfache Verteilung, dass an den Hängen und auf dem Plateau die Ackerflächen liegen, im Talboden die Grünflächen.

Auswirkung der Bewässerung

Die Bewässerung erfolgt grossflächig auf gut bis sehr gut durchlässige Schotter, die den Grundwasserträger darstellen. Da die Rieselwirtschaft grosse Wassermengen benötigt, ergeben sich daraus hohe Sickerleistungen. Der mittlere Wert der Sickerleistung nach zwei Tagen im Langetental liegt bei rund 3 m pro m^2 und Tag. Beachten wir die Grössenordnung dieser drei Meter pro Tag. Das entspricht einem Wert von 3 Jahresniederschlägen! Oder umgerechnet dem Betrag von 5 bis 10 Nettojahreswerten an Infiltration allein aus den Niederschlägen. Wir können daraus ersehen, dass diese Bewässerungsinfiltrationen von grosser hydrologischer Bedeutung sind. An einem einzigen Tag können auf eine Flächeneinheit 5 bis 10 natürliche Versickerungsjahre eingebracht werden.

Es ist nun ohne weiteres ersichtlich, dass diese starken Infiltrationen in kurzer Zeit das Grundwasser entsprechend beeinflussen müssen. Wir können

Abb. 6. Typische Ganglinie des Grundwasserspiegels in Wässermattengebieten. (Tagesmittel). GW 201: Messstelle.



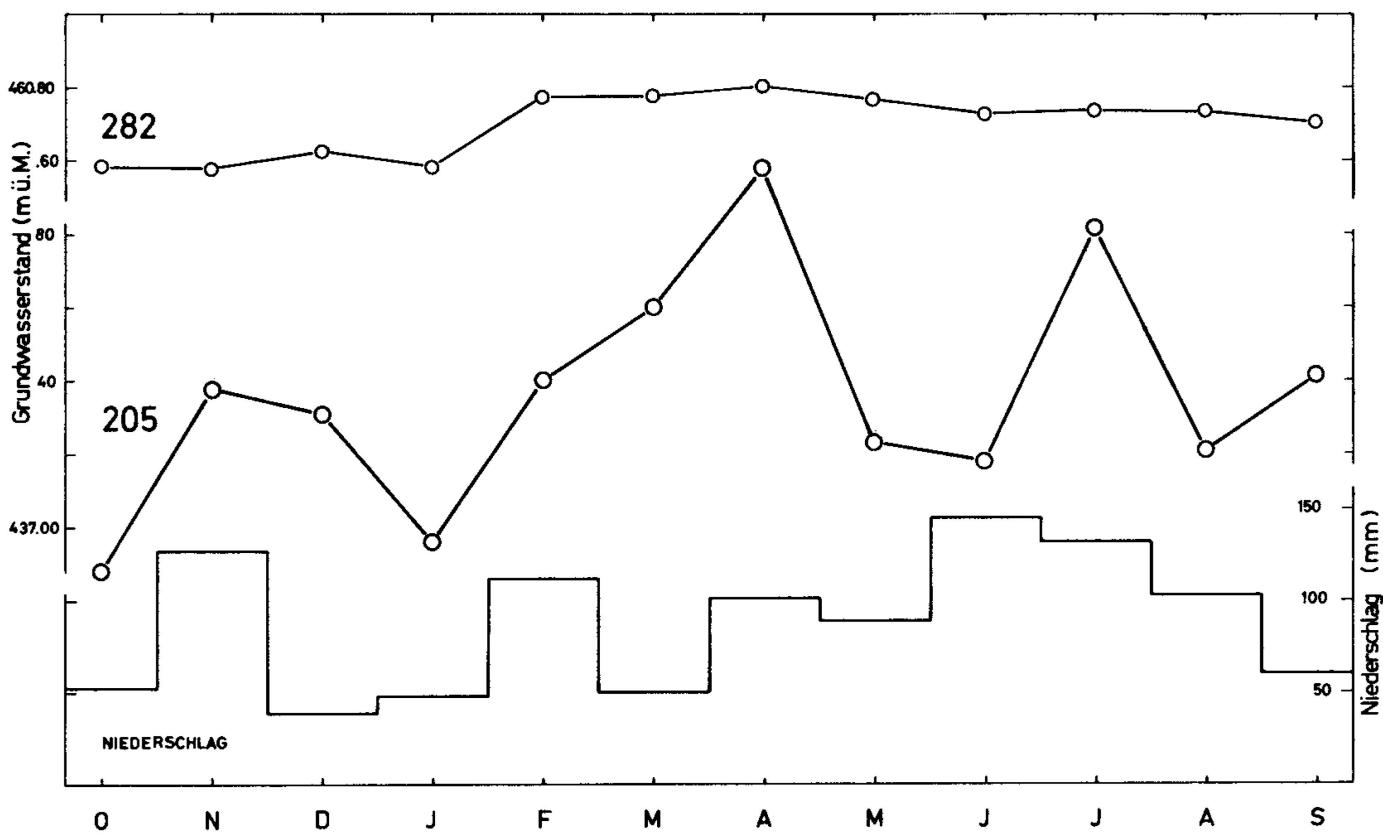


Abb. 7. Vergleichende Darstellung von Grundwasser-Ganglinien aus unbewässertem (282) und bewässertem (205) Gebiet zusammen mit dem Niederschlag in mm (Monatsmittel 1970–1973).

hier den Grundwasserspiegel als Messgröße heranziehen und dann die Auswirkungen der Bewässerungsfiltrationen darstellen.

Die einzelnen Wässerungen rufen Grundwasserspiegelschwankungen von mehreren Metern in wenigen Tagen hervor. Die Grundwasserganglinie der Tagesmittel aus einem Bewässerungsgebiet ist gekennzeichnet durch sehr schmale Spitzen, durch eine wechselnde Abfolge von Hoch- und Niedrigwasserständen, hervorgerufen durch Bewässerungs- oder auch durch Hochwasserversickerungen, die die gleiche Wirkung haben. Diese Ganglinie ist einer oberirdischen Abfluss-Ganglinie ähnlicher als einer Grundwasserganglinie, wie wir sie sonst als typisch erkennen.

Wenn wir die Monatsmittel der Grundwasserstände auftragen, ergibt sich ein sehr interessantes Bild. Wir können Hochstände im November, im April, im Juli und im September feststellen. Wenn wir diese Bewässerungs-

ganglinie mit der Ganglinie aus dem gleichen *Aquifer* aber im unbewässerten Gebiet vergleichen, sehen wir, dass sie eine völlig andere Gestalt hat. Nur gerade der Höchststand im April, der dem natürlichen Jahreshochstand entspricht, ist ähnlich – allerdings im unbewässerten Gebiet viel flacher.

Wo liegt nun die Ursache für diese vier Hochstände während des Jahres? Wenn wir dazu die aus landwirtschaftlichen Bedürfnissen gesteuerte Bewässerung heranziehen, sehen wir, dass die Grundwasserganglinie das direkte Abbild der Bewässerungsperioden darstellt. Eine erste Bewässerungsperiode im Hydrologischen Jahr liegt im Frühwinter und erzeugt einen Hochstand im November, einen relativen im Dezember. Im Januar folgt ein Tiefstand, meistens der Jahrestiefstand, der vom Februar über den März bis zum April zum Jahreshochstand ansteigt. Hier überlagern sich natürliche Einflüsse, nämlich die Speisung aus natürlichen Gründen und die Frühjahrsbewässerung, die je nach Witterung bereits im Februar oder erst im März einsetzt, um dann im April ihre intensivste Phase zu erreichen. Mit dem Heranwachsen des ersten Grasschnittes wird die Bewässerung eingestellt, und die Wasservorräte im Boden werden aufgebraucht. Es erfolgt zum Mai hin ein deutlicher Abfall im Grundwasserstand, der bis zum Juni anhält. Nach dem ersten Schnitt wird Ende Juni oder anfangs Juli kurz, aber intensiv bewässert, was sich in einem relativen Hochstand im Monat Juli ausdrückt. Dann wiederum ein Abfallen des Grundwasserstandes im August, während des Heranwachsens des zweiten Schnittes, eine weitere kurze und intensive Bewässerungsphase nach dem zweiten Schnitt, die zum nächsten Hochstand im September führt. Wir können daher von einer typischen Bewässerungs-Grundwasserganglinie sprechen.

Wässerungen und Grundwasserstand

Anhand einiger Fallstudien sollen nun die positiven Auswirkungen von Wässerungen auf das Grundwasser gezeigt werden. Der Einfluss der Wässerungsversickerungen auf den Grundwasserspiegel lässt sich sowohl in Einzelereignissen als auch in den Mittelwerten verfolgen.

Die Abbildung 8 zeigt das Resultat einer Messreihe in der Trockenperiode Ende 1971 in den unteren Langenthaler Matten. Neben der gesamthaft steigenden Tendenz der Ganglinie ist auch eine direkte Abhängigkeit

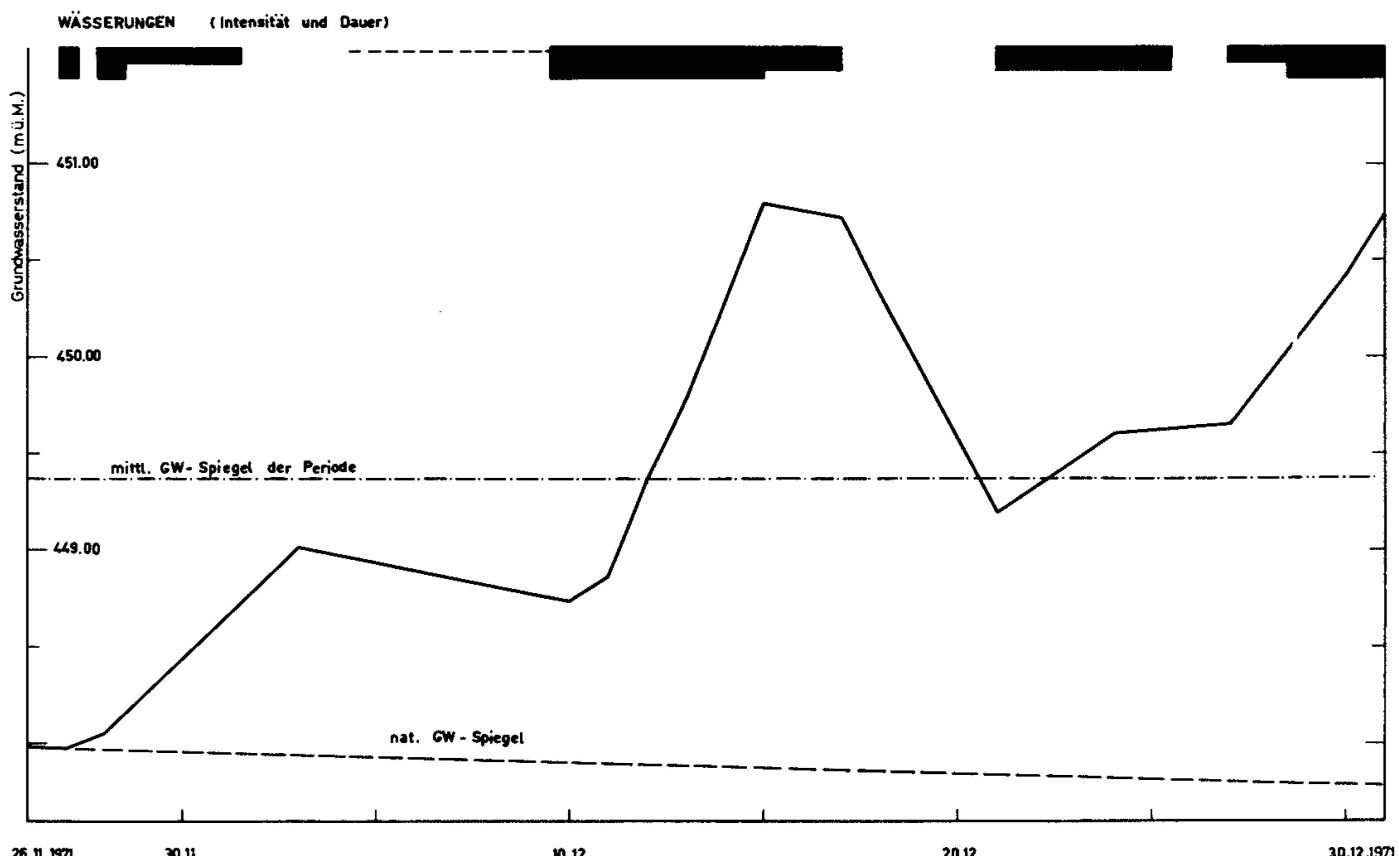


Abb. 8. Wässerung und Grundwasserstand (m ü. Meer). Messstelle G 274 in den unteren Langenthaler Matten. Der Grundwasserstand wird durch die Wässerungen beeinflusst.

von den Wässerungen unverkennbar. Verglichen mit den Grundwasserganglinien von Messstellen ausserhalb der Wässerungsbereiche (hier ausgedrückt als natürlicher Grundwasserspiegel) zeigt diese eine gegenläufige Bewegung. Die mittlere Differenz zwischen natürlichem und angereichertem Grundwasserspiegel beträgt 1,39 m. In der 35tägigen Beobachtungsperiode sind rund 800 000 m³ Wässerwasser versickert, die im Raume Brunnmatt als Grundwasser wieder zutage getreten sind.

Die Möglichkeit, durch Wässerungen die Grundwasserergiebigkeit zu steigern, haben einzelne, mit der Natur oder dem Wasser verbundene Leute auch in der Vergangenheit schon bekannt und genutzt. Die Nutzung beruhte auf der praktischen Erfahrung. So war bekannt, dass die Schüttungen von Grundwasser-Quellfassungen in den Gemeinden Ursenbach, Madiswil, Lotzwil, Langenthal und Roggwil durch Wässerungen beeinflusst werden

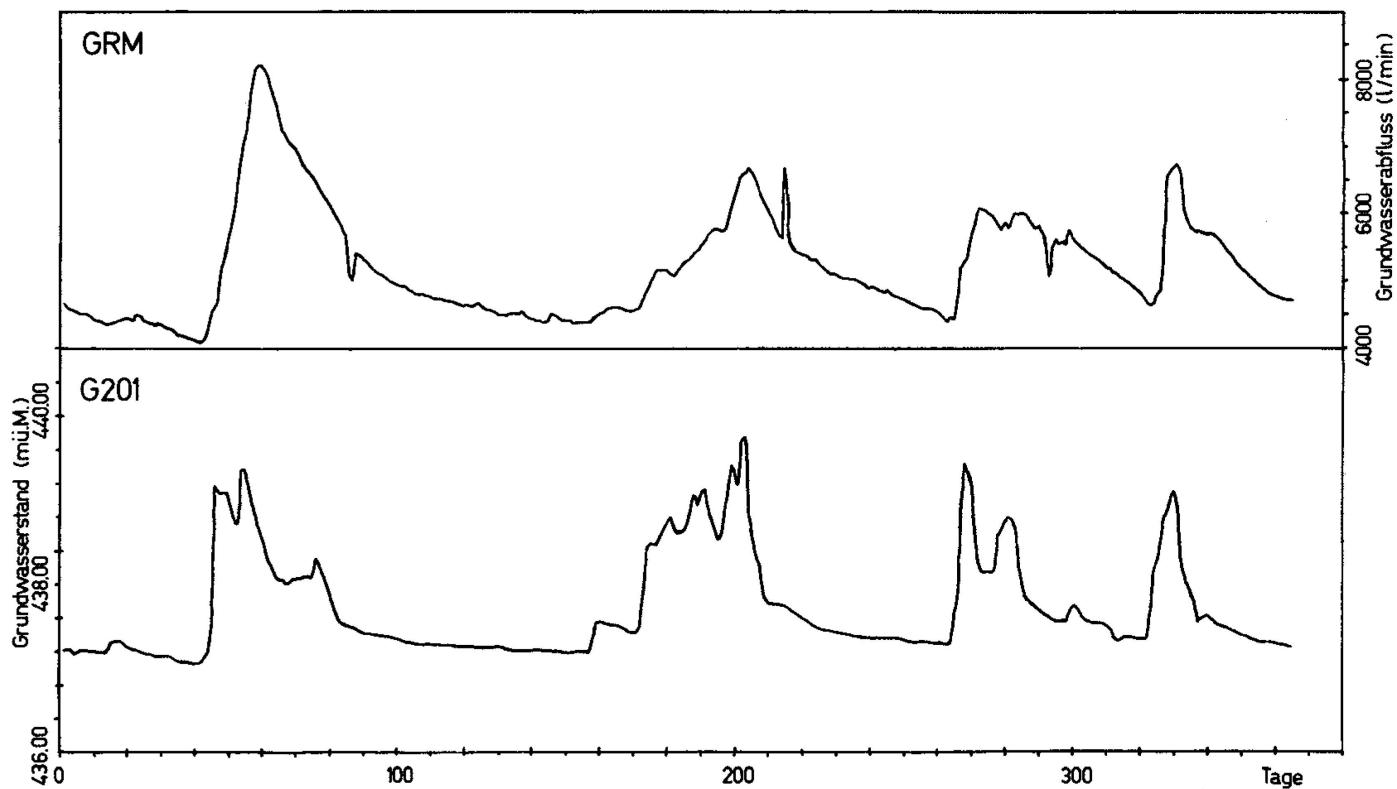


Abb. 9. Ganglinien des Grundwasserabflusses (GRM) und des Grundwasserstandes (G 201), Tagesmittel 1973. Der weitgehend parallele Verlauf der Ganglinien zeigt die Abhängigkeit des Grundwasserabflusses vom Grundwasserstand, der stark durch Bewässerungsversickerungen beeinflusst ist.

konnten. Ebenso steigt der Quellertrag der Grundwasseraufstöße in den Brunnmatten nach Wässerungen in den unteren Langenthaler Matten. Zur detaillierten Beschreibung der Beziehung zwischen Bewässerung und Grundwasser wurden eigentliche Bewässerungsversuche durchgeführt. Diese bestätigten die sehr enge Beziehung zwischen der Bewässerung und dem Grundwasser. Damit erhält die Wiesenbewässerung eine grosse Bedeutung für die Trinkwasserversorgung. Diese wird in der Region vorwiegend aus dem Grundwasser bestritten. Die Quellergüsse an den Terrassenrändern, die zu einem guten Teil für die kommunalen Trinkwasserversorgungen gefasst sind, zeigen einen parallelen Verlauf zum Grundwasserspiegel im Aquifer. Wir haben somit die Möglichkeit, über die Wiesenbewässerung die Grundwasservorräte und damit auch die Trinkwasservorräte direkt zu steuern.

Nutzungsänderungen

Wir kennen die traditionelle Nutzung des Talbodens als Dauergrünland in Form der Wässerwiesenwirtschaft. Die Folge dieser Nutzung ist eine namhafte Speisung des Grundwassers. Eine Begehung des Gebietes zum heutigen Zeitpunkt wird nun aber zeigen, dass die traditionelle Nutzung von andern Nutzungsarten abgelöst wird.

Das Bewässerungssystem selbst zeigt bereits verschiedene Auflösungserscheinungen: verwachsene Gräben oder beschädigte oder gar verfallene Anlagen. Insbesondere die handarbeitsintensiven Teile des Bewässerungssystems sind oft in einem schlechten Zustand anzutreffen. Wenn wir dieser Entwicklung etwas auf den Grund gehen, sehen wir, wie die strukturellen Veränderungen in der Landwirtschaft nach dem Zweiten Weltkrieg Auswirkungen auf die Wiesenbewässerungsnutzung zeigen. Der wichtigste Grund ist dabei das Aufkommen des Kunstdüngers. Mit dieser Möglichkeit, zusätzlich und relativ einfach Düngerstoffe auf die landwirtschaftliche Nutzfläche auszubringen, ist der bis dahin grosse Vorteil der Düngung über die Wiesenbewässerung dahingefallen. Der Schwebstoff im Langetenwasser wurde durch den Kunstdünger mehr und mehr verdrängt, da dieser mit weniger Arbeitsaufwand die gleiche Nutzung erzielt. Dazu mag auch kommen, dass sich mit dem Kunstdünger eine bessere Verteilung der Nährstoffe erreichen lässt als mit Bewässerung.

Ein weiterer wichtiger Grund, der zu einer zunehmenden Auflassung des Wiesenbewässerungssystems geführt hat, war die Mechanisierung in der Landwirtschaft. Mit den aufkommenden Traktoren und Maschinen wurde es immer schwieriger, die von vielen Gräben und Gräblein durchzogenen Wiesen rationell zu nutzen. Heute sind Landwirtschaftsbetriebe häufig Ein-Mann-Betriebe. Handarbeit kann nur noch beschränkt ausgeführt werden. Der moderne vollmechanisierte Landwirt verlangt einfache Parzellen zur Bearbeitung.

In der gleichen Richtung hat die moderne Landwirtschaftspolitik gewirkt. Mit der Subventionierung der Ackerprodukte sind diese gegenüber der Graswirtschaft finanziell immer interessanter geworden. Der Bauer kann heute aus der gleichen Fläche Ackerland mehr Ertrag herauswirtschaften als auf der gleichen Fläche Wiesland. So wurden denn die weniger überschwemmungsgefährdeten Gebiete in der alten Wässermattenlandschaft Stück um Stück zu Ackerland umgebrochen. In neuester Zeit hat besonders auch der

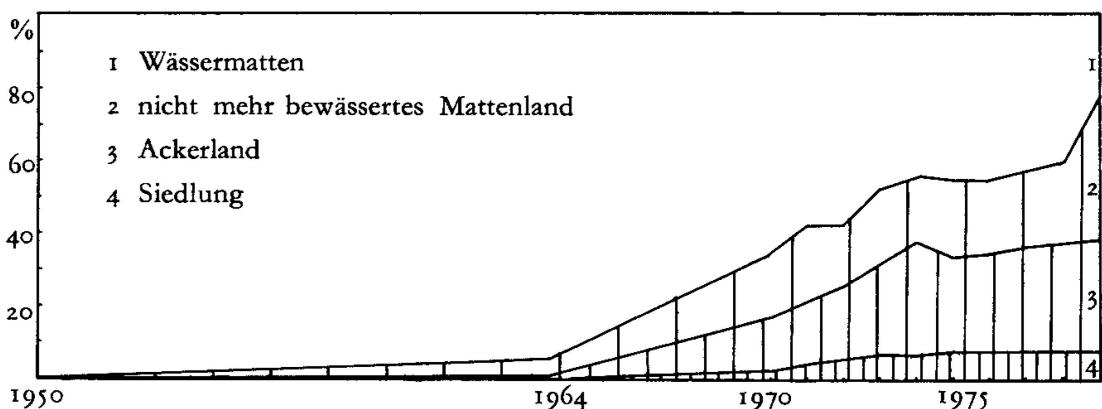


Abb. 10. Nutzungswandel in den unteren Langenthaler Matten.

Beschluss zur Milchkontingentierung den Bauern wiederum gezwungen, weiteres Grünland zu Ackerland umzubrechen. Die letzte Phase der Entwicklung ist jeweils die Überbauung. Auch hier bestehen Konflikträume zwischen Landwirtschaft einerseits und Siedlung andererseits. Die flachen Talböden gehören zu den beliebtesten Bauplätzen, insbesondere auch für Gewerbe und Industrie.

Auf einer Testfläche im unteren Langetental, nördlich von Langenthal, haben wir diese Nutzungsänderungs-Entwicklung seit 1970 detailliert verfolgt.

Tabelle 2: Nutzungswandel in den unteren Langenthaler Matten

Nutzungsart	Anteil in %											
	1950	1964	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1979	
Mattenland												
bewässert	100	93,8	65,6	58,0	57,3	48,0	44,1	45,1	45,1	42,9	40,2	23,5
Mattenland nicht mehr bewässert	0*	5,0*	17,0	20,5	16,7	19,6	18,1	21,4	20,0	20,2	21,1	38,5
Ackerland/ Gartenbau	0	1,2	15,5	16,9	20,6	25,9	31,3	26,1	27,5	29,5	31,3	30,6
überbaut	0	0	2,4	4,6	5,4	6,5	6,5	7,4	7,4	7,4	7,4	

* Schätzungen

Abb. 11
Die Auflösung
der Wässermatten.
Stand 1970.
Massstab 1:10 000.

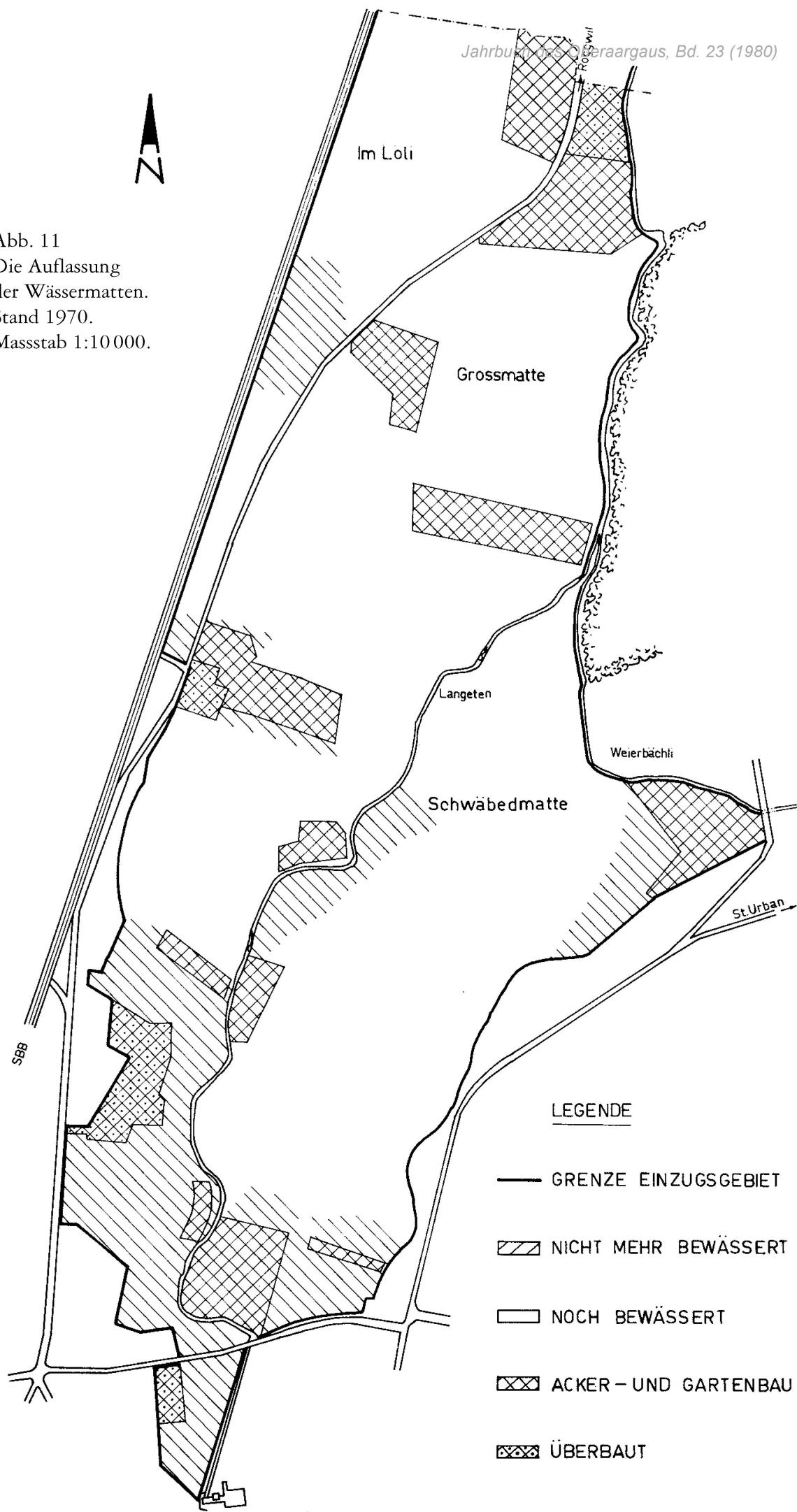
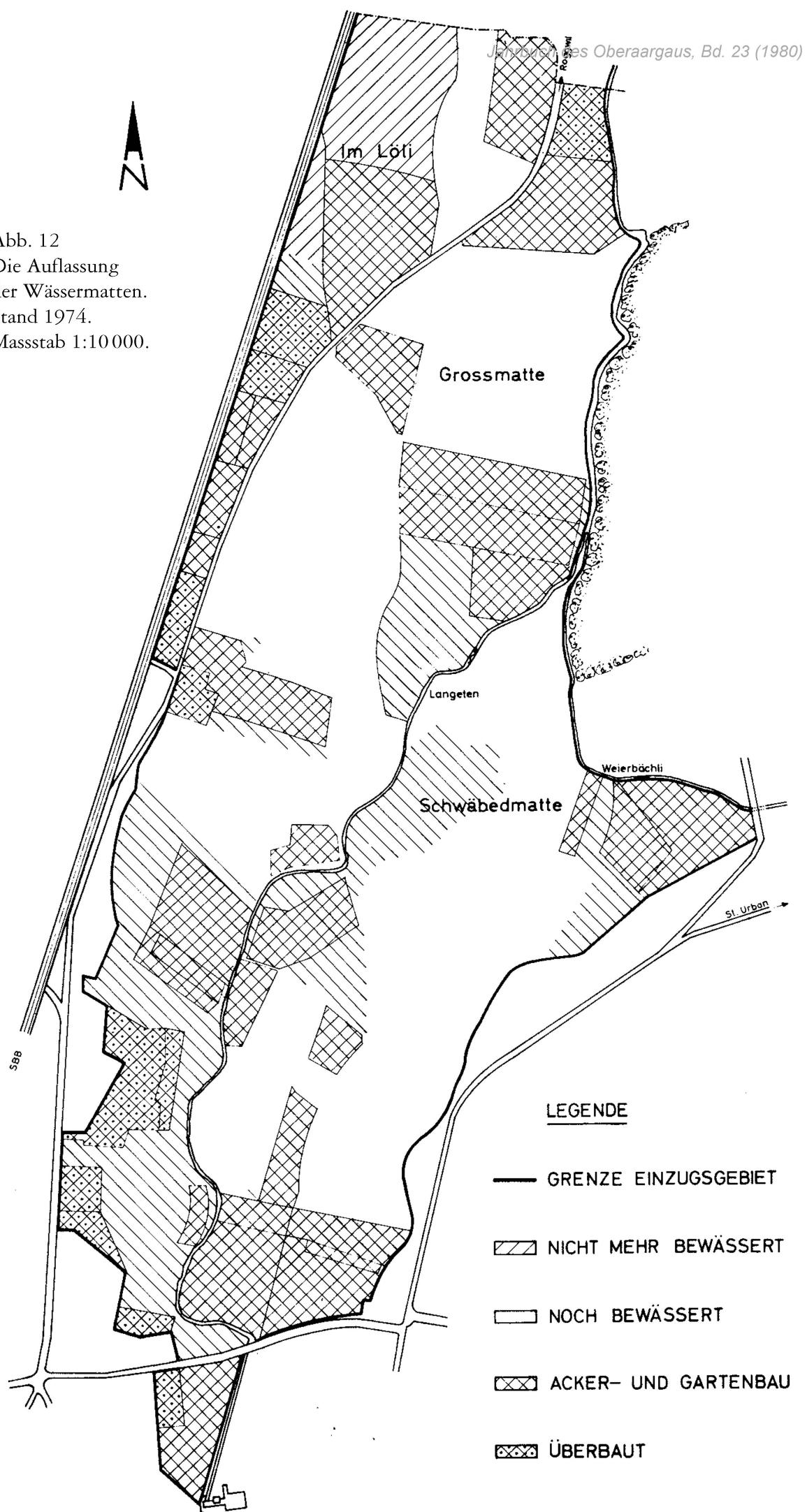
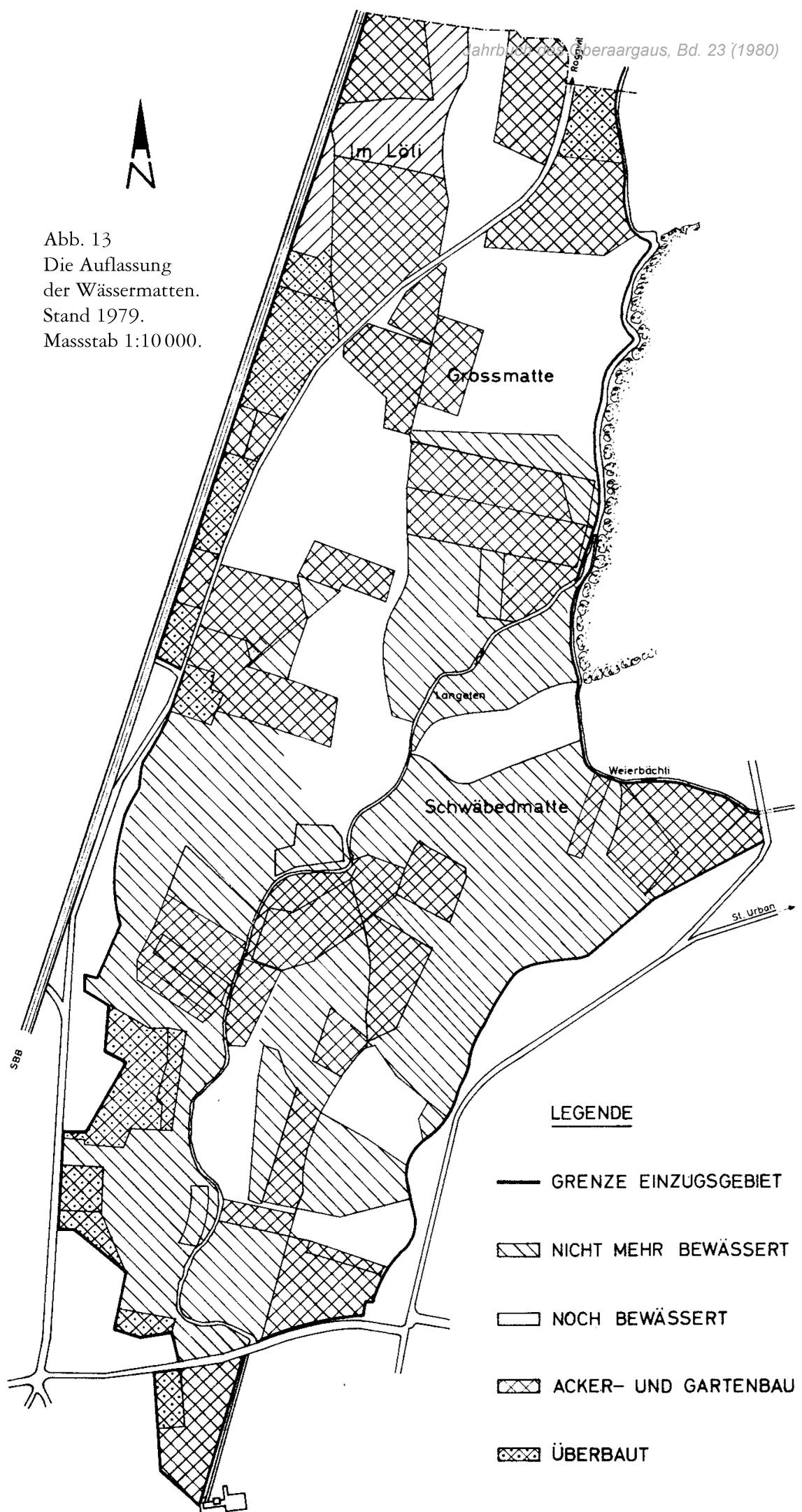


Abb. 12
Die Auflösung
der Wässermatten.
Stand 1974.
Massstab 1:10 000.





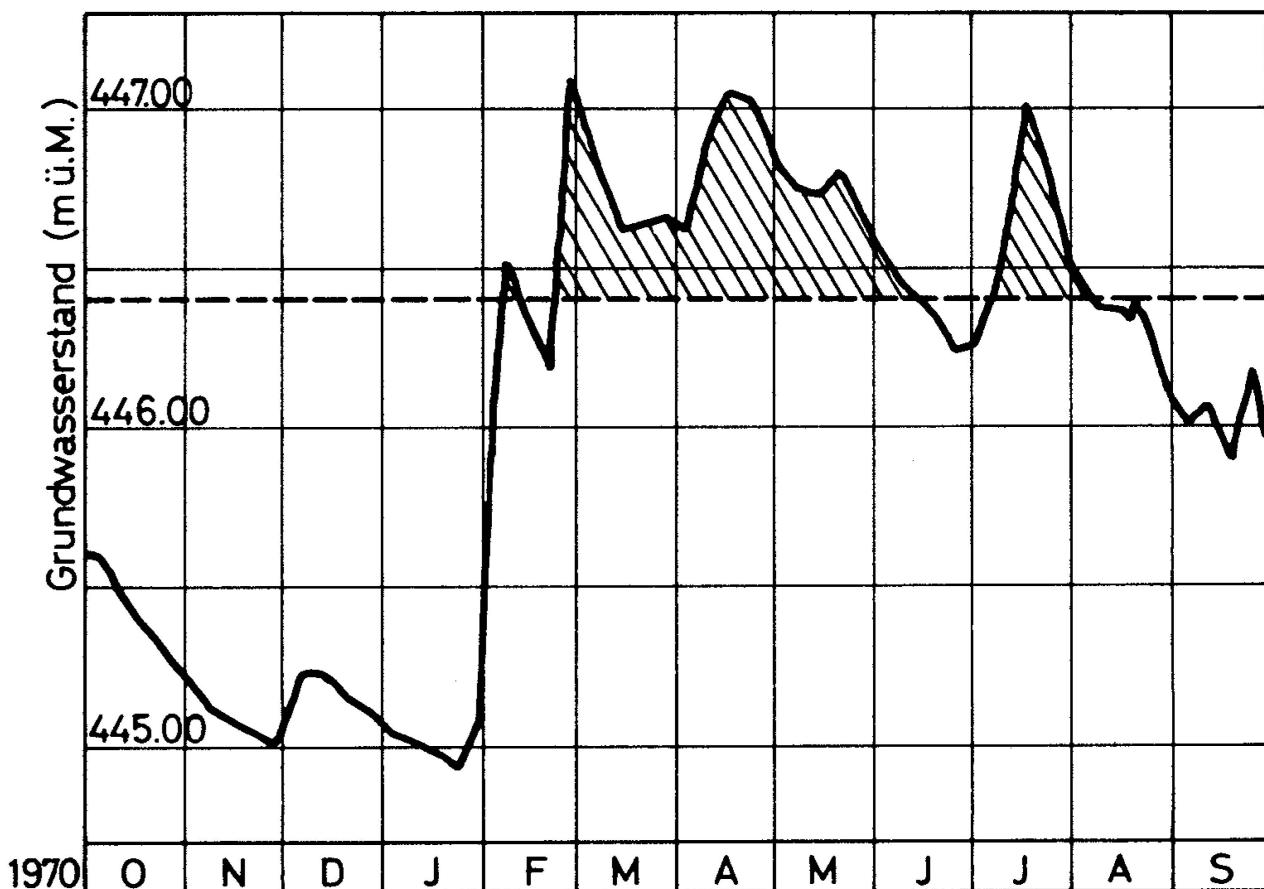


Abb. 14. Vom Quellbach zum Sickerbach. Zeitweilige Umkehr der Quellbachfunktion des Brunnbaches in die eines Sickerlaufes infolge Grundwasserabsenkung.

— Niveau Bachsohle, schraffiert: Phasen von Grundwasserabfluss im Brunnbach.

Zusammenfassend können wir also feststellen, dass eine deutliche Entwicklung in Richtung Auflassung des alten Wiesenbewässerungssystems besteht.

Folgen der Nutzungsänderungen

Die Änderung eines so bedeutenden hydrologischen Elementes wie der Wiesenbewässerung kann nicht ohne Folgen bleiben. Es sei nochmals festgehalten, dass ein Tag Bewässerung mehreren Jahresniederschlägen an Versickerung, d.h. an Grundwasserspeisung, entspricht.

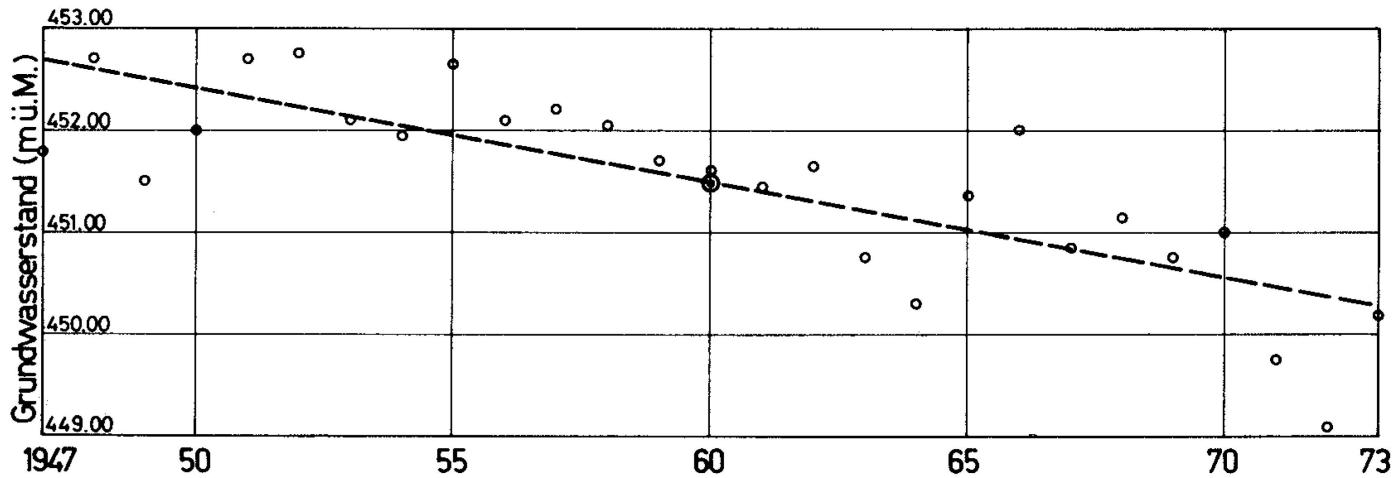


Abb. 15. Grundwasserstand und Trend 1947–1973 in der Fassung Hard (G 270)

- mildere jährliche Grundwasserstände
- mittlerer Grundwasserstand 1947–1973
- Trendlinie der durchschnittlichen Absenkung

Die Folgen dieser Nutzungsänderung im Grundwasser können denn auch deutlich verfolgt werden. Ein schönes Beispiel dafür ist der Wasserspiegel des Mumenthalerweihers. Während dieser vor zwanzig Jahren noch gefüllt war und damit eine grosse Wasserfläche aufwies, liegt der Wasserspiegel heute rund 1,5 m tiefer, der Weiher ist stark verlandet.

Eine zweite, von blossem Auge im Gelände sichtbare Erscheinung ist das Abgehen von Quellen und das Austrocknen von Quellbächen. Der frühere Brunnbach, der wie der Name sagt, von Quellen gespiesen wird, ist in den letzten Jahren ausgetrocknet und somit vom Quellbach zum «Sickerbach» geworden.

Die Verfolgung des Grundwasserspiegels im Grundwasserpumpwerk Hard von Langenthal von 1947–1973 zeigt bei grösseren jährlichen Variationen einen eindeutigen Trend nach unten. Die Spiegelabsenkung beträgt hier rund 2 m.

Dieser Trend lässt sich ganz generell für alle Quellergüsse und Grundwasserspiegel im untersten Teileinzugsgebiet verfolgen. Der Grund kann nur im zunehmenden Verbrauch und/oder in fehlender Speisung liegen. Der Verbrauch ist zwar angestiegen, doch niemals in dem Masse, der eine solche Spiegelabsenkung begründen könnte. Der Niederschlag zeigt über die gleichen Jahre hinweg zwar auch grössere jährliche Variationen von $\pm 30\%$, wie

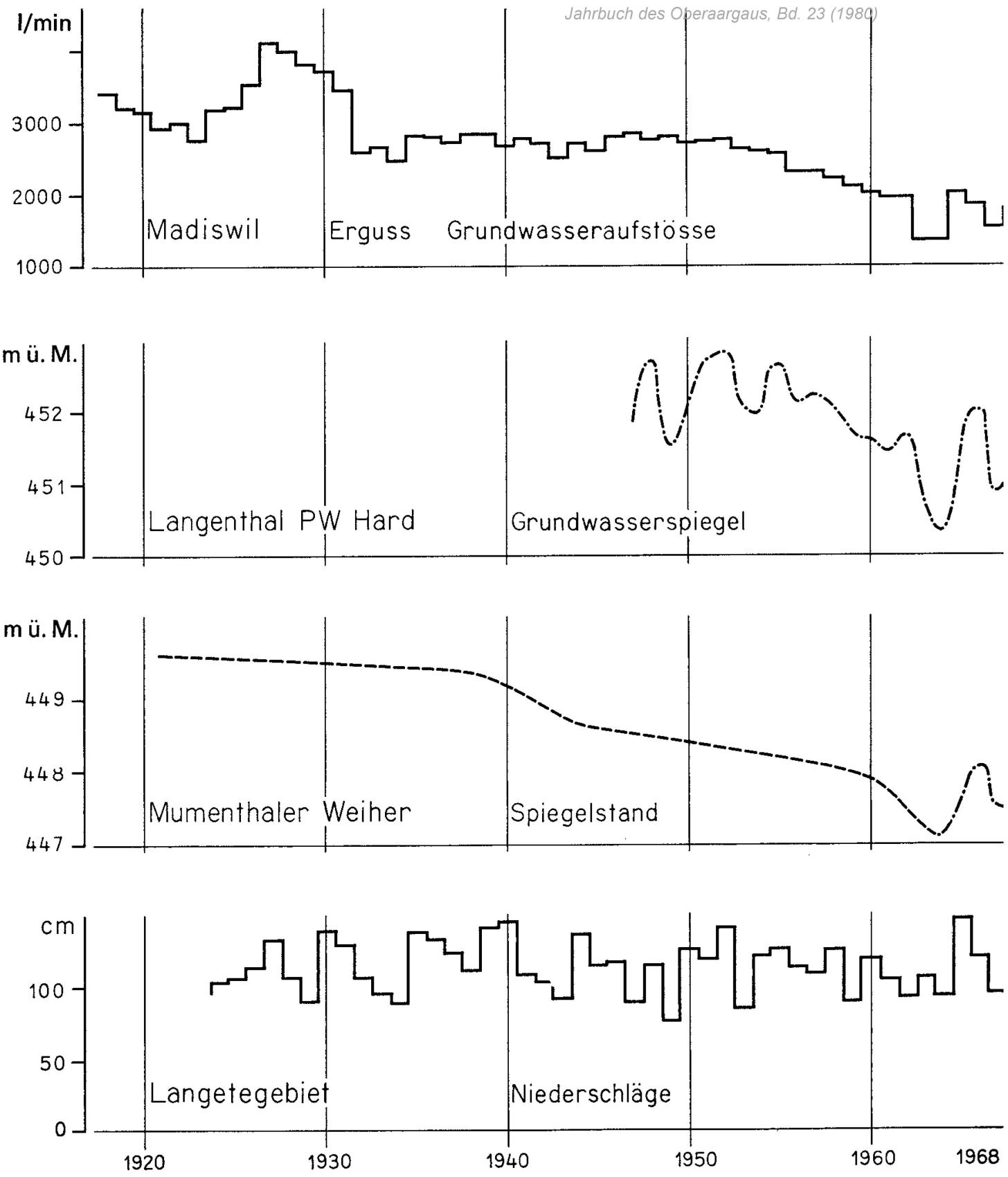


Abb. 16. Grundwasserstände und Niederschlag seit 1920. Absenkung des Grundwasserspiegels bei gleichbleibenden Niederschlagsmengen. Aus Binggeli 1974.

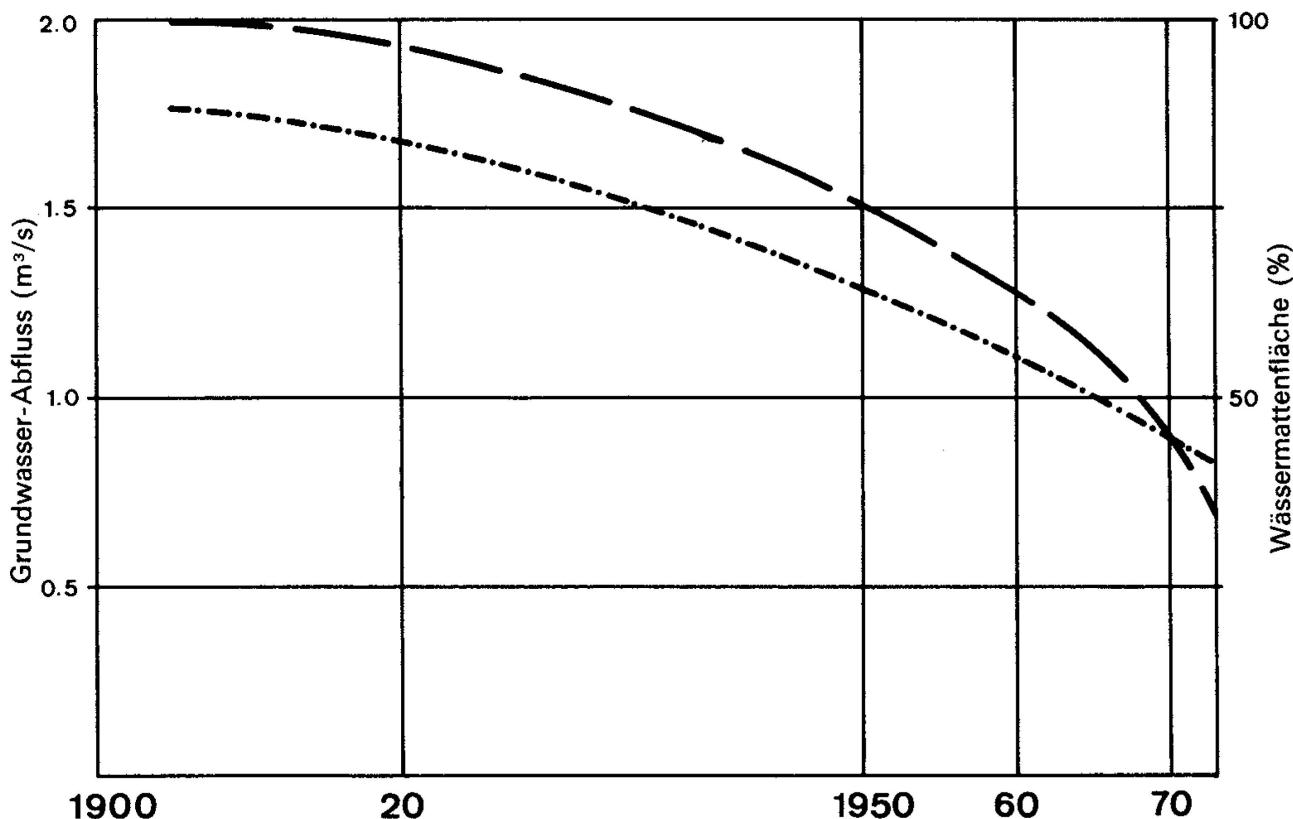


Abb. 17. Beziehung zwischen Grundwasserabfluss (strichpunktiert) und abnehmender Wässermattenfläche (gestrichelt) im Zeitraum 1900–1970.

wir das aus dem Mittelland kennen. Irgendein Trend ist aber nicht erkennbar, im langjährigen Mittel sind die Niederschlagsmengen gleich.

Der Grund dieser sinkenden Grundwasserspiegel muss damit hauptsächlich in der Auflösung des Wiesenbewässerungssystems gesucht werden. Wenn wir die Entwicklung dieser Auflösung der Entwicklung des Grundwassers gegenüberstellen, können wir seit Beginn des Jahrhunderts eine weitgehend parallele Entwicklung feststellen. Kurz nach der Jahrhundertwende betrug der Flächenanteil an Wässermatten rund 100%. 1916 beträgt die Größenordnung des Grundwasserabflusses rund $1,7 \text{ m}^3/\text{sek}$. Die neusten Zahlen Ende 1973 lauten auf rund 30% Wässermattenfläche und noch rund $0,9 \text{ m}^3/\text{sek}$ Grundwasserabfluss.

Selbstverständlich sind auch andere Einflüsse mitbeteiligt: eine zunehmende Versiegelung der Landschaft hat in der Untersuchungsperiode zu einer Verminderung der natürlichen Grundwasserspeicherung von 3 bis 4 mm pro Jahr geführt. Dazu kommt der zunehmende Wasserbedarf des

Menschen, der auf 6 bis 7 mm veranschlagt werden kann. Wenn wir nun diese rund 10 mm pro Jahr verminderter natürlicher Grundwasserspeisung vergleichen mit der Grössenordnung der Infiltration aus dem Wiesenbewässerungssystem von 707 mm pro Jahr, sehen wir, dass es eine ganz andere Grössenordnung ist und dass die übrigen Einflüsse nur rund 1 bis 2% der Infiltrationsgrösse betragen. Die Wiesenbewässerung ist daher das dominante hydrologische Hauptelement im untersten Langetal.

*Tabelle: 3: Anteile an der Grundwasserspeisung
im untersten Teileinzugsgebiet der Langete*

Niederschläge und unterirdische Zuflüsse	40%
Direkte Infiltrationen aus dem Bachbett	3%
Hochwasserversickerung	7%
Bewässerungs-Infiltrationen	50%
	100%

Prognosen für die Zukunft

In den vergangenen Kapiteln haben wir die Grundlagen für eine Prognose zusammengestellt. Wir können davon ausgehen, dass das Grundwasser die Trinkwasserreserve für die Region darstellt. Es ist eine regenerierbare Reserve, die über die Kausalkette Langete → Wässermatten → Grundwasser → Wasserversorgung zusammengehängt ist.

Wenn wir nun die Grössen der einzelnen Grundwasserspeisungen quantifizieren, sehen wir, dass die Niederschläge und die unterirdischen Zuflüsse rund 40% des Grundwasserdargebotes betragen, die direkten Infiltrationen aus der Langete 3%, die Hochwasserversickerungen 7% und die Versickerungen über die halbnatürliche Anreicherung über die Wässermatten 50%. Wir haben also vom Status quo auszugehen, dass rund die Hälfte des verfügbaren Trinkwassers im untersten Teileinzugsgebiet der Langeten aus dem Wiesenbewässerungssystem stammt.

Unter der Bedingung, dass die heutige Bewässerungsfläche bleibt, muss trotzdem eine Fehlwassermenge für die Zukunft in Aussicht gestellt werden.

Dies deshalb, weil die Trends für den Bedarf und für das Angebot gegenläufig sind. Der Bedarf wird weiterhin steigen, das Angebot im besten Falle gleichbleiben, aber wahrscheinlich doch weiterhin noch etwas zurückgehen.

Dazu kommt im gegenwärtigen Zeitpunkt ein politisches Moment. Die Langetenkorrektion birgt die reale Gefahr in sich, dass das Wässermatten-system vollständig aufgelassen wird. Wenn die Hochwassergefahr endgültig gebannt ist, wird der Landwirt die letzten Naturwiesen, damit auch die letzten Bewässerungsflächen, in die Fruchtfolge nehmen und umbrechen. Die Milchkontingentierung hat diese Entwicklung noch gefördert.

Wir können somit die Prognose stellen, dass in diesem Falle die Wasserversorgung zusammenbrechen wird, weil eine Reduktion des Grundwasserdargebotes um 50% bereits heute weit unter der Bedarfsgrösse liegt.

Dazu kommt ein Gesichtspunkt, von dem wir bis jetzt noch nicht gesprochen haben, nämlich die Wasserbeschaffenheit, d.h. letztlich die Qualität des Trinkwassers. Untersuchungen haben gezeigt, dass überall dort, wo die Wiesenbewässerung eingestellt wird, wo damit von einer extensiven Landwirtschaft zu einer intensiven Bewirtschaftung des Landes hinübergewechselt wird, sich die Grundwasserbeschaffenheit merklich verschlechtert. Wir müssen auch hier die Prognose stellen, dass sich nach vollständiger Auflassung des Wiesenbewässerungssystems im Langetental eine deutliche Verschlechterung der Wasserqualität ergeben wird.

Lösungsmöglichkeiten

Wenn wir in dieser Situation nach Lösungsmöglichkeiten suchen wollen, müssen wir vom tatsächlichen Ausgangspunkt ausgehen, nämlich dem, dass ein enger Zusammenhang besteht zwischen der Langetenkorrektion, dem Wiesenbewässerungssystem und der Wasserversorgung. Und wir müssen davon ausgehen, dass die Wässermatten das Hauptelement im hydrologischen Geschehen darstellen, bei dessen Ausfall es zur Störung des Gleichgewichts kommt.

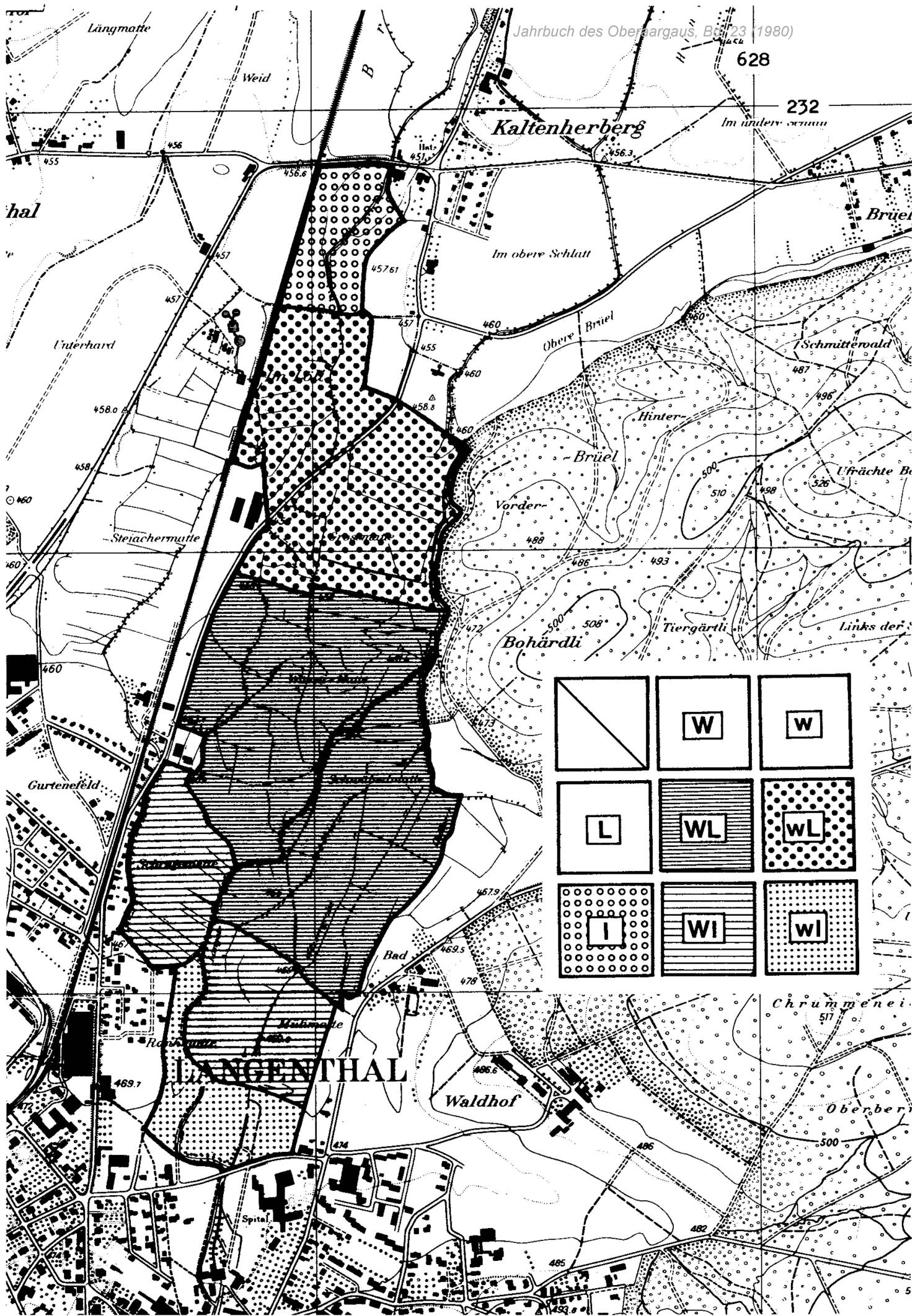
In den letzten Jahren sind verschiedene Korrektionsvorschläge für die Lanete gemacht worden. Eine erste Variante war technologischer Natur. Hier sollte eine Lösung des brennendsten Problems angegangen werden, nämlich die Bannung der Hochwassergefahr, d.h. die Korrektion des Lantengerinnes.

Dieser Lösung haben wir eine zweite Variante, eine ökologisch-ganzheitliche Variante, gegenübergestellt: ganzheitlich heisst hier eine Lösung unter Berücksichtigung der obengenannten natürlichen Zusammenhänge. Die wesentlichen Stützpfeiler dieser Variante sind erstens die Beibehaltung der Infiltrationsflächen der Wässermatten und zweitens die Lösung der Hochwasserfrage mittels Retentionsbecken.

Tabelle 4: Die Summierung von Extensivnutzungen ergibt eine Intensivnutzung

$N_{e1} + N_{e2} + N_{e3} = N_i$
N_{e1} = extensive landwirtschaftliche Nutzung als Dauergrünland (Naturwiese)
N_{e2} = extensive wasserwirtschaftliche Nutzung in Form der «Halbnatürlichen Grundwasseranreicherung» mittels Wässermatten
N_{e3} = extensive Erholungsnutzung als Naherholungsgebiet (naturnahe Landschaft, Wild, Spazier- und Wanderwege, Bänke)
N_i = Intensivnutzung durch aufsummierte Extensivnutzung

Wir sind noch etwas weitergegangen und haben neben den hydrologischen Problemen auch die Seite des Landschaftsschutzes und die Erholungsnutzung in die Lösung mit einbezogen. Dabei sind wir von dem theoretischen Ansatz ausgegangen, dass die Summe von Extensivnutzungen eines bestimmten Perimeters eine Intensivnutzung ergeben (Tab. 4). Konkret heisst das erstens eine extensive landwirtschaftliche Nutzung + zweitens eine extensive wasserwirtschaftliche Nutzung und schliesslich + drittens eine extensive Naherholungsnutzung. Es versteht sich von selbst, dass innerhalb dieser Nutzungsarten ein Lastenausgleich stattzufinden hat. Dazu haben wir versucht, über eine Raumgliederung sogenannte Kerngebiete auszuscheiden, für die dann ein spezifischer Schutz postuliert wird. Es sind dies einmal nach hydrologisch-quantitativen Kriterien der Grundwasserspeisung die wasserwirtschaftlichen Kerngebiete, und es sind dazu die sogenannten landschaftlichen Kerngebiete. Hier haben wir die Hecken als dominantes Landschaftselement erkannt, die Heckendichte als Kriterium herangezogen, und so sind



wir zu verschiedenen Stufen der Schutzwürdigkeit gekommen. Durch eine Kombination der beiden Elemente lassen sich Kerngebiete erster, zweiter und dritter Ordnung ausscheiden, die mit einem entsprechenden Schutz belegt werden sollen. Das sind einmal die Kerngebiete erster Ordnung mit wasserwirtschaftlicher und landschaftlicher Schutzwürdigkeit ersten Grades. Hier soll das Wässermattensystem beibehalten werden und die Bewässerung weitergeführt werden zwecks Speisung des Grundwassers. Der Flächenbedarf für diese Kerngebiete zur Sicherstellung der Wasserversorgung liegt zwischen 50 und 100 ha.

Die nur wasserwirtschaftlich bedingten Kerngebiete fallen in die gleiche Kategorie, da bei Aufrechterhaltung der Wiesenbewässerung weitere Eingriffe in die Landschaft nicht vorgenommen werden können.

Bei den nur vom Landschaftsschutz her begründeten Kerngebieten soll die Dauergrünlandbewirtschaftung beibehalten werden, ebenso müssen die Feldgehölze und Hecken entlang den alten Bewässerungsgräben bestehen bleiben. Die Bewässerung selbst ist aber nicht mehr zwingend vorgesehen. Der Landwirt hat hier somit die Möglichkeit, die Naturwiese in Form einer Dauer-Kunstwiese zu bewirtschaften.

Wir müssen in diesem Zusammenhang auf ein echtes Problem aufmerksam machen. Während Dienstbarkeiten normalerweise einer Duldung entsprechen und dafür auch noch Entgelt von der Öffentlichkeit oder allgemein vom Nutzniesser bezahlt werden muss, handelt es sich im vorliegenden Fall nicht nur um die Duldung, sondern um die Pflicht zu einer bestimmten Nutzungsart, auch die Pflicht zur Bewässerung. Dieser juristische Punkt ist noch nicht geklärt, es muss wahrscheinlich dafür eine neuartige Lösung gefunden werden.

Wir stehen im Langetental vor der Tatsache, dass hier noch rechtzeitig die Zusammenhänge erkannt worden sind, dass ebenso verschiedene Lösungsmöglichkeiten vorliegen, von denen die hier gezeigte ganzheitliche Lösung verschiedene Aspekte der Umwelt mitberücksichtigt. Wir können aber nicht

Abb. 18. Synthetische Karte der Schutzgebiete verschiedener Prioritäten. Ausscheidungskriterien sind die Grundwasserwirksamkeit der Bewässerung (Wasser) und der Erhaltungszustand der Landschaft in bezug auf die Wiesenbewässerung (Landschaftsbild).

W = 1. Priorität «Wasser»

L = 1. Priorität «Landschaftsbild»

w = 2. Priorität «Wasser»

l = 2. Priorität «Landschaftsbild»

daran vorbeisehen, dass solche ungewohnten Lösungswege selbst bei den Fachleuten auf Widerstand stossen, weil das Begehen neuer Pfade offenbar nicht jedermanns Sache ist.

Der ganze Problemkreis geht gegenwärtig in die politische Entscheidungsphase. Es wird für alle an der Planung interessierten Mitbürger von grossem Interesse sein, wie dieser Entscheid ausfällt.

Literatur

Binggeli V.: Hydrologische Studien im zentralen schweizerischen Alpenvorland, insbesondere dem Gebiet der Langete. 1974 (Beiträge zur Geologie der Schweiz – Hydrologie Nr. 22)

Leibundgut Ch.: Zum Wasserhaushalt des Oberaargaus und zur hydrologischen Bedeutung des landwirtschaftlichen Wiesenbewässerungssystems im Langetental. 1976 (Beiträge zur Geologie der Schweiz – Hydrologie Nr. 23)