

Zeitschrift:	Tugium : Jahrbuch des Staatsarchivs des Kantons Zug, des Amtes für Denkmalpflege und Archäologie, des Kantonalen Museums für Urgeschichte Zug und der Burg Zug
Herausgeber:	Regierungsrat des Kantons Zug
Band:	10 (1994)
Artikel:	Quartärgeologisch-bodenkundlicher Beitrag zur vorstädtischen Landschafts- und Siedlungsgeschichte im Gebiet der Altstadt von Zug
Autor:	Bühl, Herbert / Sticher, Hans
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-527420

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: 24.01.2026

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

Quartärgeologisch-bodenkundlicher Beitrag zur vorstädtischen Landschafts- und Siedlungsgeschichte im Gebiet der Altstadt von Zug

Herbert Bühl und Hans Sticher

1. Einleitung

Zwischen 1986 und 1993 haben wir im Auftrag der Kantonsarchäologie Zug 36 Ausgrabungen auf dem Gemeindegebiet von Zug bodenkundlich-geologisch begleitet.¹ Die Untersuchungsstellen lagen meistens innerhalb der mittelalterlichen Stadtmauer von Zug (Abb. 1). Im Vordergrund standen profilbezogene Fragestellungen:

- Abgrenzung des natürlich gewachsenen Bodenprofils von anthropogenen^{*2} aufgebrachten Schichten
- stratigraphischer* und pedologischer* Profilaufbau, Interpretation der Profilgenese (Geologie und Bodentypen*)
- Erkennen früherer Geländeoberflächen.

Bei der Lösung der Einzelprobleme wurden die Profile nicht nur im Feld angesprochen. Oft untersuchten wir auch Bodenproben im Labor.

Dieser Aufsatz fasst als quartärgeologisch-bodenkundlicher Beitrag zur vorstädtischen Siedlungs- und Landschaftsgeschichte die Ergebnisse einer Gesamtauswertung³ zusammen.

Die an Ausgrabungen der Kantonsarchäologie gebundenen Profiluntersuchungen konzentrieren sich in der Nachbarschaft Altstadt-Untergasse und Altstadt-Obergasse, am Fischmarkt, am Landsgemeindeplatz und bei der Neugasse. In den bergseitig angrenzenden Gebieten (z. B. in den Quartieren Dorf und Burg) ist die Dichte der Untersuchungsstellen relativ gering. Dieser Umstand bewog uns, auch Sondierbohrungen, die im Rahmen von früheren Baugrunduntersuchungen abgeteuft wurden, in die Auswertung einzubeziehen.⁴

Zusammen mit den eigenen Profiluntersuchungen und den Bohrprofilen erhielten wir im Untersuchungsgebiet 96

Stützpunkte mit geologischen, bodenkundlichen und archäologischen Profil- und Schichtinformationen. Die stützpunktbezogenen Daten und Interpretationen wurden räumlich ausgewertet.⁵

Das Ergebnis dieser Auswertung sind zwei thematische Karten (Kapitel 2.):

- Geologische Karte Zug-Altstadt (Abb. 3)
- Karte der fossilen Böden im Gebiet Zug-Altstadt (Abb. 4).

Die Profilinformationen, die geologische Karte und die Bodenkarte erlaubten es, Modelle für die geologische und pedologische* Entwicklungsgeschichte des Untersuchungsgebietes zu entwerfen (Kapitel 3.).

Die Daten der chemischen Analysen wurden teils profilbezogen beschreibend, teils schicht- und horizontbezogen statistisch ausgewertet. Einerseits wird die Variabilität der Gehalte von Kalk (CaCO_3), organischem Kohlenstoff (C-organisch) und Gesamtphosphat (PO_4^{3-} -total) an den Bodenbildungssubstraten dargestellt (Kapitel 4.1.). Andererseits werden typische Stoffverteilungen an ausgewählten Bodenprofilen diskutiert (Kapitel 4.2.). Daraus liessen sich bodenchemische Merkmale ableiten, die diagnostischen Wert aufweisen, um anthropogene Beeinflussungen von Böden erkennen zu können (Kapitel 4.3.). Einer dieser Indikatoren, die Gesamtphosphat-Konzentration, wurde für fossile Oberböden mit einer möglichen mittelalterlichen, anthropogenen Beeinflussung mittels Semivariogramm-Analysen bezüglich ihrer räumlichen Variabilität untersucht.

Schliesslich wurden bodenchemische Siedlungshinweise sowie die Funde prähistorischer Artefakte aus natürlich gewachsenen Bodenprofilen zu den Modellen der geologischen Entwicklung und Bodenbildung in Beziehung gebracht (Kapitel 5.), ausmündend in eine landschafts- und siedlungsgeschichtliche Synthese (Kapitel 6.).

Die angewandten Untersuchungsmethoden werden im Anhang erläutert.

2. Geologische Karte und Bodenkarte

2.1. Geologische Karte Zug-Altstadt

Auf der geologischen Karte Zug-Altstadt (Abb. 3) sind die natürlichen Ablagerungen dargestellt, die sich unter den im Untersuchungsgebiet allgegenwärtigen künstlichen Auffüllungen befinden. Überlagerungen von mehreren lithostratigraphischen* Einheiten innerhalb der obersten 5 m sind ausgewiesen.

Die Karte soll Auskunft darüber geben, wo im Untersuchungsgebiet welche natürlichen Ablagerungen unter den anthropogenen Schichten zu erwarten sind.⁶

¹ Verzeichnis der Untersuchungsberichte am Ende des Aufsatzes.

² Die geologischen und bodenkundlichen Begriffe mit einem * werden im Glossarium am Ende dieses Beitrages erläutert. Bodenhorizonte werden durch Buchstaben symbolisiert. Die im Text und in den Abbildungen verwendeten Symbole werden im Kästchen erläutert.

³ 1990 regte Dr. Rüdiger Rothkegel, wissenschaftlicher Mitarbeiter der Kantonsarchäologie Zug, eine zusammenfassende Auswertung aller bisherigen Einzeluntersuchungen an. Das Vorhaben sollte einerseits zur Klärung der vorstädtischen Landschafts- und Siedlungsentwicklung beitragen. Andererseits war erwünscht, den Mitarbeiter/innen der Kantonsarchäologie eine Arbeitshilfe für die weitere Ausgrabungstätigkeit im Bereich der Zuger Altstadt zu geben. Wir danken ihm und Dr. Stefan Hochuli für den Auftrag und für die Begleitung der Arbeit.

⁴ Die benötigten Bohrprofile durften wir freundlicherweise im Bohrarchiv der Dr. von Moos AG, Zürich, einsehen.

⁵ Die räumlichen Auswertungen erfolgten mit Hilfe des geographischen Informationssystems PC ARC/INFO®. Als Grundlage der Auswertungen wurde eine ortsbbezogene Profildatenbank und eine schicht- bzw. horizontbezogene Bodenprobendatenbank aufgebaut. Die Datenbanken sind miteinander verknüpfbar.

⁶ Eine detaillierte Beschreibung der lithostratigraphischen Einheiten als Dokumentation zur Karte ist als Arbeitshilfe für die zukünftige Ausgrabungstätigkeit konzipiert und wird hier nicht publiziert. Die Dokumentation liegt dem Bericht SH9102, Juni 1994, der Oekogeo AG, Schaffhausen, bei.



Abb. 1
Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes Zug-Altstadt. Eingezeichnet ist die Lage der bei 36 Ausgrabungsobjekten untersuchten 76 Bodenprofile.

Für den Entwurf der geologischen Karte wurden die profilbezogenen Informationen zur Lithologie* der Deckschicht und des Untergrundes verwendet, wobei die Deckschicht in eine obere und untere Deckschicht gegliedert sein kann. Die räumliche Verbreitung der Schichtkomplexe wird in der Karte flächenhaft dargestellt. Für die exakte Ziehung der Grenzstriche zwischen den Verbreitungsgebieten der verschiedenen Schichtkomplexe waren neben den Profilinformationen auch geomorphologische* Feldbefunde und in einigen Fällen der Informationsgehalt historischer Stiche und Pläne⁷ massgebend.

2.2. Bodenkarte Zug-Altstadt

Die Untersuchung von Bodenprofilen im Feld und der entnommenen Bodenproben im Labor erlaubt Rückschlüsse auf die standörtlich abgelaufenen und ablaufenden Verwitterungs- und Verlagerungsprozesse sowie der Humus-* und Gefügebildung.

Archäologisch bedeutsam ist, dass sich aus dem physikalischen und chemischen Zustand einzelner Bodenhorizonte und dem Erhaltungsgrad fossiler Bodenprofile* Hinweise auf frühere anthropogene Einflüsse gewinnen lassen. Beispielsweise ist es auf terrestrischen* Standorten möglich, ehemalige Geländeoberflächen zu identifizieren.⁸

Aufgrund diagnostischer Merkmale kann ein Profil einem Bodentyp zugewiesen werden. Die Bodenkarte Zug Altstadt (Abb. 4) informiert über die Verbreitung der Bodentypen. Sie gibt somit Auskunft über die räumlichen Unterschiede der Verwitterungsgeschichte der Erdoberfläche und der anderen bodenbildenden Prozesse. Für die Herstellung der Bodenkarte ist auch die geologische Karte eine der Grundlagen. Die auf der letzteren dargestellten lithostratigraphischen Einheiten weisen nicht nur auf stattgefundene Ablagerungs- und andere gesteinsbildende Prozesse hin, sondern charakterisieren auch das Ausgangsgestein der Bodenbildung.

Bodentypen mit ähnlichen Eigenschaften werden kartographisch zu Bodeneinheiten bzw. Kartiereinheiten zusammengefasst. Die Kartiereinheiten sind nach den vorkommenden Leitprofilen benannt. Neben dem Leitboden mit seinem Variationsbereich enthalten die Kartiereinheiten lokal auch Böden (Begleitprofile), die bodentypologisch mit dem Leitboden nicht verwandt sind. Ursache kann ein engräumiger Wechsel des Ausgangsgesteins der Bodenbildung sein, zum Beispiel die Existenz einer kleinen, einsedimentierten Bachrinne. In der Tabelle 1 sind die Kartiereinheiten mit allen zugehörigen Leit- und Begleitprofilen aufgeführt. Die räumliche Abgrenzung der Bodeneinheiten fällt häufig mit den geologischen Grenzen zusammen.

Die Beschreibung der Leitprofile der Kartiereinheiten in einer separaten, hier nicht wiedergegebenen Dokumen-

⁷ Meyer 1970 und Hoppe 1986.

⁸ Bühl, Sticher und Barmettler 1989.

* Die Dokumentation liegt dem Bericht SH9102, Juni 1994, der Oeko-geo AG, Schaffhausen, bei. Die in diesem Aufsatz verwendeten Begriffe für Profilbezeichnungen bzw. Bodentypen (z. B. Braunerde) werden im Glossarium erläutert. Die verwendeten Abkürzungen für die Benennung von Bodenhorizonten (z. B. Ah) werden im Kästchen auf Seite 145 erklärt.

Kartiereinheit	angetroffene fossile Leitprofile und Variationen	angetroffene fossile Begleitprofile
Braunerde	Braunerde	Kolluvium über Braunerde
Pararendzina	Pararendzina	Braunerde-Pararendzina
Kolluvium über Braunerde	Kolluvium über Braunerde Kolluvium über Gley-Braunerde Kolluvium über Auenbraunerde	Braunerde Gley-Braunerde Auenbraunerde Kolluvium über Gley-Pararendzina Brauner kalkhaltiger Auenboden
Kolluvium über Pararendzina-Gley	Kolluvium über Pararendzina-Gley Kolluvium über Gley-Pararendzina Kolluvium über Auengley	
Brauner kalkhaltiger Auenboden	Brauner kalkhaltiger Auenboden Brauner kalkhaltiger Auenboden über Pararendzina	Pararendzina Braunerde-Pararendzina (beide vorwiegend bei hochliegender Moränenoberfläche)
Polygenetische Lockersyrosem-Pararendzina-Gley-Böden	Polygenetische Lockersyrosem-Pararendzina-Gley-Böden	

Tab. 1
Kartiereinheiten, Leit- und Begleitprofile der Bodenkarte Zug-Altstadt.

tation⁹ soll das Ausgrabungspersonal bei der selbständigen Identifikation der Bodenprofile bei künftigen Ausgrabungen im Untersuchungsgebiet unterstützen. Im Kapitel 3 wird die räumlich differenziert verlaufene Bildung der oft seit dem Mittelalter künstlich überschütteten und somit heute fossilen Böden erläutert.

3. Geologisch-bodengenetisches Modell für das Gebiet Zug-Altstadt

3.1. Eiszeitliche Lockergesteine und Ältere Bachablagerungen

Der geologische Untergrund besteht im Untersuchungsgebiet ausschliesslich aus sogenannten Lockergesteinen. Beim ältesten angetroffenen Lockergesteinskomplex handelt es sich um würmeiszeitliche Grundmoräne* und um fluvioglaziale Ablagerungen* (vorwiegend Kiese* und Sande*). Sie sind in der kartographischen Flächendarstellung als Eiszeitliche Lockergesteine zusam-

mengefasst. Ihre Verbreitung kann meistens unschwer an den Reliefformen des Geländes abgelesen werden. Wir treffen sie oberflächennah im östlichen, bergseitigen Teil des Untersuchungsgebietes beim Kapuzinerkloster, im Quartier Dorf und beim Pulverturm an, wo sie oberflächlich zum Teil verrutscht sind.

Ein morphologisch kaum wahrnehmbarer, meist mit Älteren und Jüngeren Bachablagerungen überdeckter Ausläufer zieht etwa parallel der heutigen Ägeristrasse vom Quartier Dorf bis zum Kolinplatz hinunter. Die für die Projektierung des Casinobaus abgeteuften Sondierbohrungen wiesen dort auch in Seenähe auf hoch aufragende eiszeitlichen Lockergesteine hin, die allerdings von einer dünnen Schicht aus Älteren Bachablagerungen überschüttet waren.

Die Älteren Bachablagerungen sind Sedimente des Bohlbachs und Moosbaches¹⁰, die in einem zum See hin flach auslaufenden Schuttfächer abgelagert wurden. In

Seenähe bildet der sandig-kiesig-steinige* Bachschutt, der aus umgelagerten Eiszeitlichen Lockergesteinen zusammengesetzt ist, die Übergusschichten von schräg geschichteten, vorwiegend sandig-kiesigen Deltaablagerungen. Diese sedimentierten im See vor der Bachmündung. Die Untergrenze der Übergusschichten* konnte an zwei Profilstandorten anhand der Schichtdiskordanz* zu den Deltaablagerungen nachgewiesen werden. Sie liegt an der Untergasse 7 und 13 bei etwa 418 m ü. M. und scheint seewärts mit ca. 3–5° einzufallen. Bergwärts, an der Obergasse (Grabenstrasse 36), vermuten wir die Untergrenze der

¹⁰ Der Bohlbach erreicht die Stadt von Osten her. Er heisst im Stadtgebiet Burgbach. Er mündet beim Landgemeindeplatz in den See. Im untersten Laufabschnitt, westlich der Oswaldsgasse ist er eingedolt. Der Moosbach entspringt im Gebiet Lüssirain und ist heute im gesamten Siedlungsgebiet eingedolt. Sein früherer Lauf folgte der Ägeristrasse, und in seinem untersten Abschnitt hieß er Dorfbach. Im Gebiet des Kolinplatzes vereinigte er sich mit dem Bohlbach.

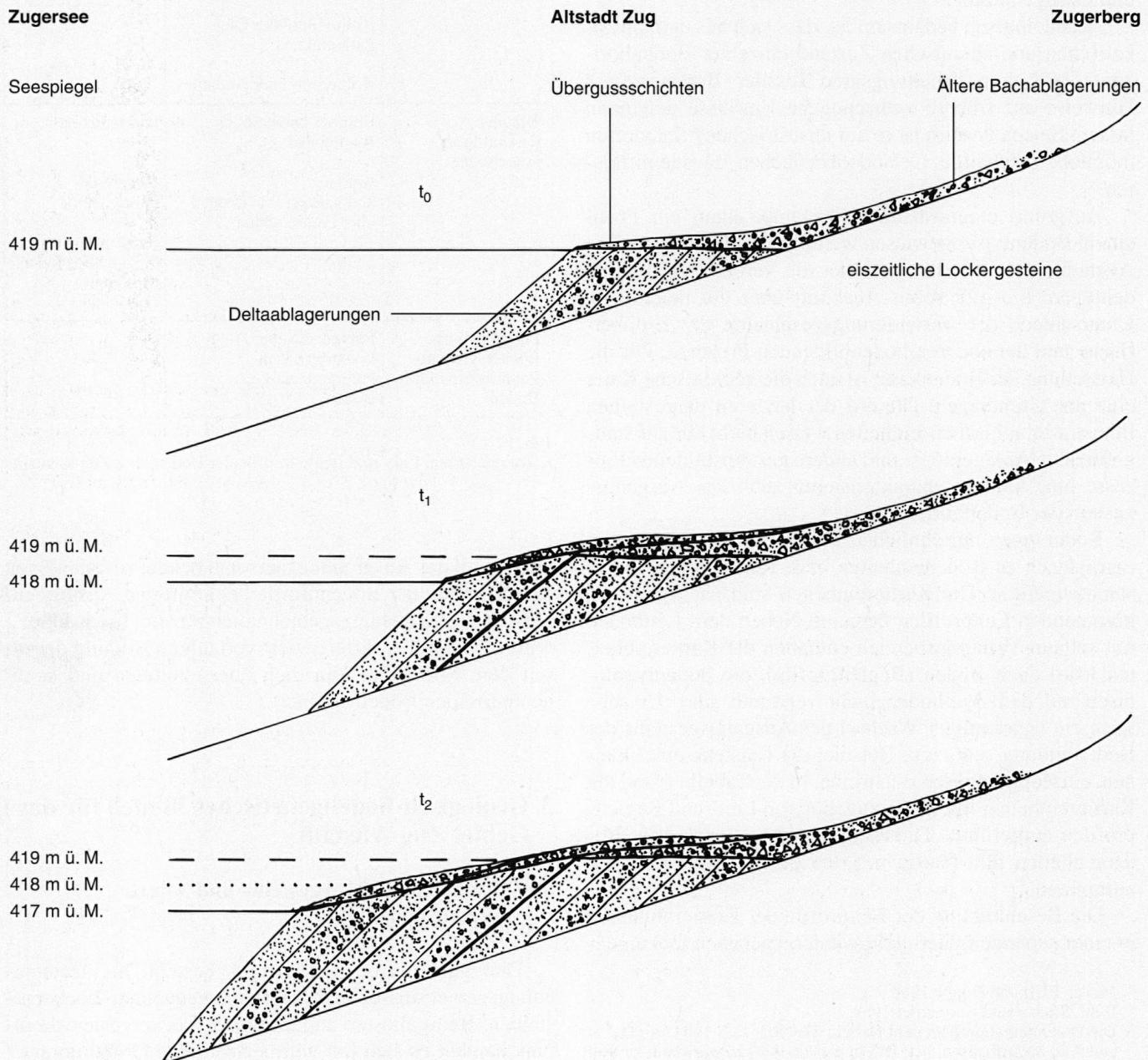


Abb. 2
Schematische Skizze zur Entstehung des Bohlbachdeltas. Das seewärtige Einfallen der Grenze zwischen den Deltaablagerungen und den Übergusschichten weist auf ein Absinken des Seespiegels zwischen den Zeitpunkten t_0 und t_2 hin.

Übergusschichten bei ca. 419 m ü. M., und an den Profilstandorten westlich der Untergasse (Untergasse 16 und 20) reichen die anhand ihrer charakteristischen Kornverteilung identifizierten Übergusschichten tiefer als 417 m ü. M. Dieser Befund deutet auf ein allmähliches Absinken des Zugerseespiegels auf unter 417 m ü. M. hin (Abb. 2).

Die ¹⁴C-Datierung an Pflanzenhäcksel aus einem Verlandungs sediment innerhalb der Übergusschichten an der Untergasse 16 weist auf ein mutmassliches Sedimentationsende der Übergusschichten im Endneolithikum bzw. am Übergang vom Älteren zum Jüngeren Atlantikum hin (Abb. 5).

Der Bachschuttfächer reicht wenige 100 m weiter nach Süden als die Grenze des Untersuchungsgebietes verläuft. Er ist der nördlichste von fünf Schuttfächern, die zwischen Trubikon und Zug dem Zugerberg vorgelagert sind und als sanfter Übergang zwischen den steilen Westhängen und dem See die Landschaft prägen. Im nördlichen Bereich des Untersuchungsgebietes, wird bereits der Deltaeinfluss der Lorze wahrnehmbar, indem Verzahnungen von feinkörnigen, gut sortiertem Lorzekies (Deltaablagerungen der Lorze) und den groben, schlecht sortierten Übergusschichten des Bohlbaches auftreten.¹¹

Gleichzeitig mit dem erwähnten Absinken des Seespiegels von 419 m ü. M. auf 417 m ü. M. dürfte sich das Bachbett auf dem Schuttfächer infolge einer leichten Eintiefung stabilisiert haben. Ein Hauptast des Bohlaches floss fortan nach Nordwesten über den Schuttfächer und mündete beim Landgemeindeplatz in den See. Die Argumente für diesen Bachlauf geben uns die unterschiedlich entwickelten Böden: Über den Eiszeitlichen Lockergesteinen und den Älteren Bachablagerungen bzw. den Übergusschichten treffen wir auf weiten Flächen stark verwitterte, ältere und entlang dem postulierten Bachlauf wenig verwitterte, jüngere Böden an. Die stark verwitterten Böden sind Braunerden* und Gley-Braunerden*. Kennzeichnend für Braunerden ist die Ausbildung eines kalkfreien Verwitterungshorizontes (Bv-Horizont) zwischen dem humosen* Oberboden (Ah-Horizont) und dem unverwitterten Muttergestein (C-Horizont). Die wenig verwitterten Böden sind Pararendzinen*, Gley-Pararendzinen* und Pararendzina-Gleye*, also Böden mit einem Ah-C-(Go)-Profil. Ausserhalb des Bachbettes und der Überschwemmungsbereiche konnten sich Braunerden ausbilden. Entlang dem Bachbett wurde dies durch die fluviale* Erosion verhindert.

3.2. Schwemmlehme

In Seenähe, wo der Bachschuttfächer flach ausläuft, werden die Älteren Bachablagerungen bzw. die Übergusschichten mit ihren verschieden alten Verwitterungsböden von auenlehmähnlichen Sedimenten überlagert. Wir interpretieren sie als Schwemmlehme* und bodentypologisch als Kolluvium*, entstanden bei Überschwemmungen des hochgehenden Bohlaches.

Die Mächtigkeit des Kolluviumprofils von oft mehr als 0,5 m bis über 1 m, der Verwitterungszustand und die

Erläuterungen zu den pedologischen Horizontbezeichnungen

Die Horizontbezeichnungen und Definitionen richten sich nach der bodenkundlichen Kartieranleitung der Arbeitsgruppe Bodenkunde der geologischen Landesämter und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland 1982. Die Horizonte werden durch Grossbuchstaben symbolisiert (Hauptsymbole). Zur Differenzierung von Horizontmerkmalen dienen Kleinbuchstaben (Merkmalsymbole). Vor die Hauptsymbole gestellt, charakterisieren sie geologische Merkmale. Nachgestellt kennzeichnen sie durch die Bodenbildung verursachte Merkmale. Übergangshorizonte oder Horizonte mit mehreren Merkmalen werden durch Kombinationen von Haupt- oder/und Merkmalsymbolen dargestellt, wobei das Übergewicht stets auf dem jeweils letzten Symbolteil liegt.

A	Mineralischer Oberbodenhorizont mit Akkumulation organischer Substanz und/oder Verarmung an mineralischer Substanz.
Ah	A-Horizont mit bis zu 15 Gew.-% akkumuliertem Humus, dessen Menge nach unten hin abnimmt.
Ai	A-Horizont mit geringer Akkumulation organischer Substanz und initialer Bodenbildung, charakterisiert durch lückige Entwicklung und geringe Mächtigkeit von weniger als 2 cm.
Y Ah	Ah-Horizont, angereichert mit künstlichen Ablagerungen.
M Ah	Übergangshorizont, Ah-Horizont aus M-Horizont hervorgehend. MAh humusreicher als Ausgangs-M-Horizont (siehe auch unter M-Horizont).
B	Mineralischer Unterbodenhorizont mit einer Änderung der Farbe und der stofflichen Zusammensetzung gegenüber dem Ausgangsgestein, enthält weniger als 75 Volumen-% Festgesteinresten.
Bv	B-Horizont, durch Verwitterung entkalkt, verbraunt und verlehmt (Tonbildung und/oder Lösungsrückstände).
G	Mineralbodenhorizont mit Grundwassereinfluss und bestimmten, durch die Schwankungen des Grundwasserspiegels verursachten Merkmalen.
Go	G-Horizont, oxidiert, Rostflecken und schichtartige Ausschlüsse von Eisen- und Manganhydroxiden, die verfestigt sein können, entstanden im Schwankungsbereich des Grundwasserspiegels.
Gr	G-Horizont, reduziert, nass an über 300 Tagen im Jahr, oft graue und blaugraue Farbtöne.
C	Mineralischer Untergrundhorizont, als Muttergestein, Ausgangsgestein oder Substrat bezeichnet.
Cv	C-Horizont, schwach verwittert, geringerer Carbonatgehalt als das frische Gestein, oberflächliche Verwitterungsänder bei Kieskomponenten.
Cc	C-Horizont, sekundär mit Carbonat angereichert, erkennbar z. B. an Sinterbildungen an der Unterseite von Gerölken.
Y Cv	Cv-Horizont, gebildet aus künstlichen Ablagerungen.
M	Mineralbodenhorizont, entstanden aus sedimentiertem, umgelagertem Material aus erodierten Verwitterungsböden, vor der Umlagerung durch die Bodenbildung verändert, humos. M von lateinisch migrare = wandern.
Y	Horizont aus künstlichen Ablagerungen.
r...	Überprägter (reliktischer) Horizont, z. B. r Go = ehemaliger Go. Die Go-Merkmale sind noch erhalten, obwohl der Horizont nicht mehr im Grundwasserschwankungsbereich liegt.
f...	Überschütteter, überdeckter Horizont, der im wesentlichen unter dem bioturbat beeinflussten Wurzelraum liegt, f von fossil.
II, III, ...	Zusatzzeichen bei geologischem Schichtwechsel für die Kennzeichnung der zweiten, dritten und der folgenden, tiefen Schichten, aus deren Material der darüber liegende Boden nicht entstanden ist.

¹¹ Vergleiche Schindler und Gyger 1987.



Abb. 3
Geologische Karte
Zug-Altstadt.
Massstab ca. 1:2000

Kartiereinheiten

- | | | | |
|---|--|---|---|
| | Eiszeitliche Lockergesteine | | See- und Strandablagerungen über Deltaablagerungen |
| | Ältere Bachablagerungen und Übergusschichten | | Schwemmlehme über Übergusschichten und Älteren Bachablagerungen |
| | Ältere Bachablagerungen über Eiszeitlichen Lockergesteinen | | Jüngere Bachablagerungen über Eiszeitlichen Lockergesteinen |
| | Junge Übergusschichten und Strandablagerungen über Deltaablagerungen | | Jüngere Bachablagerungen über Älteren Bachablagerungen und Übergusschichten |
| ● | dokumentiertes Vertikalprofil | | |

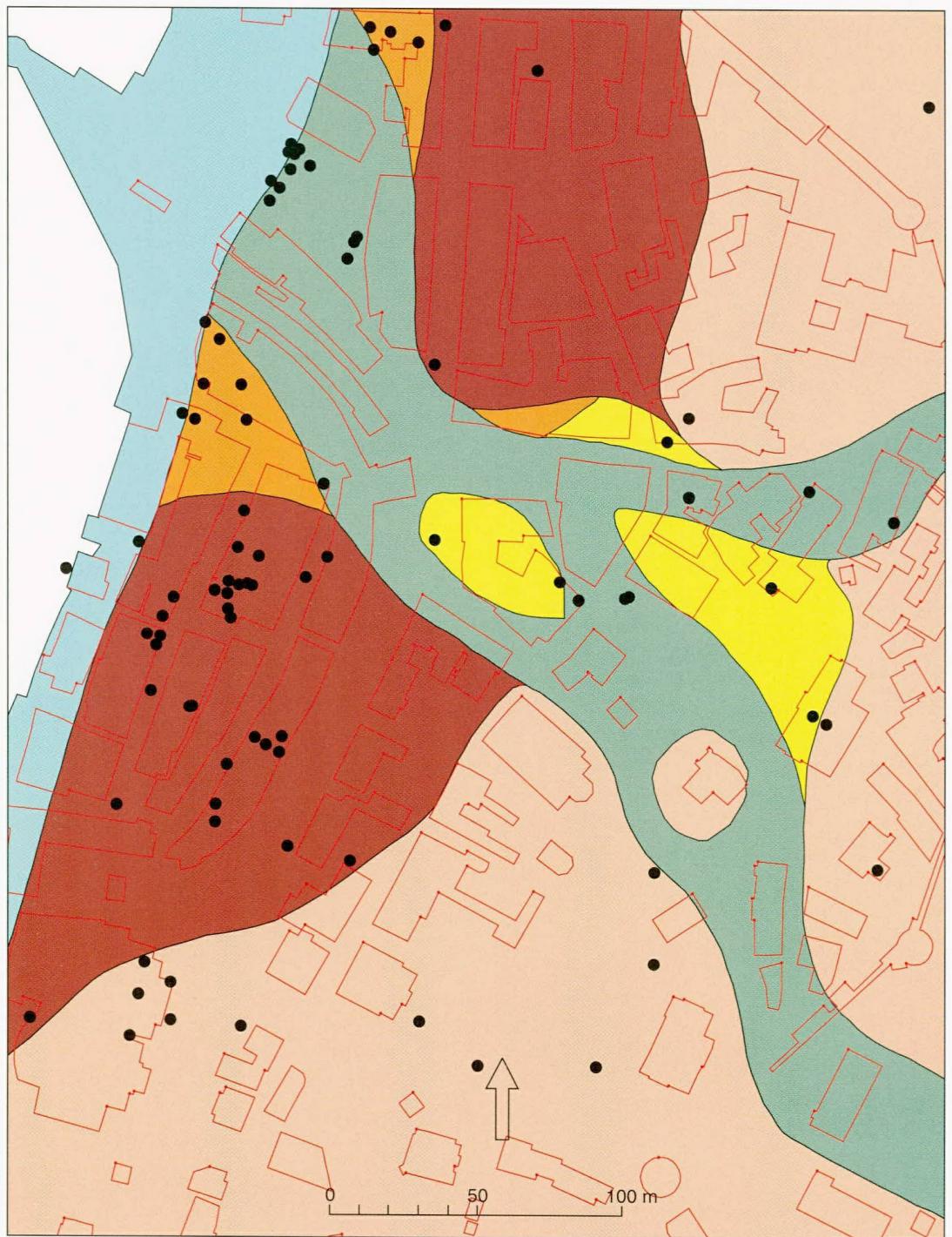


Abb. 4
Karte der fossilen Böden
im Gebiet Zug-Alstadt.
Massstab ca. 1:2000

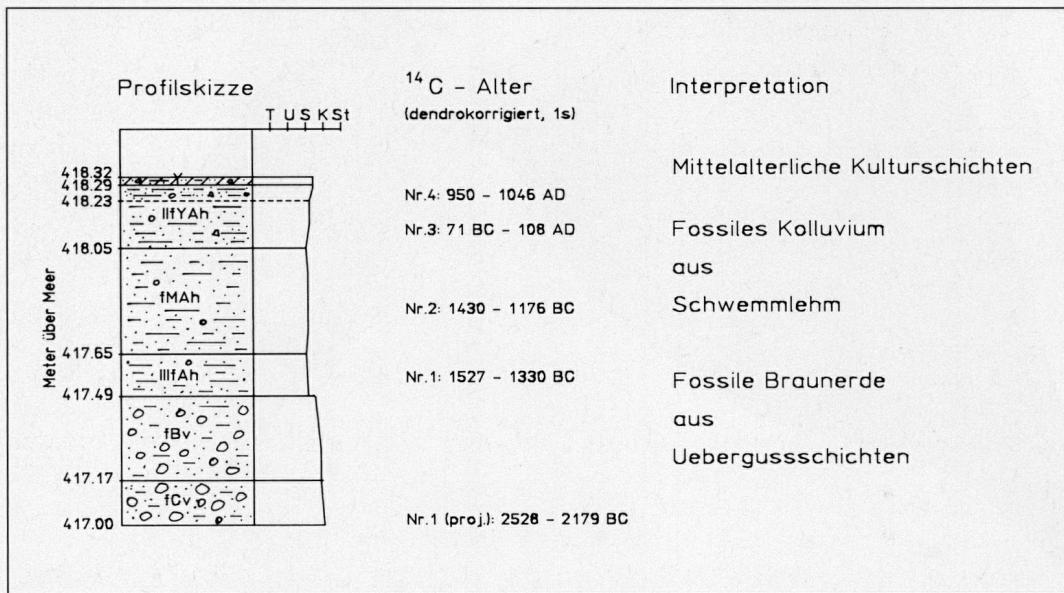
Kartiereinheiten/Bodentypen (Deutsche Systematik)

	Braunerde		Kolluvium über Pararendzina-Gley
	Kolluvium über Braunerde		Kalkhaltiger brauner Auenboden
	Pararendzina		Polygenetische Lockersyrosem – Pararendzina – Gley – Böden
●	dokumentiertes Vertikalprofil		

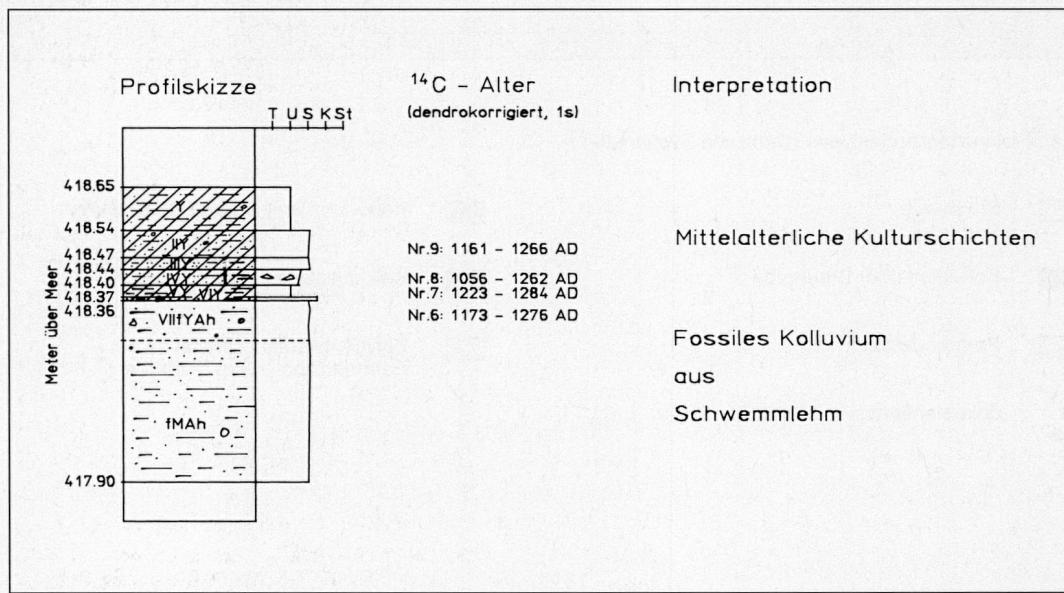
oberbodentypischen Merkmale deuten auf die Ablagerung eines bereits vorverwitterten Sedimentes und somit auf eine denudative* Erosion im Einzugsgebiet hin. Das Fehlen meist jeglicher sedimentärer Strukturen lässt eine langandauernde Periode der Profilaufhöhung mit einer Vielzahl einzelner Ablagerungereignisse vermuten. Allfällig ausgebildete sedimentäre Schichtstrukturen konnten durch die Aktivität der Bodenorganismen nahe der Geländeoberfläche verwischt werden. Einzig verfestigte Horizonte, z.B. die Brand- und Ascheschicht einer Feuerstelle an der Untergasse 11, blieben erhalten (Abb. 6).

Die ^{14}C -Altersdaten inkohlter* Pflanzenreste aus dem Kolluviumprofil an der Untergasse 16 stützen die Hypothese der allmählichen Profilaufhöhung (Abb. 5). Die gemessenen Alter werden von unten nach oben stetig jünger. Eckzeitpunkte für die Entwicklung des Kolluviumprofils sind die ^{14}C -Alter der Proben 1 (1527–1330 BC*) und 7

(1223–1284 AD*). Die Probe 1 stammt aus dem humosen Oberboden des Braunerdeprofils (IIIIfAh-Horizont) unterhalb des Kolluviums und markiert den frühest möglichen Beginn der Schwemmlahmsedimentation. Die Probe 7 wurde an Holzkohle aus der untersten mittelalterlichen Hüttenlehmschicht gemessen, die unmittelbar dem Kolluvium aufliegt. Die ^{14}C -Alter von inkohlten Pflanzenresten aus dem obersten Kolluviumhorizont waren 50–200 Jahre älter. Die Schwemmlahmsedimentation dauerte demnach von der späten Bronzezeit bis spätestens ins 11.–13. Jahrhundert n. Chr. Das römische ^{14}C -Alter der Probe 3, die ebenfalls aus dem obersten Horizont des Kolluviums stammt, weist darauf hin, dass die Schwemmlahme im wesentlichen aber vormittelalterliche Ablagerungen sein dürften. Die gemittelte Sedimentationsrate betrug weniger als 0,5–1 mm/Jahr. Von Zeitgenossen dürfte die Profilaufhöhung kaum wahrgenommen worden sein. Die Alters-



Profil-Nr. 89321 (Profil Süd-Nord bei 2.4N)



Profil-Nr. 89322 (Profil Nord bei 3.2 W)

Abb. 5
Untergasse 16 (Objekt 11-247-88). Bodenprofile¹², geologische Interpretationen und dendrokorrigierte ^{14}C -Alter an inkohlten Pflanzenresten und Holzkohle.



Abb. 6
Untergasse 11 (Objekt 11-301-88). Längsprofil bei 3.5N. Schichtabfolge: 1 Übergusschichten des Bohlbachdeltas, 2 unterer Schwemmlehm, 3 Brand- und Ascheschicht, 4 oberer Schwemmlehm, 5 mittelalterliche Kulturschichten.

befunde von der Untergasse 16 konnten am Fischmarkt 5 bestätigt werden.¹³

Die ¹⁴C-Altersdaten der inkohlten Pflanzenresten korrespondieren mit den archäologischen Befunden. Innerhalb des Kolluviums findet sich häufig hallstattzeitliche und selten bronzezeitliche Keramik (vgl. Kapitel 5.). Am Fischmarkt 5 wurde römische Keramik im obersten Kolluviumhorizont gefunden. Die Grabgrube einer alamanischen Körperbestattung, die wahrscheinlich im frühen 7. Jahrhundert stattfand, liegt innerhalb des Kolluviumprofilabschnittes. Die Grube ist unterhalb des obersten Kolluviumhorizontes erkennbar. Der oberste Kolluviumhorizont wird kaum nachträglich der Grabenfüllung abgelagert worden sein. Eher ist wahrscheinlich, dass das Grab von der Oberfläche des Kolluviums aus angelegt wurde und dass der Einschnitt im obersten Horizont durch die Bodenbildung verwischt wurde. In diesem Horizont sind im gesamten Verbreitungsgebiet des Kolluviums häufig anthropogene Störungen und bodenchemische Veränderungen des gewachsenen Bodens nachweisbar (siehe Kapitel 4.2. und 4.3.). Sie können meist der mittelalterlichen Besied-

lung während der vorstädtischen Phase zugeordnet werden.

3.3. Jüngere Bachablagerungen

Die Jüngeren Bachablagerungen dokumentieren die nachlassende Schleppkraft von Bohl- und Moosbach. Sie kommen im Untersuchungsgebiet als Rinnenfüllungen über den älteren Bachablagerungen oder über den eiszeitlichen Lockergesteinen vor. Sie bestehen aus oft schlecht sortiertem, lehmigem Kies mit Steinen und enthalten durch die fluviale Erosion freigelegte Blöcke* aus der Moräne. Sie sind in den höheren Schichten und gegen den See hin zunehmend humos und führen typischerweise mittelalterliche Ziegelreste, Knochen aber auch prähistorische Keramik. Die Artefakte sind z. T. angerundet.

Die verfüllten Rinnen können lokal kleine Querschnitte von wenigen Metern aufweisen, wie an der Untergasse 20 beobachtet. Zwischen der Burg und dem Landgemeindeplatz entsprechen die Jüngeren Bachablagerungen einer eigentlichen Wildbachbettverfüllung. Die Bettbreite schwankt zwischen 20 m und über 100 m. Weil die Jüngeren Bachablagerungen auch junge, mittelalterliche Artefakte führen, stützten wir uns bei der Konstruktion der Grenzlinien ihres Verbreitungsgebietes neben den Profildaten und den im Gelände noch heute sichtbaren geomorphologischen Hinweisen auch auf die Aussagen historischer Stiche und Stadtpläne.¹⁴ Als Bodentypen treffen wir im Bereich des ehemaligen Bachbettes, je nach Humus-

¹² Die in den Profilzeichnungen zur Darstellung der Kornverteilung verwendeten Abkürzungen bedeuten: T = Ton, U = Schluff, S = Sand, K = Kies, St = Steine.

¹³ Zu den Ergebnissen der archäologischen Ausgrabung am Fischmarkt 5 siehe Hochuli und Rothkegel 1993. Die geologisch-bodenkundlichen Resultate mit ¹⁴C-Datierungen an Pflanzenresten aus den Schwemmmlehmen finden sich im Bericht SH9202 vom April 1993 der Oekogeo AG, Schaffhausen.

¹⁴ Meyer 1970 und Hoppe 1986.

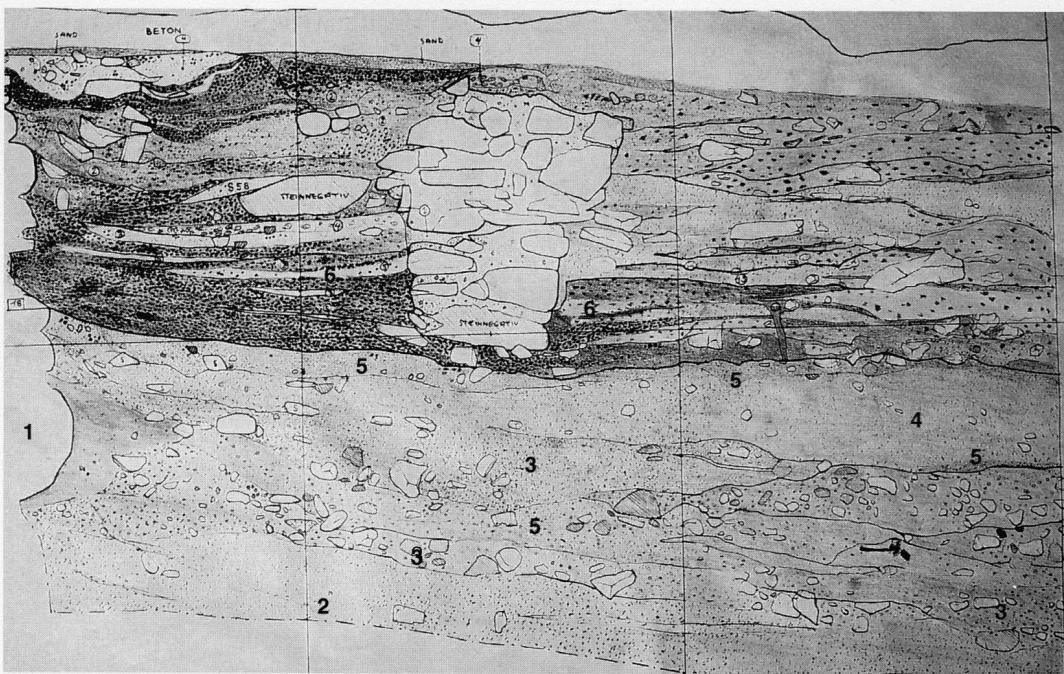


Abb. 7
Landsgemeindeplatz,
Schnitt Löwen
(Objekt 11-219-86).
Südprofil bei 10,5 N,
16 E - 19 E (Nr. 87041).
Siehe auch Abb. 17.

- 1 seeseitige Umfassungsmauer des Landsgemeindeplatzes
- 2 Deltaablagerungen des Bohlbaches
- 3 Junge Übergusschichten
- 4 anthropogene Strandablagerungen mit Sandsteinbearbeitungsabfällen
- 5 initiale Oberbodenhorizonte
- 6 anthropogene Strandablagerungen mit Holzkohle- und Ascheschichten

gehalt und der Vorverwitterung des Sedimentes, Braune kalkhaltige Auenböden an, die wegen des früher teilweise hohen Grundwasserspiegels Gley-Merkmale aufweisen können. Die Böden sind *in situ* nur wenig verwittert, wofür die stets kalkhaltige Feinerde ein Indikator ist.

3.4. See- und Strandablagerungen, Junge Übergusschichten und Strandablagerungen

Die dem heutigen Seeufer am nächsten gelegenen untersuchten Profile an der Seestrasse, am Landsgemeindeplatz und an der Untergasse sind limnisch* beeinflusst. Wir unterscheiden an den Profilen zwischen See- und Strandablagerungen sowie Jungen Übergusschichten und Strandablagerungen. Die See- und Strandablagerungen bestehen aus einem feinschichtigem Wechsel von seekreidehaltigen Schluffen* und Sanden mit sauberen Sanden. Die Seekreide belegt, dass es sich um ein warmzeitliches Sediment handelt. Es lagert seewärts an die Deltaablagerungen an und wurde an der Untergasse 20 sogar als dünne Lage über den Übergusschichten bis zur Kote 417,8 m ü. M. angetroffen, was einen entsprechenden vorübergehenden Seespiegelanstieg am Ende des Neolithikums belegt. Ihr Ablagerungsmilieu ist ruhiger als jenes der Jungen Übergusschichten und Strandablagerungen. Es ist nicht unmittelbar von der Einmündung des Bohlaches in den Zugersee beeinflusst.

Die Jungen Übergusschichten und Strandablagerungen gelangten im unmittelbaren Mündungsbereich des jungen Bohlaches, so am Westende des Landsgemeindeplatzes, zur Ablagerung. Wir treffen hier über den Deltaablagerungen des Bohlaches eine wechselhafte, horizontal geschichtete Serie aus jungen Übergusschichten und aus natürlichen und anthropogenen Strandablagerungen an (vergleiche Abb. 7):

- Sandige Kiese mit Steinen, die auch Holz, Knochen und gerollte Ziegelresten führen
- Sande, z. T. mit Schneckschalen, Holz (Schwemmgut) und Molassesandsteinschutt, den wir als Steinmetzabfall

interpretieren. Beim bearbeiteten Stein handelt es sich um Plattensandstein aus der Oberen Meeresmolasse.

Die Schichtgrenze zwischen den Deltaablagerungen im Liegenden* und der Serie der Jungen Übergusschichten und Strandablagerungen weist auf die Lage des Seespiegels bei 415 m ü. M. während der Ablagerung hin.

Das Sedimentationsalter der Jungen Übergusschichten und Strandablagerungen lässt sich aus den archäologischen Befunden der Grabungen auf dem Landsgemeindeplatz abschätzen: Die seeseitige Abschlussmauer des Landsgemeindeplatzes ist auf den Deltaablagerungen des Bohlaches fundiert worden. Die Baugrube der Mauer schneidet nur die untersten zwei Schichten der fraglichen Schichtserie (Abb. 7). Das heißt, das seeseitige Bauniveau der wahrscheinlich in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts erbauten Mauer¹⁵ liegt innerhalb der Jungen Übergusschichten und Strandablagerungen.

Im Verbreitungsbereich der Jungen Übergusschichten und Strandablagerungen konnten wir an den untersuchten, terrestrischen Bodenprofilen mehrere, meist nur initiale Bodenbildungen* feststellen. Hochwasserereignisse und der Mensch sorgten für die Unterbrüche der Bodenentwicklung. Heute stoßen wir hier auf fossile, polygenetische Lockersyrosem-Pararendzina-Gley-Böden* (Abb. 7 und 17).

4. Chemische Charakterisierung der Böden

4.1. Die Substrate* der Böden

Die folgenden Ausgangssedimente der Bodenbildung, d. h. Grundmoräne, Ältere Bachablagerungen, Schwem-

¹⁵ Altersangabe zum Bau der seeseitigen Landsgemeindeplatzmauer aus Tätigkeitsbericht der Kantonsarchäologie in Tugium 3, 1987, S. 56.

lehme und Jüngere Bachablagerungen, werden miteinander bezüglich Kalkgehalt, organischem Kohlenstoff und Gesamtphosphatgehalt verglichen (Abb. 8–10).

Die chemische Charakterisierung aller Horizonte fC, fCv, fGo der Grundmoräne und der Älteren Bachablagerungen weist diese als karbonatreiche Ausgangsgesteine der Bodenbildung aus. Der Grund für den tieferen Kalkgehalt der Grundmoräne, verglichen mit den Älteren Bachablagerungen, dürfte im grösseren Anteil der Tonfraktion* in der Grundmoräne zu finden sein. In beiden Ablagerungen kommt organischer Kohlenstoff nur in Spuren vor. Der Gesamtphosphatgehalt von 2–2,5 mg PO₄³⁻/g ist daher als geogen* zu betrachten.

Die Schwemmlehme und teilweise die Jüngeren Bachablagerungen sind vorverwitterte Bodenbildungssubstrate. Sie bestehen aus andernorts erodiertem Ober- und Unterbodenmaterial, das fluviatil umgelagert wurde. Sie wurden am Ablagerungsort erneut von der Bodenbildung erfasst, was wiederum den chemischen Bodenzustand veränderte. Die nachfolgende chemische Charakterisierung der Jüngeren Bachablagerungen und der Schwemmlehme umfasst alle Horizonte, mit Ausnahme der höchsten Oberboden-

horizonte, die unmittelbar von mittelalterlichen oder jüngeren künstlichen Ablagerungen überdeckt sind.

Die Schwemmlehme haben, verglichen mit den Jüngeren Bachablagerungen, ein eintöniges Erscheinungsbild (vgl. Kapitel 3.2. und 3.3.). Entsprechend sind sie chemisch viel enger umschrieben (Abb. 8–10) als letztere. Sie sind typischerweise entkalkt und mit etwa einem Gewichtsprozent organischen Kohlenstoffs schwach humos. Lediglich der Phosphatgehalt zeigt eine starke, kulturell verursachte Streuung (vergleiche Kapitel 4.3.).

4.2. Stoffverteilungen an ausgewählten Bodenprofilen

4.2.1. Kolluvium über Braunerde

Das im folgenden diskutierte Kolluvium-über-Braunerde-Profil Nr. 89321 von der Untergasse 16 entspricht dem häufig angetroffenen Leitprofil der gleichnamigen Kartiereinheit der Bodenkarte. Die identifizierte Horizontabfolge wird in Abb. 11 in einen pedogenetisch*-geologischen Zusammenhang gestellt.

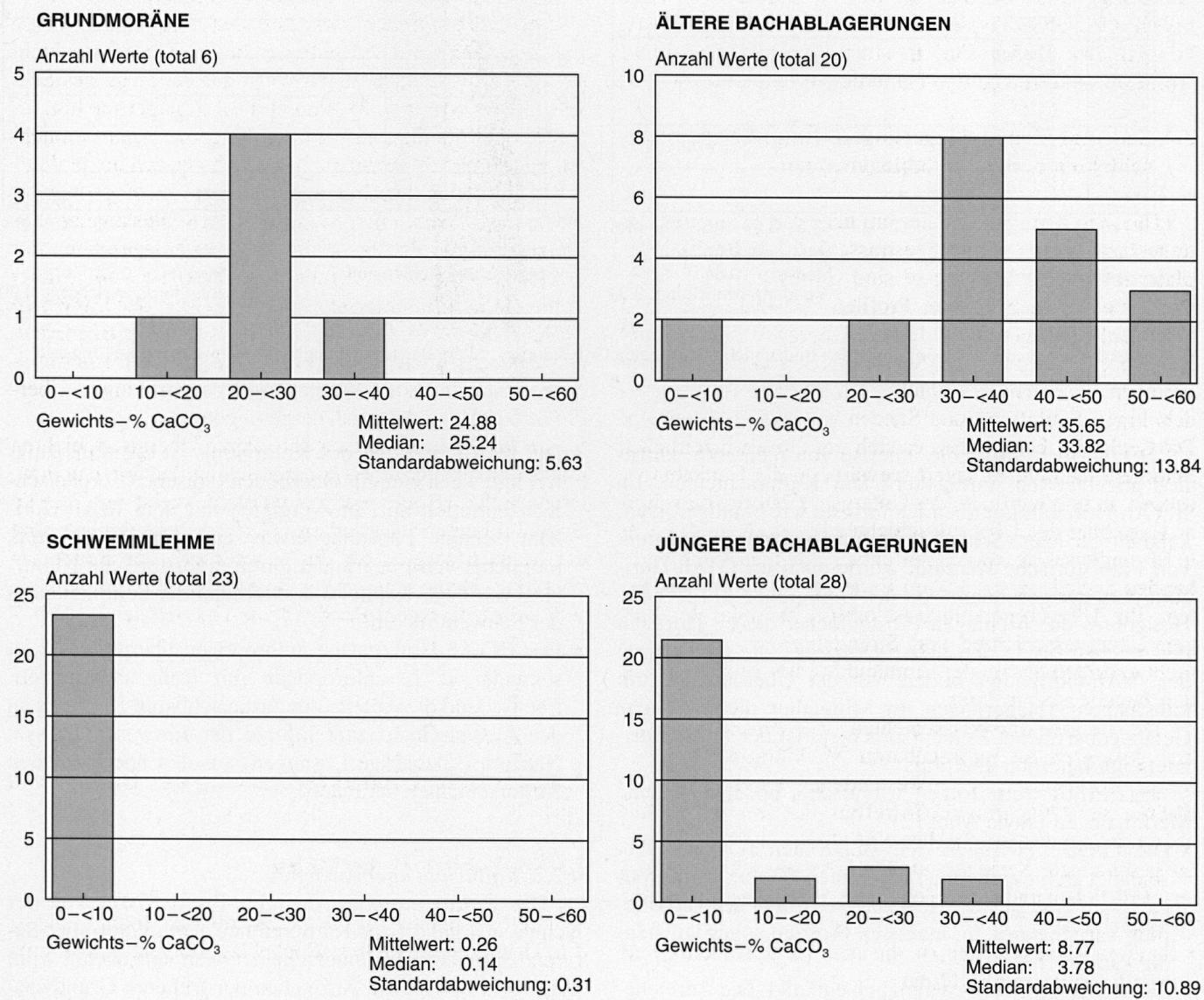
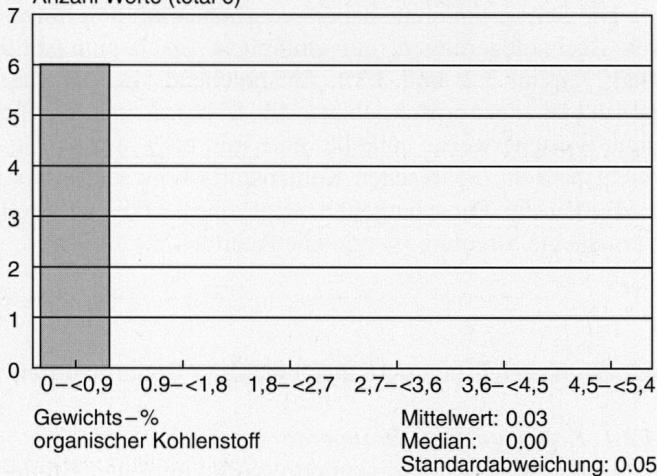


Abb. 8
Kalkgehalte (CaCO₃) der Bodenbildungssubstrate Grundmoräne, Ältere Bachablagerungen, Schwemmlehme und Jüngere Bachablagerungen.

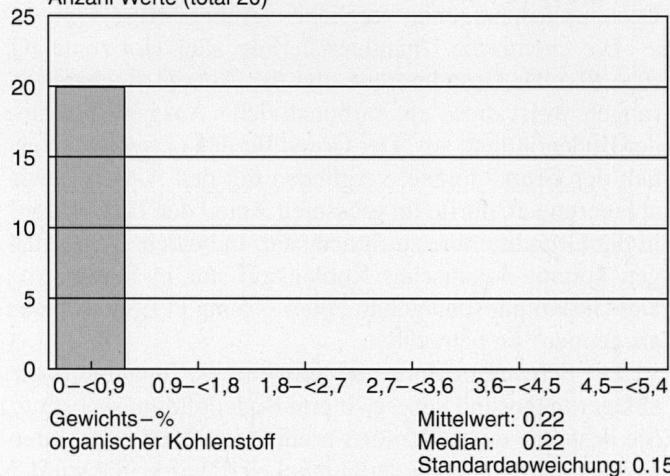
GRUNDMORÄNE

Anzahl Werte (total 6)



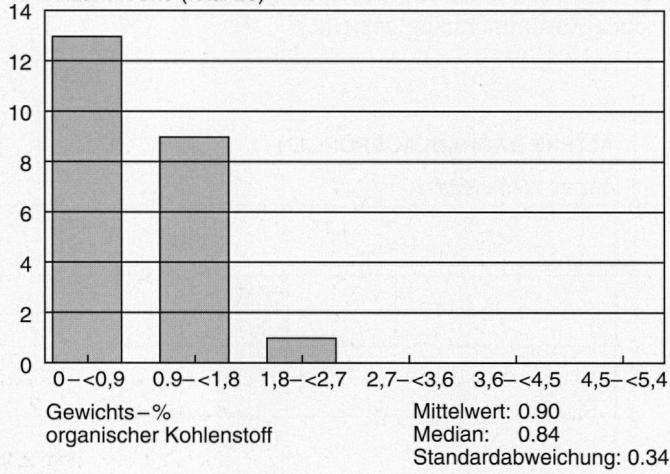
ÄLTERE BACHABLAGERUNGEN

Anzahl Werte (total 20)



SCHWEMMLEHME

Anzahl Werte (total 23)



JÜNGERE BACHABLAGERUNGEN

Anzahl Werte (total 28)

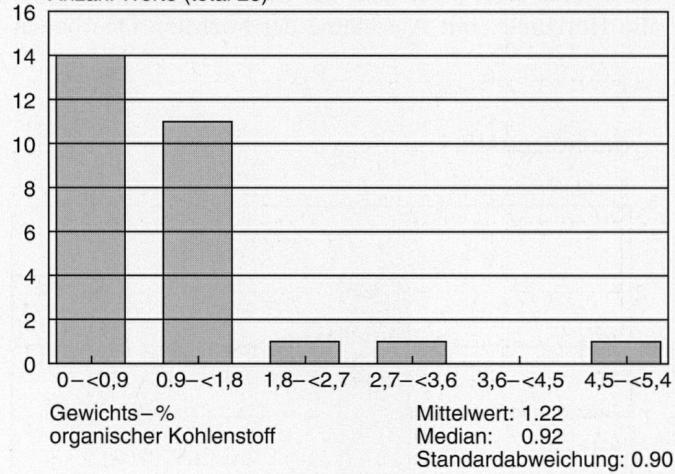


Abb. 9

Organischer Kohlenstoff (C-organisch) in den Bodenbildungsubstraten Grundmoräne, Ältere Bachablagerungen, Schwemmmlehme und Jüngere Bachablagerungen.

Der Y-Horizont ist die unterste von mehreren, künstlich abgelagerten, mittelalterlichen Kulturschichten. Im IIIfYAh-Horizont kommen Kulturreste wie brandgeröteter, kalkhaltiger Kies, Schlacken und prähistorische Keramik vor. Prähistorische Keramik wurde auch im fMAh-Horizont darunter gefunden. Von der Obergrenze des IIIfYAh-Horizontes durchschlagen Pfostenlöcher diesen Horizont und reichen bis in den fMAh-Horizont. Die Obergrenze des fYAh-Horizontes bildete vor der Überdeckung mit künstlichen Ablagerungen im Mittelalter die natürliche Geländeoberfläche. Dementsprechend ist der fYAh-Horizont mittelalterlich überprägt.

Das Profil weist folgende typische, bodenchemische Merkmale auf (siehe Abb. 12):

- Die Grenze zwischen den Horizonten fCv und fBv zeichnet sich durch einen markanten Sprung im Karbonatgehalt aus. Der Bv-Horizont ist infolge der Verwitterung karbonatarm, an manchen Profilen sogar vollständig karbonatfrei.
- Der IIIfAh-Horizont ist gänzlich entkalkt. Die Anreicherung mit Humus spiegelt sich im erhöhten Gehalt an organischem Kohlenstoff.

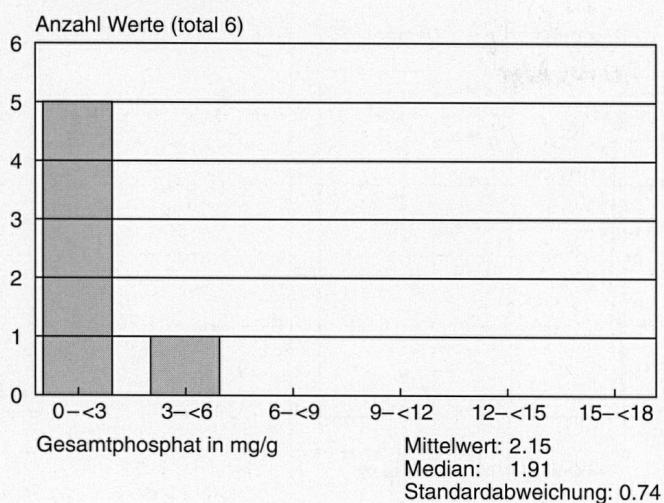
- Der fMAh-Horizont des Kolluviums ist ebenfalls kalkfrei und weist eine für Oberböden typische C-organisch-Konzentration auf. Im Vergleich mit dem IIIfAh-Horizont scheint Phosphat etwas angereichert zu sein, möglicherweise begründet durch prähistorische Kultur-einflüsse (vgl. Kapitel 3.2.) während der Sedimentation der Schwemmmlehme.

- Der IIIfYAh-Horizont ist anthropogen überprägt: Er ist sekundär, d. h. anthropogen mit Kalk angereichert. Ebenso sind die Anteile der austauschbaren Kationen an der Austauschkapazität infolge der Einwaschung von Natrium (salzhaltige Lösungen) aus den überlagernden Kulturschichten verändert.

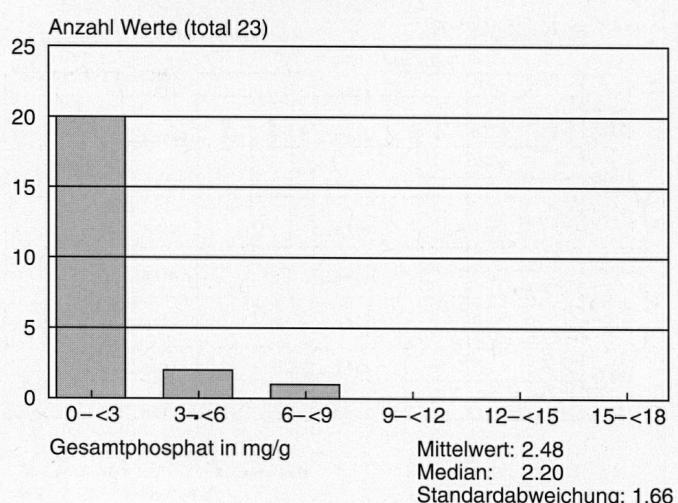
4.2.2. Kolluvium über Auengley

Das Kolluvium-über-Auengley-Profil 87071 von der Neugasse 4 gehört zur Kartiereinheit Kolluvium-über-Parrandzina-Gley. Es unterscheidet sich nur wenig vom Leitprofil, in dem die Anzeichen der früheren Grundwasserbeeinflussung im Profil höher hinauf, bis unmittelbar unter den Oberboden, wahrzunehmen sind. In der Abb. 14

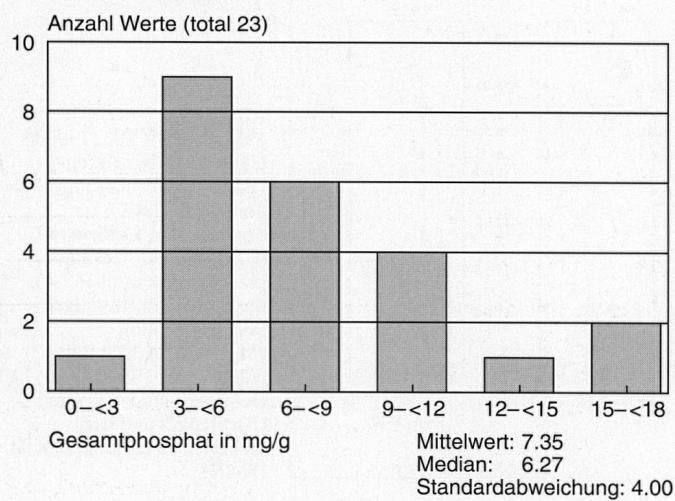
GRUNDMORÄNE



ÄLTERE BACHABLAGERUNGEN



SCHWEMMLEHME



JÜNGERE BACHABLAGERUNGEN

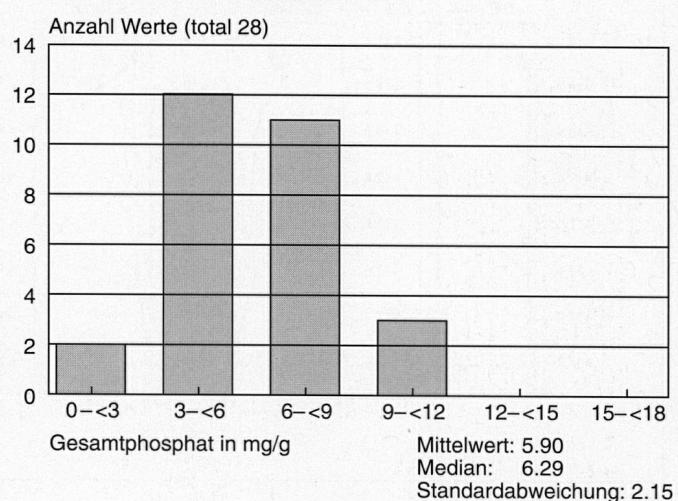


Abb. 10

Gesamtphosphatkonzentrationen (PO_4^{3-}) in den Bodenbildungssubstraten Grundmoräne, Ältere Bachablagerungen, Schwemmliehme und Jüngere Bachablagerungen.

wird der Zusammenhang zwischen Horizontfolge, dem Bodentyp und der geologischen Deutung dargestellt.

Der Y-Horizont – eine künstliche, wahrscheinlich mittelalterliche Ablagerung – ist mit zersetzt Holz und Ziegelresten angereichert.

Der IIIfMAh-Horizont entspricht dem Kolluvium-Abschnitt des Profils. Dessen Obergrenze wird als jüngste natürliche Geländeoberfläche interpretiert. Unter dem IIIfMAh-Horizont folgen bereits die Unterbodenhorizonte des Auengley-Profilabschnittes. Dessen Substrat besteht aus den Übergusschichten des Bohlbachdeltas.

Folgende bodenchemische Merkmale (Abb. 13) des untersuchten Profils sind typisch:

- Die C-Horizonte sind humusfrei und sehr karbonatreich.
- Die Verwitterung im obersten C-Horizont (IIIfCv-rGo) äußert sich als Rückgang des Kalkgehaltes gegenüber den Horizonten unterhalb.
- Die Grenze zwischen dem zum Kolluvium gehörenden fMAh- und dem IIIfCv-rGo-Horizont ist chemisch durch sprunghafte Änderungen der Konzentrationen von Kalk und organischem Kohlenstoff gekennzeichnet.
- Der IIIfMAh-Horizont ist kalkfrei und deutlich humos.

Die hohen Gesamtphosphatkonzentrationen in den Horizonten IIIfMAh und IIIfCv-rGo dürften von der Infiltration phosphathaltigen Sickerwassers herrühren. Als Quelle des Phosphates kommt die künstliche Ablagerung (Y-Horizont) in Frage.

Mächtigkeit in m	Horizont	Interpretation
	Y	künstliche Ablagerungen
0.24	IIIfYAh	fossiles Kolluvium aus Schwemmliehm
0.40	fMAh	
0.16	IIIfAh	fossile Braunerde aus Übergusschichten des Bohlbachdeltas
0.32	fBv	
>0.17	fCv	

Abb. 11

Bodenkundlich-geologische Interpretation der Horizontfolge des Profils 89321 an der Untergasse 16 (vergleiche Abb. 5).

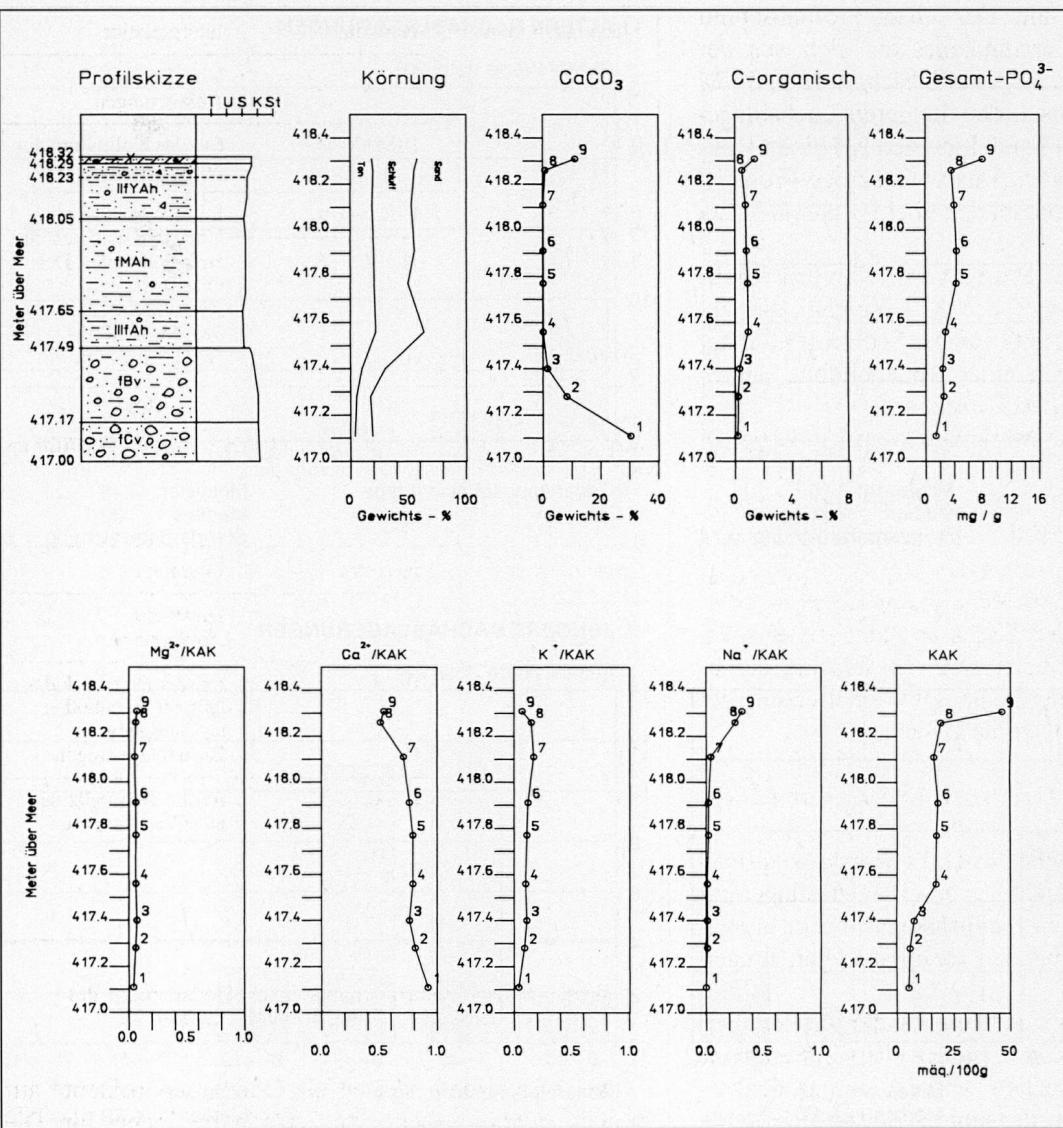


Abb. 12
Vertikalprofil 89321 an der Untergasse 16. Tiefenverteilung der Körnung, von Kalk (CaCO_3), organischem Kohlenstoff (C-organisch), Gesamtphosphat (Gesamt- PO_4^{3-}), der Kationensättigungen von Magnesium ($\text{Mg}^{2+}/\text{KAK}$), Calcium ($\text{Ca}^{2+}/\text{KAK}$), Kalium (K^+/KAK) und Natrium (Na^+/KAK) und der Kationenaustauschkapazität (KAK).

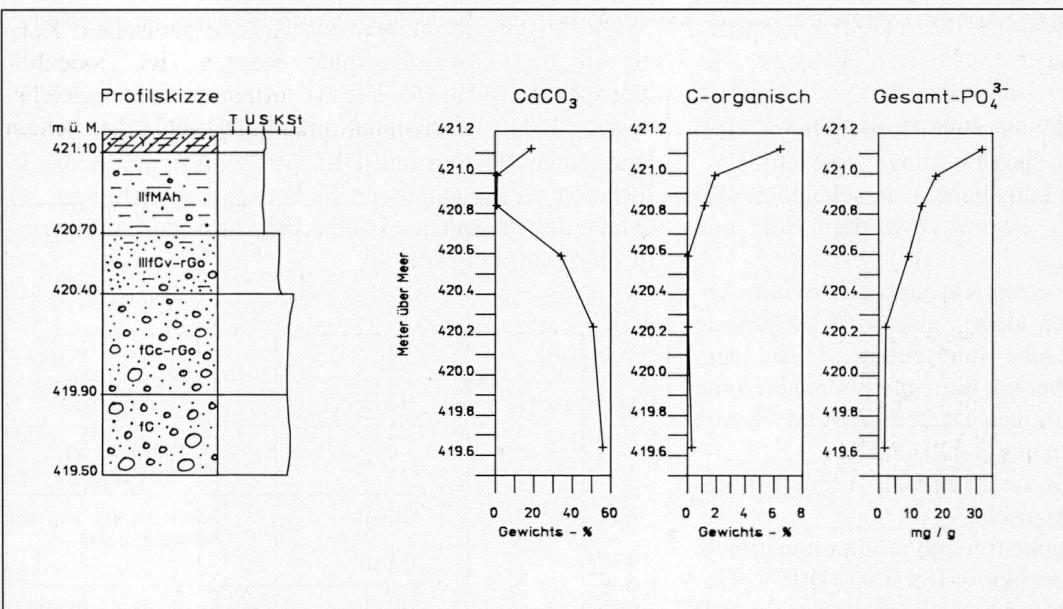


Abb. 13
Vertikalprofil 87071 an der Neugasse 4. Tiefenverteilung von Kalk (CaCO_3), organischem Kohlenstoff (C-organisch) und Gesamtphosphat (Gesamt- PO_4^{3-}).

4.2.3. Brauner kalkhaltiger Auenboden über Pararendzina

Zwischen dem Quartier Dorf und dem Kolinplatz liegt die Oberfläche der Moräne sehr hoch. An den untersuchten Profilen folgten über der Moräne oft wenige Dezimeter mächtige Ältere oder Jüngere Bachablagerungen. Das hier

vorgestellte Profil 87051 vom Burgbachplatz (Abb. 15 und 16) gehört zur Kartiereinheit des Braunen kalkhaltigen Auenbodens.

Die Horizontfolge (Abb. 15) weist auf zwei bodenge netische Einheiten unterhalb der mit Y bezeichneten

künstlichen Auffüllungen hin. Der untere Profilabschnitt IIIfAh-fCv-fC ist eine Pararendzina, die sich aus der Grundmoräne entwickelte. Der Profilabschnitt IIIfYAh-fM darüber entspricht geologisch den Jüngeren Bachablagerungen. Bodentypologisch handelt es sich um einen kalkhaltigen Brauner Auenboden. Das vollständige Profil ist als Brauner kalkhaltiger Auenboden über Pararendzina zu bezeichnen.

Die Abweichung dieses Profils vom Leitprofil (Brauner kalkhaltiger Auenboden) der Kartiereinheit besteht darin, dass der Standort bereits vor der Sedimentation der Jüngeren Bachablagerungen einer Bodenbildung ausgesetzt war, erkennbar am IIIfAh-Horizont.

Als typische chemische Merkmale können beobachtet werden:

- Hoher Kalkgehalt (CaCO_3) in den Horizonten IIIfYAh, fM, und IIIfAh. Das Profil weist keine Kalklösungsgrenze auf.
- Die Tiefenverteilungen von Kalk, organischem Kohlenstoff und Gesamtphosphat lassen es nicht zu, einzelne Bodenbildungsphasen bodenchemisch auseinanderzuhalten. Hierfür ist die heterogene Zusammensetzung der Jüngeren Bachablagerungen die Ursache.

4.2.4 Polygenetischer Lockersyrosen-Pararendzina-Gley-Boden

Das Substrat der polygenetischen Lockersyrosem-Pararendzina-Gley-Böden besteht aus einer Wechselleagerung von mehrheitlich sandigen, anthropogen beeinflussten Strandablagerungen und aus den kiesig-sandigen Jungen Übergusschichten.

An einem Profil lassen sich übereinander mehrere Bodenbildungsphasen beobachten, die jeweils von Sedimentationsereignissen unterbrochen wurden. Die Bodenentwicklungen blieben wegen der kurzen Zeiträume (einige Jahrzehnte bis wenige Jahrhunderte?) teilweise nur initial. Das Vertikalprofil 87041 stammt vom Landsgemeindeplatz und ist unmittelbar westlich der seeseitigen, mittelalterlichen Umfassungsmauer des Platzes lokalisiert. Die Abb. 17 stellt den Bezug zwischen der Horizontfolge und der geologisch-bodenkundlichen Interpretation her.

Mächtigkeit in m	Horizont	Interpretation
	Y	künstliche Ablagerungen
0.40	IIIfMAh	fossiles Kolluvium aus Schwemmlschotter
0.30	IIIIfCv-rGo	fossiler Auengley Übergusschichten des Bohlbachdeltas. Der Oberboden des Auengleys dürfte Teil des IIIfMAh-Horizontes sein.
0.50	fCc-rGo	
>0.40	fC	

Abb. 14
Bodenkundliche und geologische Interpretation der am Profil 87071 an der Neugasse 4 beobachteten Horizontfolge.

Mächtigkeit in m	Horizont	Interpretation
	Y	künstliche Ablagerungen
0.10	IIIfYAh	fossiler Brauner kalkhaltiger Auenboden aus Jüngeren Bachablagerungen
0.16	fM	
0.34	IIIIfAh	fossile Pararendzina aus Grundmoräne
0.32	fCv	
>0.54	fC	

Abb. 15
Bodenkundlich-geologische Interpretation der Horizontfolge des Profils 87061 der Ausgrabung Burgbachplatz-Trafostation.

Die A-Horizonte weisen als Oberbodenhorizonte auf ehemals vegetationsbedeckte Geländeoberflächen hin. Die Go-Horizonte zeigen jeweils hohe Lagen des Grundwasserspiegels an.

Die Tiefenverteilungen von Kalk, organischem Kohlenstoff und Gesamtphosphat belegen vier Bodenbildungsphasen (Abb. 18). Die A-Horizonte sind vergleichsweise zu den Horizonten unterhalb mit organischem

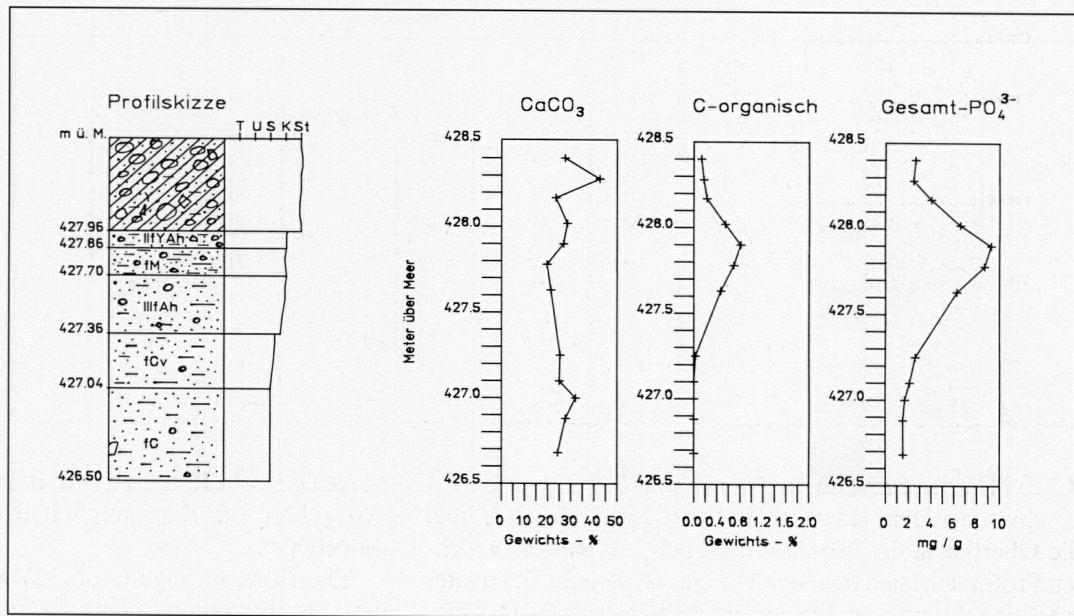


Abb. 16
Vertikalprofil 87061 bei der Burgbachplatz-Trafostation. Tiefenverteilungen von Kalk (CaCO_3), organischem Kohlenstoff (C-organisch) und Gesamtphosphat (Gesamt- PO_4^{3-}).

Mächtigkeit in m	Horizont	Interpretation
	mehrere Y	vorwiegend anthropogene Strandablagerungen mit Holzkohle- und Aschelagen
0.05	IIfYAh	Gley aus teilweise anthropogenen Strandablagerungen (Sandsteinbearbeitungsabfälle)
0.21	IIIIfY-rGo	
0.02	IVfAi	Lockersyrosem aus Jungen Überguss-schichten
0.12	VfC	
0.08	VIIfAh	Pararendzina aus teilweise anthropogenen Strandablagerungen (Sandsteinbearbeitungsabfälle)
0.02	VIIIfYCv	
0.04	VIIIIfAi	Gley-Lockersyrosem aus Strandablagerungen,
0.03	IXfC	
0.13	XfrGo	Junge Überguss-schichten und
0.22	XIfC-rGo	Deltaablagerungen des Bohlbachdeltas
>0.10	XIIIfC	

Abb. 17
Bodenkundlich geologische Interpretation der Horizontfolge des Profils 87041 auf dem westlichen Landsgemeindeplatz (vergleiche auch Abb. 7).

Kohlenstoff und mit Phosphat angereichert, zugleich aber an Kalk verarmt, was die im Feld beobachtete Humusbildung und die Verwitterungerscheinungen bestätigt.

4.3. Bodenchemische Kulturhinweise

Mit dem Begriff «bodenchemische Kulturhinweise» meinen wir Abweichungen der chemischen Bodeneigenschaften im Vergleich mit einem ungestörten Referenzprofil. In der Tabelle 2 sind solche bei den Profiluntersuchun-

gen im Altstadtbereich von Zug angetroffene Merkmale zusammengestellt. Für die Profile Braunerde, Kolluvium über Braunerde und Kolluvium über Pararendzina-Gley der gleichnamigen Kartiereinheiten haben sie unseres Erachtens diagnostischen Wert. Nachfolgend formulieren wir einige Hypothesen für die Entstehung dieser für die entsprechenden ungestörten Böden atypischen chemischen Eigenschaften.

4.3.1. Kalkhaltige Kieskomponenten in Oberböden

Das Vorkommen von kalkhaltigen, wenig verwitterten Kieskomponenten in ungeschichteten Oberböden, die über einem vollständig entkalkten Profilbereich liegen, lässt sich pedogenetisch nur als nachträgliche Ablagerung von Kies auf einem bereits stark differenzierten Boden erklären. Wenn aufgrund des Profilaufbaus und des Profilstandortes natürliche Ablagerungseignisse verneint werden können, bleibt nur der Mensch als Ursache.

4.3.2. Kalkhaltige Feinerde in Oberböden

Das Auftreten von kalkhaltiger Feinerde in ungeschichteten Oberböden, die wiederum über einem vollständig entkalkten Profilbereich liegen, röhrt von einer sekundären Aufkalkung her. Folgende Ursachen kommen in Betracht:

- Verlagerung von Kalk aus kalkhaltigen Schichten (meist Auffüllungen) über dem Oberboden
- Eintrag von kalkhaltigem Staub in den Boden im Siedlungsbereich
- Eintrag von Kalk im Rahmen einer landwirtschaftlichen oder gärtnerischen Bodenbearbeitung

4.3.3. Austauschbare Kationen

Erhöhte Natrium: Calcium- oder Kalium: Calcium-Verhältnisse im austauschbaren Ionenbelag eines Bodenhorizontes im Vergleich zu den tieferliegenden Horizonten können im wesentlichen zwei Ursachen haben:

- Das oberflächliche, kulturell bedingte Versickern salzhaltiger Lösungen (Abwasser) im Boden bewirkt eine Zunahme der austauschbaren einwertigen Kationen Natrium und/oder Kalium auf Kosten der zweiwertigen Kationen Calcium und Magnesium.

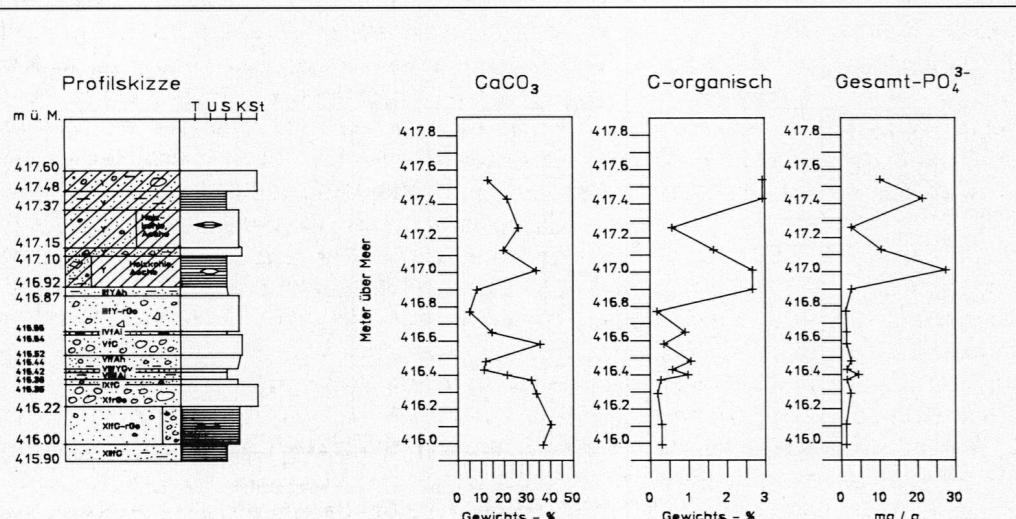


Abb. 18
Vertikalprofil 87041 am Landsgemeindeplatz.
Tiefenverteilung von Kalk (CaCO₃), organischem Kohlenstoff (C-organisch) und Gesamtphosphat (Gesamt-PO₄³⁻).

Bodenchemischer Kulturhinweis	Nachweis	Mögliche ursächliche Ereignisse
Kalkhaltige, wenig verwitterte Kies-Komponenten in ungeschichteten Oberböden (YAh-Horizonte) über vollständig entkalkten Verwitterungshorizonten (MAh-, M- und B-Horizonte).	Makroskopisch bei der Profilaufnahme.	Künstliche Ablagerung von Kies.
Kalkhaltige Feinerde in Oberböden (YAh-Horizonte) über vollständig entkalkten Verwitterungshorizonten (MAh-, M- und B-Horizonte).	Bei der Profilaufnahme mittels Feldtest (HCl-10%ig) und analytisch im Labor.	Eintrag von kalkhaltigem Staub an der Geländeoberfläche im Siedlungsbereich oder durch Bodenbearbeitung.
In Oberböden auf Kosten von Calcium erhöhte Anteile von Natrium und Kalium an der Kationenaustauschkapazität im Vergleich zu den tieferen Horizonten.	Analytisch im Labor.	Infiltration salzhaltiger Sickerwässer, Überdachung von Naturböden.
Gegenüber tieferen Horizonten bzw. Profilbereichen lokal sprunghafter Anstieg der Gesamtphosphatkonzentrationen in Oberböden.	Analytisch im Labor.	Im Siedlungsbereich Eintrag oder Versickerung von Düngestoffen wie Asche, Pflanzenresten, Speiseresten, Fäkalien, Abwässer von Haus und Hof.

Tab. 2
Häufige bodenchemische Kulturhinweise im Altstadtbereich von Zug.

- Die Überdachung eines Naturbodens stoppt die Infiltration von Meteorwasser und fördert die Verdunstung. Dies kann zur Anreicherung der gegenüber Calcium und Magnesium mobileren einwertigen Kationen Natrium und Kalium im Oberboden beitragen.

4.3.4. Gesamtphosphatkonzentration

Für die Interpretation der Gesamtphosphatkonzentrationen wählten wir Bodenprofile aus, die zwei Randbedingungen zu erfüllen hatten:

- Das Substrat bestand aus den Älteren Bachablagerungen oder den Übergusschichten des Bohlbachdeltas.
- Die Böden wiesen einen verwitterten Unterbodenhorizont (B-Horizont) auf.

Mit Ausnahme des Begleitprofils Kolluvium über Gley-Pararendzina erfüllten alle untersuchten Profile der Kartiereinheit des Kolluvium über Braunerde diese Randbedingungen.

Aufgrund der ¹⁴C-Altersdaten von inkohlten Pflanzenresten aus dem Profil 89321 an der Untergasse 16 (Abb. 5) liessen sich die Oberboden-Proben in «vorromisch gebildete Oberböden ohne jüngere kulturelle Einflüsse» und in «Oberböden mit möglicher, mittelalterlicher kultureller Beeinflussung» gliedern. Damit eine Bodenprobe zu den «vorromischen» Oberbodenhorizonten gezählt wurde, musste die Probenentnahmestelle wenigstens 0,3 m unter der am Profil erkennbaren natürlichen mittelalterlichen

Horizonte	mögliche kulturelle Beeinflussung	Gesamtphosphatkonzentration			Anzahl Proben
		Mittelwert	Median	Standardabweichung	
Oberboden (Ah, M, MAh, YAh)	mittel-alterlich	7.6	6.4	3.2	34
Oberboden (Ah, M, MAh)	vorrömisch	4.0	4.3	1.7	6
Substrat (C, Cc, Cv-Go)	keine	2.5	2.3	1.0	11

Tab. 3
Gesamtphosphatkonzentrationen in Oberböden mit möglichem vorrömischen und mittelalterlichem Kultureinfluss und im Substrat von Braunerden im Gebiet der Zuger Altstadt. Das Substrat besteht aus Älteren Bachablagerungen bzw. Übergusschichten des Bohlbachs und des Moosbaches.

Geländeoberfläche liegen. Alle übrigen Proben wurden zur Gruppe mit möglicher mittelalterlicher kultureller Beeinflussung gerechnet.

Die Gesamtphosphatkonzentration in vorrömischen Oberbodenhorizonten ist signifikant (Signifikanzniveau $\alpha = 5\%$) niedriger als in Oberbodenhorizonten mit möglicher mittelalterlicher Beeinflussung. Erstere liegt wiederum signifikant über den Werten des Substrates der Böden (siehe Tab. 3).

Vergleicht man die Gesamtphosphatkonzentrationen mit Werten aus ungestörten Referenzprofilen unter Wald¹⁶, so scheinen bereits die Phosphatkonzentrationen der «vorromischen Oberböden» leicht erhöht zu sein, während die mittelalterlichen Konzentrationen gegenüber unbeeinflussten Oberböden stark erhöht sind.

Die räumliche, geostatistische Auswertung der 34 Bodenproben der mittelalterlichen Oberböden mittels Semivariogrammanalysen ergibt für Schrittweiten von 2–10 m keine klare, räumliche Beziehung zwischen den gemittelten Differenzquadranten 2 γ der Gesamtphosphatkonzentration für die Probenpaare verschiedener Abstandsklassen (Abb. 21). Die festgestellten hohen Phosphatkonzentrationen können demnach als Folge punktueller Einträge in den Boden aufgefasst werden. Diese Art der Bodenbelastung dürfte typisch für den Internbereich einer Siedlung sein, hier wahrscheinlich der mittelalterlichen Siedlung der vorstädtischen Phase.

Die Bodenkarte der Abb. 19 zeigt die Phosphatkonzentration der fossilen Oberböden mit möglicher anthropogener, mittelalterlicher Beeinflussung. Man beachte, dass unmittelbar neben den Messpunkten mit sehr hohen Werten solche mit tiefen Konzentrationen vorkommen können.

5. Die Fundsichten prähistorischer Keramik

In der Karte der Abb. 20 sind die Vorkommen prähistorischer Keramik mit den Signaturen der Fundsichten eingetragen. Die Funde wurden als hallstattzeitliche Sied-

¹⁶ Vergleiche Bühl, Sticher und Barmettler 1989 sowie Rehfuss 1981.



Abb. 19
Bodenkarte Zug-Altstadt
mit Phosphatbelastung von
fossilien, mittelalterlich
beeinflussten Oberböden.
Massstab ca. 1:2000

Kartiereinheiten/Bodentypen (Deutsche Systematik)

	Braunerde		Kolluvium über Pararendzina-Gley
	Kolluvium über Braunerde		Kalkhaltiger brauner Auenboden
	Pararendzina		Polygenetische Lockersyresem – Pararendzina – Gley – Böden

Gesamtphosphatgehalte fossiler Oberböden, wahrscheinlich im 11./13. Jahrhundert überschüttet

- | | | | |
|-----------------------|--|-----------------------|---|
| <input type="radio"/> | mehr als 15 ppm PO_4^{3-} bis 17.5 ppm PO_4^{3-} | <input type="radio"/> | mehr als 7.5 ppm PO_4^{3-} bis 10 ppm PO_4^{3-} |
| <input type="radio"/> | mehr als 12.5 ppm PO_4^{3-} bis 15 ppm PO_4^{3-} | <input type="radio"/> | mehr als 5 ppm PO_4^{3-} bis 7.5 ppm PO_4^{3-} |
| <input type="radio"/> | mehr als 10 ppm PO_4^{3-} bis 12.5 ppm PO_4^{3-} | <input type="radio"/> | mehr als 2.5 ppm PO_4^{3-} bis 5 ppm PO_4^{3-} |
| | | <input type="radio"/> | bis 2.5 ppm PO_4^{3-} |

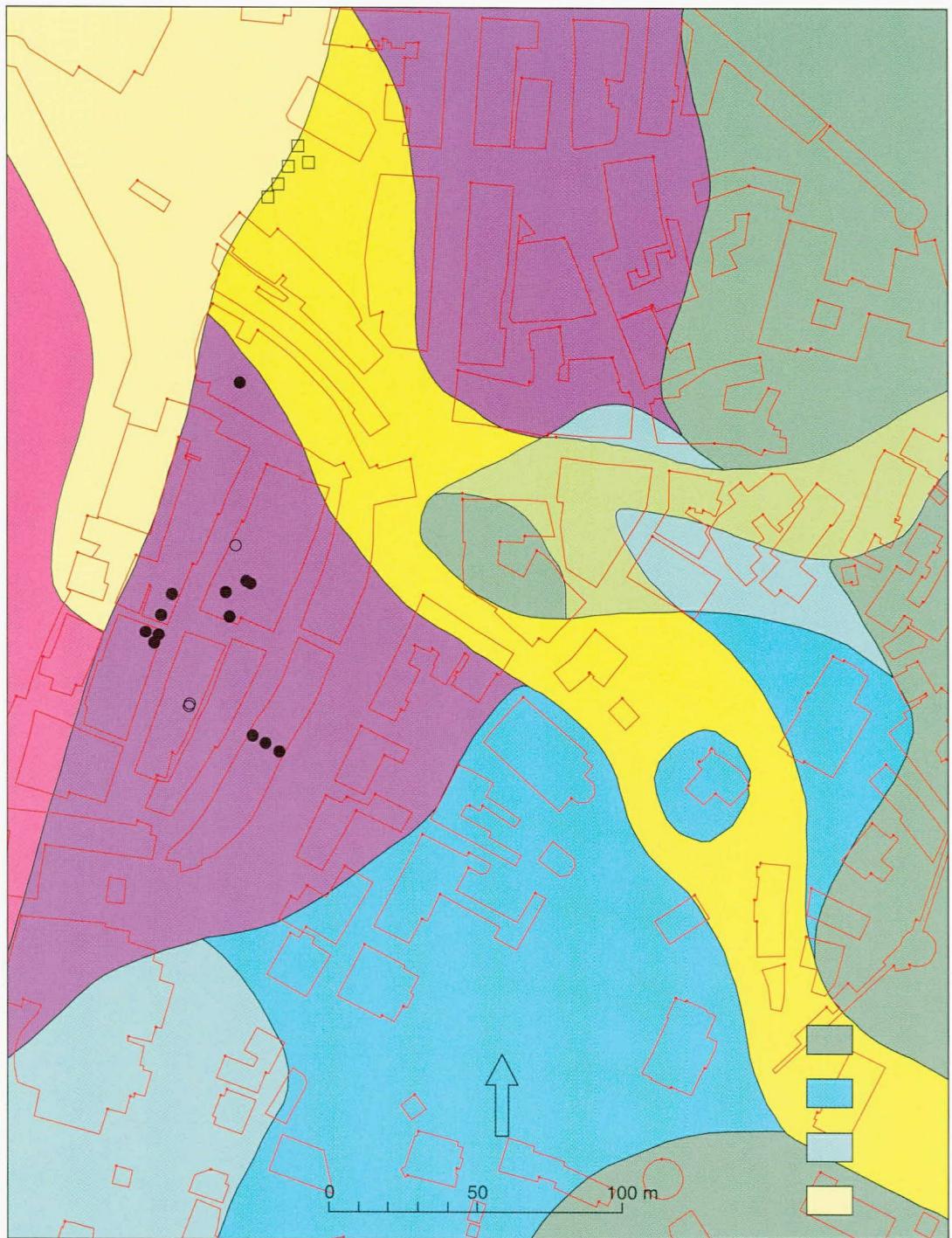


Abb. 20
Geologische Karte Zug-Altstadt mit Fundschichten prähistorischer Keramik.
Massstab ca. 1:2000

Kartiereinheiten			
[Green square]	Eiszeitliche Lockergesteine	[Pink square]	See- und Strandablagerungen über Deltaablagerungen
[Blue square]	Ältere Bachablagerungen und Übergusschichten	[Purple square]	Schwemmlimne über Übergusschichten und Älteren Bachablagerungen
[Light Blue square]	Ältere Bachablagerungen über Eiszeitlichen Lockergesteinen	[Light Green square]	Jüngere Bachablagerungen über Eiszeitlichen Lockergesteinen
[Yellow square]	Junge Übergusschichten und Strandablagerungen über Deltaablagerungen	[Yellow square]	Jüngere Bachablagerungen über Älteren Bachablagerungen und Übergusschichten

Fundstellen/Fundschichten mit prähistorischer Keramik

- Ältere Bachablagerungen und Übergusschichten
- Schwemmlimne
- Jüngere Bachablagerungen

lungskeramik identifiziert. Mit Sicherheit ältere Scherben aus der Bronzezeit wurden an der Untergasse 16, 18 und 20 gefunden.¹⁷ Die Scherben vom Landsgemeindeplatz waren z.T. erodiert.¹⁸ Die Funde prähistorischer Keramik stammen lediglich aus drei stratigraphischen Einheiten:

- Übergusschichten des Bohlbachdeltas: An der Untergasse 21 und 7 lagen die Scherben in den Oberbodenhorizonten der Braunerdeprofile.

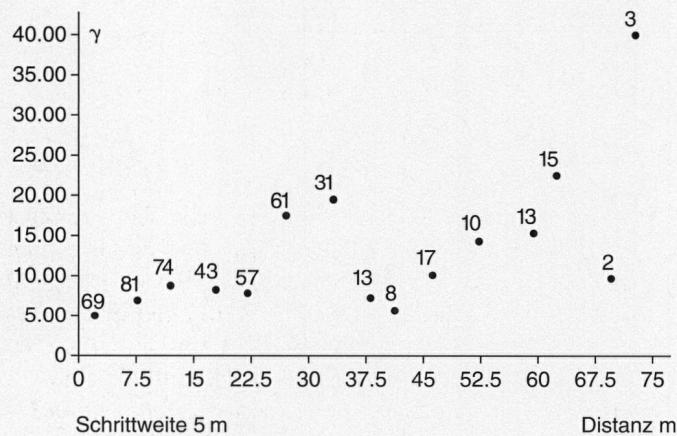
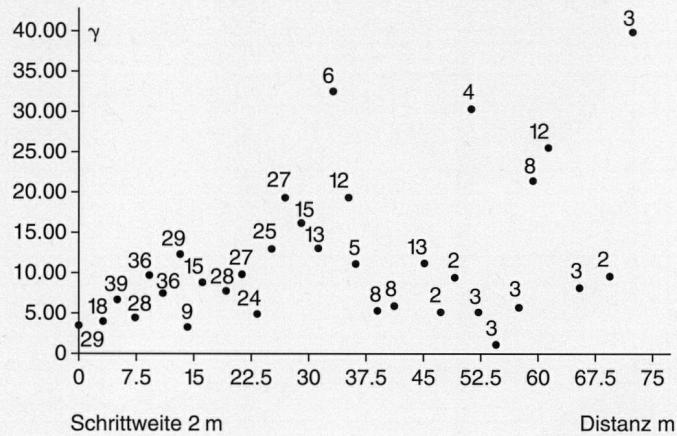


Abb. 21

Semivariogramme der Gesamtphosphatkonzentration von Oberböden mit möglicher anthropogener, mittelalterlicher Beeinflussung bei unterschiedlichen Schrittweiten von 2 m, 5 m und 10 m. Die Zahlen bei den Punkten geben die Anzahl der Wertepaare an.¹⁹

- Schwemmlehme: In den übrigen Fundstellen in der Nachbarschaft des Fischmarktes, der Unter- und Obergasse stammen die Scherben aus dem Schwemmlehm bzw. dem Kolluvium-Abschnitt der Bodenprofile. Korngrößenmässig gehören die Scherben der Kiesfraktion an und bilden im sonst lehmigen Sediment ein Überkorn.*

- Jüngere Bachablagerungen: Am Landsgemeindeplatz wurden prähistorische Scherben neben jüngeren, mittelalterlichen Ziegelfragmenten aus den Jüngeren Bachablagerungen geborgen.

Lediglich bei den Funden vom Landsgemeindeplatz handelt es sich mit Sicherheit um umgelagertes Material. Indizien für die Umlagerung sind die parallelen Funde von mittelalterlichen Scherben und die teilweise Zurundung der Keramik infolge des Bachtransports. Die prähistorischen Keramikscherben aus den Braunerde-Oberböden und dem Kolluvium können In-situ-Funde darstellen, begründet durch die Überkorngrösse und die stratigraphische Fundlage. Das feinkörnige Sediment zeigt ein energiearmes Ablagerungsmilieu an, bei dem natürlicherweise kaum Komponenten der Kiesfraktion – also auch Scherben – umgelagert wurden. Die Scherbenfunde liegen in Schichten bzw. Horizonten, die zur Entstehungszeit der Keramik die Geländeoberfläche bildeten (vergleiche Kapitel 3.).

- ## 6. Landschafts- und siedlungsgeschichtliche Synthese
- Der Kernbereich der Stadt Zug liegt auf dem Schuttfächer des Bohl- und Moosbaches, dem nördlichsten von fünf Bachschuttfächern bzw. Bachdeltas, die von Bächen des Zugerberges in den See geschüttet wurden. Die ^{14}C -Alter von Pflanzenhäckseln aus den obersten, unverwitterten, vorwiegend kiesigen und steinigen Übergusschichten des Bachdeltas an der Untergasse 16 und am Fischmarkt 5 sind mit rund 2500 v. Chr. endneolithisch. Die Entwicklung von Verwitterungsböden wurde durch die Erosionskraft der Hochwasser auf dem Schuttfächer in dieser Phase weitgehend verhindert. Der Schuttfächer dürfte am Ende des Neolithikums als offenes Schotterfeld mit spärlicher Primärvegetation dagelegen haben (Abb. 22). Die neolithischen, horgenzzeitlichen Ufersiedlungen Zug-Vor-

¹⁷ Bauer 1991 und Tätigkeitsbericht der Kantonsarchäologie in Tugium 3, 1987, S. 49. Der hallstattzeitliche Fundkomplex von der Grabenstrasse 36 (Bauer 1993) wurde nicht berücksichtigt, da keine stratigraphische Zuordnung der Funde möglich ist.

¹⁸ Hoppe 1991.

¹⁹ Auf der Abszisse ist die Distanz h in m zwischen Probeentnahmestellen aufgetragen. Auf der Ordinate ist γ (Gamma) abgetragen. Die Funktion $\gamma(h)$ heisst:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \{ Z(x_i) - Z(x_i+h) \}^2$$

n ist die Anzahl Messwertpaare einer Abstandsklasse h . n ist in den Diagrammen für jeden Wert $\gamma(h)$ angegeben. $Z(x_i)$ ist die Gesamtphosphatkonzentration an einer Probeentnahmestelle x_i . $Z(x_i+h)$ ist die Gesamtphosphatkonzentration an einer Probeentnahmestelle im Abstand h von x_i . Die mathematischen Grundlagen finden sich z. B. bei Bourrough 1986 oder bei Otte 1988.

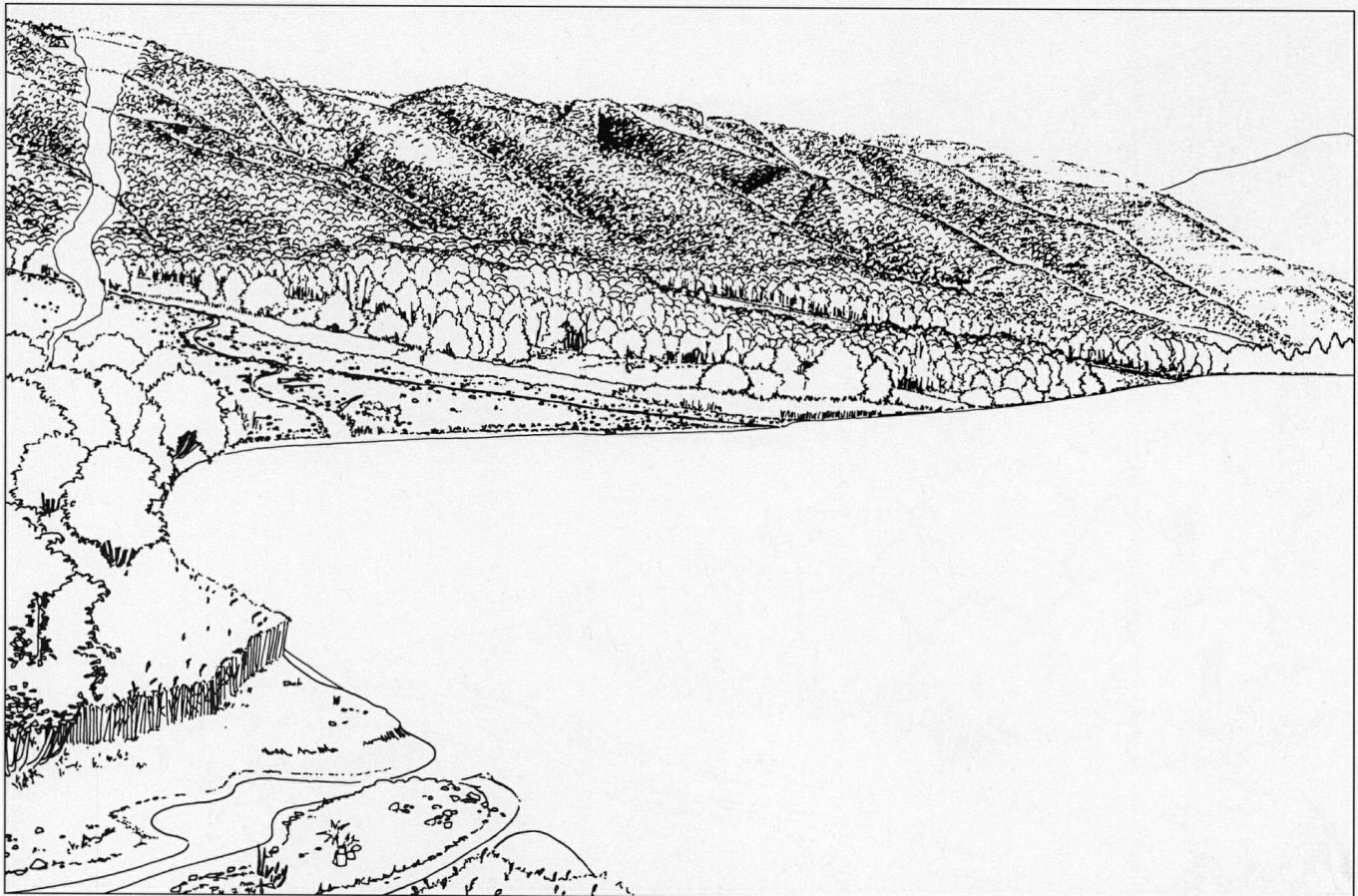


Abb. 22
Rekonstruierende Darstellung des Untersuchungsgebietes während des Endneolithikums. Blick von der Zuger Vorstadt her über den Bohlbachschuttfächer nach Süden.

stadt und Zug-Schützenmatt sind mindestens ein halbes Jahrtausend älter und liegen ausserhalb des Ablagerungsbereiches des Bohlbachschuttfächers.²⁰

Die Chance, auf dem Schuttfächer neolithische Siedlungsspuren zu finden, ist wegen der anzunehmenden, verheerenden Wirkung damaliger Hochwasser äusserst gering. Auch glauben wir, dass die latente Überschwemmungs- und Erosionsgefahr für Zeitgenossen erkennbar gewesen sein muss.

Das seawärtige Einfallen der Untergrenze der Übergusschichten bis minimal etwa 417 m ü. M. weist auf ein allmähliches Absinken des Seespiegels während des Neolithikums hin. Diese Tendenz dürfte bis weit in die Bronzezeit angehalten haben, wofür Kopp²¹ am Zugersee verschiedene Hinweise gefunden hat. Er vermutet gar eine Seespiegelerniedrigung bis auf minimal 411 m ü. M. in der Bronzezeit. Amman glaubt aufgrund neuerer Baugrunduntersuchungen im Bereich des Lorzeauslaufes in Cham, dass ein natürlicher Abfluss unterhalb 415 m ü. M. vor der künstlichen Seespiegelabsenkung am Ende des 16. Jahrhunderts nicht möglich war.²²

Durch das Fallen des Seespiegels muss sich der Bach allmählich in seinen eigenen Schuttfächer eingefressen

haben. Dadurch stabilisierte sich sein Lauf. Ein Hauptast floss, wie wir heute am Ablagerungsgebiet der Jüngeren Bachablagerungen erkennen, in nordwestlicher Richtung über den Schuttfächer und mündete beim Landsgemeindeplatz in den See, wo das Delta weiter vorgeschnitten wurde. Die Stabilisierung des Bachlaufes und eventuell auch ein niederschlagsärmeres Klima²³ milderten offenbar die Gewalt von Hochwasserereignissen, denn auf dem Schuttfächer setzte nun verbreitet die Entwicklung von Verwitterungsböden ein. Die Bodenentwicklung konnte bis in die mittlere Bronzezeit auf dem Schuttfächer Braunerden und in einigen weiterhin erosionsgefährdeten, bachnahen Bereichen Pararendzina-Gleye hervorbringen. Mittelbronzezeitliche Alter wiesen jedenfalls die inkohlenen humosen Oberbodenhorizonten der erwähnten Bodenprofile an der Untergasse 16 und am Fischmarkt 5 auf. Die Vegetationsdecke wird sich auf dem Schuttfächer weitgehend geschlossen haben. Diese Periode der ungestörten Bodenbildung dürfte mit der vegetationsgeschichtlich festgestellten Buchenwaldvorherrschaft im Mittelland von 3700–2800 BP* korrespondieren, einer Zeit geringen menschlichen Einflusses (Abb. 23).²⁴

Sicher ab der Spätbronzezeit bis spätestens in die vorstädtische Periode des Mittelalters (möglicherweise nur bis in die Römerzeit) überfluteten wahrscheinlich Hochwasser des Bohl- und Moosbaches wiederum das seinahe Land. Hier, im tieferen Teil des Bachschuttfächers, kam es während dieser Zeitspanne jedenfalls zu einer Schwemmm-

²⁰ Die dendrochronologischen Datierungsergebnisse finden sich bei Hochuli und Sormaz 1993.

²¹ Kopp 1950.

²² Ammann 1993.

²³ Wie Anmerkung 21.

²⁴ Rösch 1983.

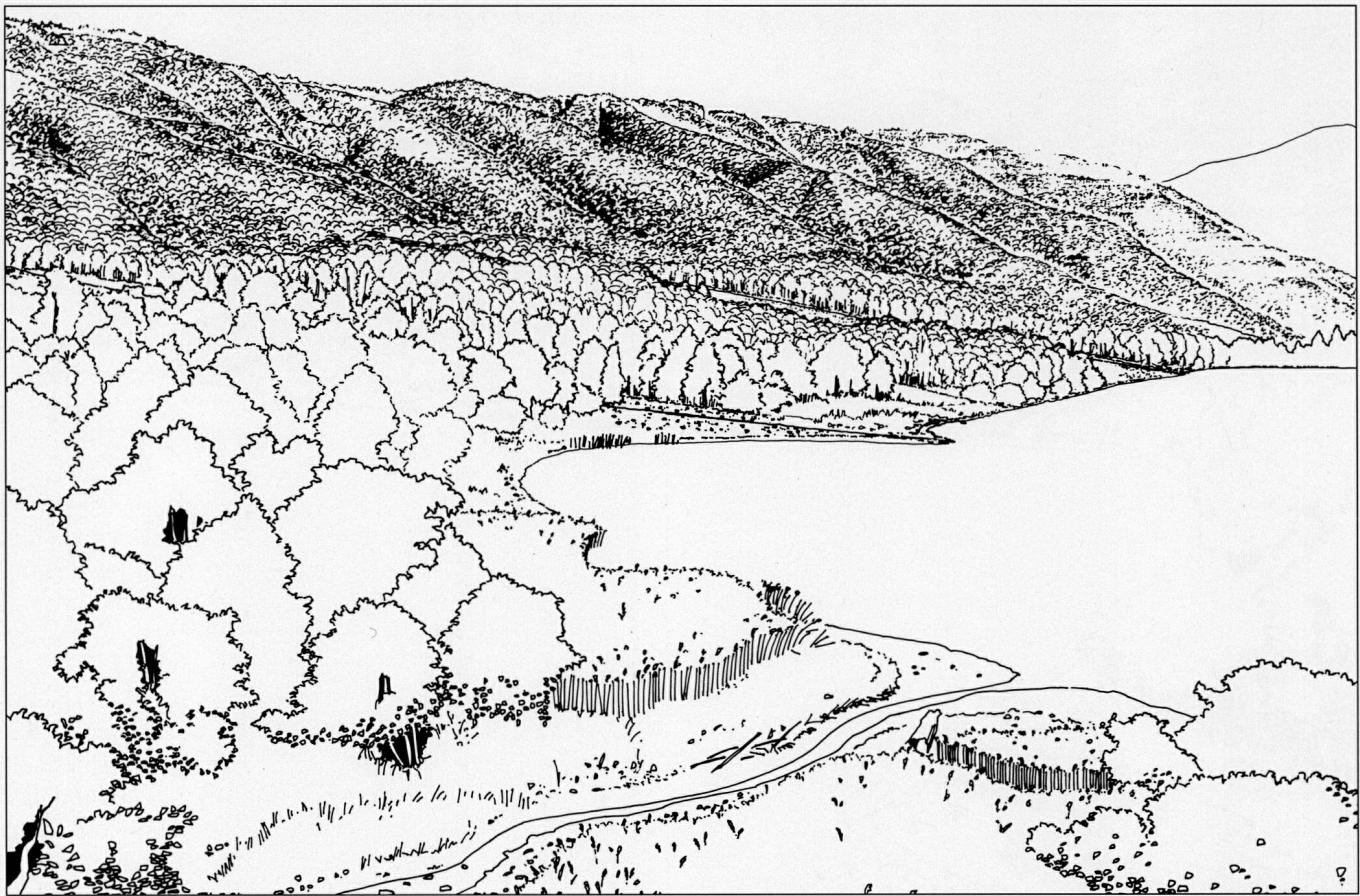


Abb. 23
Rekonstruierende Darstellung des Untersuchungsgebietes während der mittleren Bronzezeit. Gleicher Bildausschnitt wie Abb. 22.

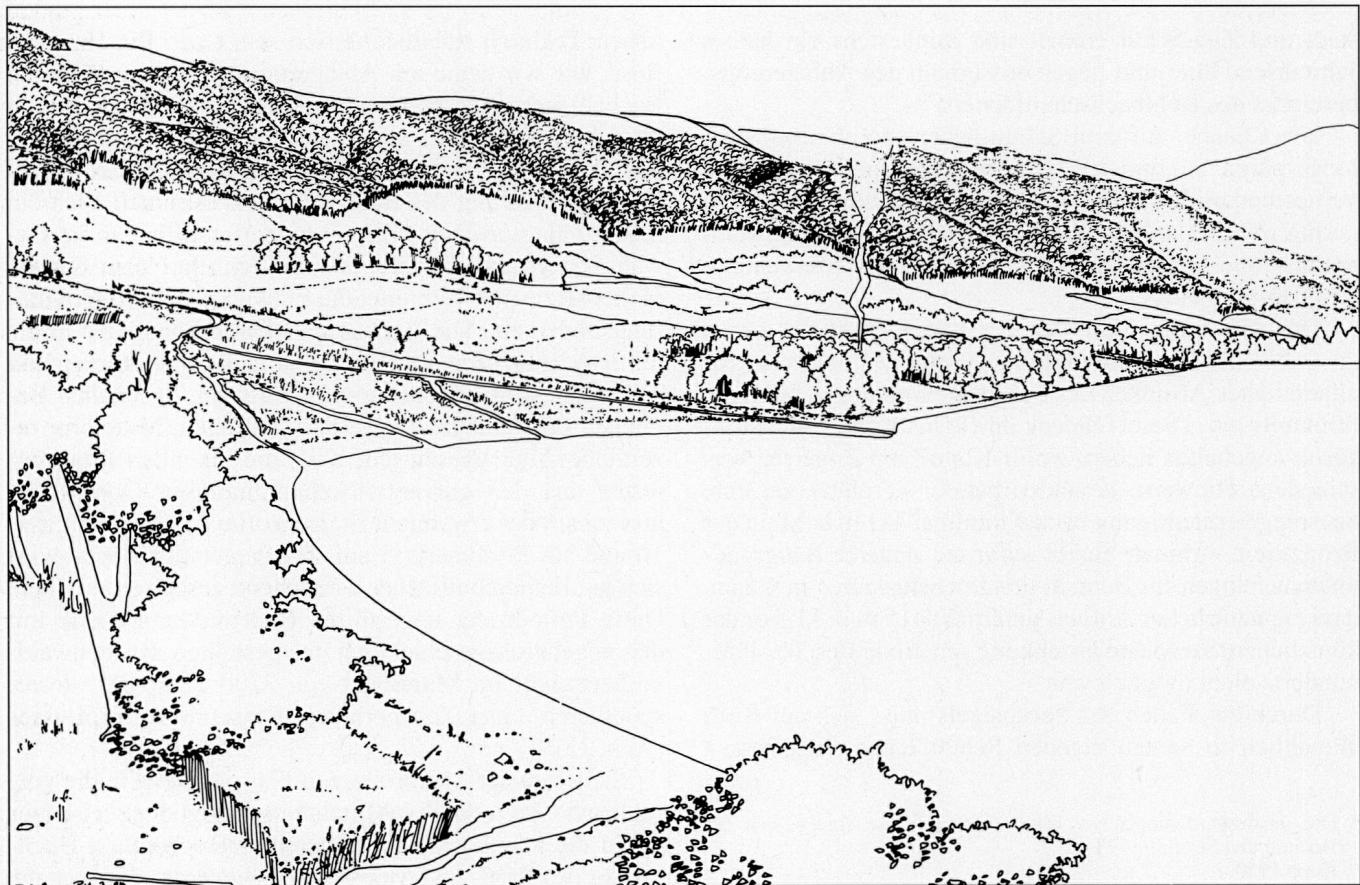


Abb. 24
Rekonstruierende Darstellung des Untersuchungsgebietes während der Eisenzeit. Gleicher Bildausschnitt wie Abb. 22.

lehmakkumulation. Das auenlehmähnliche Sediment besteht aus vorverwittertem Material oberflächlich abgeschwemmter Verwitterungsböden. Es enthält inkohlte Pflanzenreste, deren ¹⁴C-Alter von unten nach oben sukzessive jünger werden und die den Ablagerungszeitraum umschreiben. Die gemittelte Sedimentationsrate betrug weniger als 0,5 bis 1 mm pro Jahr.

Der Beginn der Schwemmlehmbablagerung könnte einerseits den Klimarückschlag am Ende der Bronzezeit anzeigen, der den Zugerseespiegel wieder ansteigen liess und in Zug-Sumpf zur endgültigen Aufgabe der spätbronzezeitlichen Seeufersiedlung zwang.²⁵ Andererseits weisen die Schwemmlehme auf eine längere Periode mit denudativer Oberflächenerosion im Einzugsgebiet des Bohl- und Moosbaches hin, wahrscheinlich begünstigt durch eine Periode neuerlicher Landnahme. Tatsächlich findet Rösch²⁶ an den Seen von Nussbaumen TG Anzeichen für einen stärkeren kulturellen Einfluss seit dem Beginn der Eisenzeit. Er stellt dort ein Absinken des Gesamt-polleninfluxes* und des Influxes aller wichtigen Hölzer ausser der Birke und daneben eine Zunahme der Getreidepollen fest, was auf eine Dezimierung der Wälder hindeutet. Erosionsfördernd dürfte sich auch die Waldweide ausgewirkt haben.

Bodentypologisch bilden die Schwemmlehme ein 0,5 bis 1 m mächtiges, homogenes Kolluviumprofil mit oberbodentypischen Merkmalen. Als sedimentäre Strukturen blieben lediglich verfestigte, anthropogene Horizonte (z. B. eine Feuerstelle an der Untergasse 11) oder künstliche Steinsetzungen erhalten (z. B. an der Untergasse 13). Schichtstrukturen, die auf die natürlichen Ablagerungsergebnisse zurückgehen, sind keine zu erkennen. Falls einmal ausgebildet, dürften sie durch die Aktivität der Bodenorganismen nahe der Geländeoberfläche wieder verwischt worden sein.

Die anlässlich der Ausgrabungen im Kolluviumprofilabschnitt zahlreich gefundene Siedlungsgermanik wurde archäologisch meist als hallstattzeitlich und selten als spätbronzezeitlich datiert. Die Scherben stammen demnach aus einer Schicht, die zur Entstehungszeit der Keramik die Geländeoberfläche bildete. Bezuglich der Korngrösse gehören sie in die Kiesfraktion und bilden im lehmigen Sediment ein Überkorn. Diese Befunde deuten an, dass die Fundlage der prähistorischen Scherben aus dem Kolluviumprofilabschnitt ohne weiteres *in situ* sein kann. Innerhalb des Kolluviumprofilabschnittes blieben die Hinweise auf eigentliche hallstattzeitliche oder frühere Siedlungen trotz der Scherbenfunde und der verhältnismässig grossen Dichte von Untersuchungsstellen bisher aus. Wie die Einzelbeispiele von der Unterstadt zeigen (siehe oben), hätten sich zumindest verfestigte Horizonte und Strukturen aus Grobmateriel, so aus Kies und Steinen, erhalten können. Aus heutiger Sicht scheinen uns zwei

Gründe plausibel, die die Menschen zur späten Bronzezeit und Eisenzeit von der Errichtung einer Siedlung im Verbreitungsgebiet der Schwemmlehme abgehalten haben könnten:

- Die perkolierten* Böden eigneten sich infolge der natürlichen Nährstoffzufuhr durch die Überschwemmungen hervorragend als landwirtschaftliche Produktionsstandorte.
- Die Überflutungsgefahr war für Zeitgenossen offenbar und hielt von einer Besiedlung ab.

Falls die Überschwemmungsgefahr – auch bei geringem Erosionsrisiko – ein Kriterium für die Errichtung einer Siedlung darstellte, so kommen etwa seit der späten Bronzezeit wahrscheinlich die höher gelegenen Bereiche des Schuttäfers mit Braunerdeböden als potentielle Siedlungsplätze zu den oben erwähnten, schon früher stabilen Moränengebieten ausserhalb des Schuttäfers hinzu. Die Funde von umgelagerter, prähistorischer Keramik innerhalb der Jüngeren Bachablagerungen könnten als Hinweise auf solche, höher gelegene Siedlungsstandorte aufgefasst werden (Abb. 24).

Die Überschwemmungen des seenahen Bereiches des Schuttäfers hatten spätestens in der vorstädtischen Periode des Mittelalters, etwa im 10./11. Jahrhundert ein Ende; so alt sind die jüngsten ¹⁴C-datierten inkohlten Pflanzenresten aus dem obersten Horizont des Kolluviumprofilabschnittes. Die ältesten Hüttenlehmböden, Brand- und Ascheschichten, die direkt dem Kolluvium aufliegen, datieren aus dem 11.–13. Jahrhundert. Die Schwemmlehme sedimentierten aber im wesentlichen zur Eisen- und Römerzeit.

Während des Frühmittelalters dürfte die Akkumulation sehr gering sein. Hierfür bestehen einige Anhaltspunkte: Die ¹⁴C-Alter inkohlter Pflanzenresten aus dem obersten Kolluviumhorizont an der Untergasse 16 sind römisch. Am Fischmarkt 5 wurde römische Keramik ebenfalls im obersten Kolluviumhorizont gefunden. Die Grabgrube der alamannischen Körperbestattung vom Fischmarkt 5, die wahrscheinlich im frühen 7. Jahrhundert stattfand, ist in den Kolluviumprofilabschnitt eingelassen.

Die der vorstädtischen Periode zuzurechnende Belastung des natürlichen Bodens mit Phosphor zeigt kleinräumig eine hohe Variabilität und scheint uns typisch für den Internbereich einer Siedlung zu sein. Die nördliche Siedlungsgrenze könnte das Wildbachbett des Bohl- und Moosbaches gebildet haben. Der Wildbachcharakter des Bohl- und Moosbaches blieb bis nach dem Bau der Ufermauer am Landsgemeindeplatz im 15. Jahrhundert erhalten, denn seeseitig der Mauer finden wir über deren Bauniveau noch wenige kiesig-steinige Lagen von Jungen Übergusschichten, die typische Hochwasserablagerungen darstellen. Der Seespiegel lag zu dieser Zeit bei 415 m ü. M.

²⁵ Zoller 1987 und Speck 1955.

²⁶ Wie Anmerkung 24.

Literatur

- Ammann John Frederick, Knopflis Pioniertat frühester Flussbaukunst, in: Zuger Neujahrsblatt 1993, S. 39–49. Zit.: Ammann 1993.
- Arbeitsgruppe Bodenkunde der geologischen Landesämter und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland, Bodenkundliche Kartieranleitung, Hannover 1982. Zit.: Arbeitsgruppe Bodenkunde der Geologischen Landesämter und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in der BRD 1982.
- Bauer Irmgard, Hallstattzeitliche Keramik aus Fundstellen im Kanton Zug, in: Tugium 7, 1991, S. 85–122. Zit.: Bauer 1991.
- Bauer Irmgard, Ein hallstattzeitlicher Fundkomplex aus der Zuger Altstadt, in: JbSGUF 76, 1993, S. 93–112. Zit.: Bauer 1993.
- Bühl Herbert, Sticher Hans und Barmettler Kurt, Die Bodenkunde im Dienst der Archäologie, in: JbSGUF 72, 1989, S. 215–226. Zit.: Bühl, Sticher und Barmettler 1989.
- Burrough Peter A., Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Clarendon Press, Oxford 1986 (Monographs on Soil and Resources Survey 12). Zit.: Burrough 1986.
- Hochuli Stefan und Rothkegel Rüdiger, Eine alamannische Körperbestattung vom Fischmarkt 5 in Zug, in: Tugium 9, 1993, S. 105–115. Zit.: Hochuli und Rothkegel 1993.
- Hochuli Stefan und Sormaz Trivun, Neue Erkenntnisse zum Pfahlplan der Horgener Siedlung Zug-Schützenmatt, in: JbSGUF 76, 1993, S. 145–152. Zit.: Hochuli und Sormaz 1993.
- Hoppe Peter, Die vollständige Legende zum Landtwing-Plan der Stadt Zug von 1770/71, in: Tugium 2, 1986, S. 117–148. Zit.: Hoppe 1986.
- Hoppe Radana, Die urgeschichtlichen Funde von Zug, Landsgemeindeplatz, in: Tugium 7, 1991, S. 123–126. Zit.: Hoppe 1991.
- Kopp Joseph, Seespiegelschwankungen des Zugersees, in: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern, 1950, Bd. XVI, S. 137–144. Zit.: Kopp 1950.
- Meyer W. J., Ansichten auf Holzschnitten, Stichen und Lithographien von 1548 bis um 1870. Band 1: Zug Stadt, Zug 1970. Zit.: Meyer 1970.
- Nijmann W., Legend for logging and description of sedimentary sequences, Riksuniversiteit Leiden + Utrecht, Vakgroep Sedimentologie, 1973. Zit.: Nijmann, 1973.
- Otte Frederike, Über die quantitative Erfassung der Bodenvariabilität und Gütemasse für grossmassstäbige Karten, 1988 (Schriftenreihe Institut für Pflanzernährung und Bodenkunde Universität Kiel 2). Zit.: Otte 1988.
- Rehfuss Karl E., Waldböden. Entwicklung, Eigenschaften und Nutzung, Paul Parey, Hamburg und Berlin 1981. Zit.: Rehfuss 1981.
- Rösch Michael, Geschichte der Nussbaumer-Seen (Kanton Thurgau) und ihrer Umgebung seit dem Ausgang der letzten Eiszeit aufgrund quartärbotanischer, stratigraphischer und sedimentologischer Untersuchungen, in: Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft 45, 1983, S. 3–110. Zit.: Rösch 1983.
- Schindler Conrad M. und Gyger Max, Die Katastrophe von Zug, Geologische und geotechnische Randbedingungen des Ufereinbruchs vom 5. Juli 1887, in: Die Zuger Vorstadt, Gedenkschrift zum 100. Jahrestag der Vorstadtkatastrophe vom 5. Juli 1887, Stadt Zug, Zug 1987, S. 101–129. Zit.: Schindler und Gyger.
- Speck Joseph, Die spätbronzezeitliche Siedlung Zug-«Sumpf», Ein Beitrag zur Frage der Pfahlbauten. Monographien zur Ur- und Frühgeschichte der Schweiz, 1955, Bd. XI. Zit.: Speck 1955.
- Wohlfarth Meyer Barbara und Bühl Herbert, Geologie und Bodenkunde, Ein Einführungskurs für Archäologen, Archäologiestudenten und Grabungstechniker, Institut für Grundbau und Bodenmechanik der ETH, Zürich 1989. Zit.: Wohlfarth Meyer und Bühl 1989.
- Zoller H., Zur Geschichte der Vegetation im Spätglazial und Holozän der Schweiz, in: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern, 1987, S. 123–149. Zit.: Zoller 1987.

Untersuchungsberichte des Institutes für terrestrische Ökologie der ETH Zürich und der Oekoge AG

Unteraltstadt 20, 6300 Zug, 28.02.86
 SH8601, Untergasse 7, 6300 Zug, 25.09.86
 SH8602, Grabenstrasse 32, 6300 Zug, 20.04.87
 SH8603, Dorfstrasse 8, 6300 Zug, 25.03.87
 SH8704, Landsgemeindeplatz, Schnitt Löwen, 6300 Zug, 22.06.87
 SH8705, Seestrasse 3a, 6300 Zug, 24.06.87
 SH8706, Burgbachplatz-Trafostation, 6300 Zug, 5.10.87
 SH8707, Neugasse 4, 6300 Zug, 11.03.88
 SH8708, Hecht-Umbau, 25.03.87
 SH8710, Fischmarkt-Fernheizungsleitungsbau, 26.05.88
 SH8712, Grabenstr. 36, 6300 Zug, Baugrube Fernheizungsleitung, 15.05.87
 SH8713, Umbau der Liegenschaft Ägeristr. 18, 6300 Zug, 21.04.87
 SH8714, Umbau der Liegenschaft Seestrasse 15, 6300 Zug, Fernheizungsleitung, 16.03.88
 SH8715, Landsgemeindeplatz West I/II, 6300 Zug, 4.02.89
 SH8716, Landsgemeindeplatz-Volksbank, 6300 Zug, 11.03.88
 SH8735, Fernheizungsleitungsgraben, Untergasse 24, 6300 Zug, 11.03.88
 SH8738, Fernheizung Liebfrauenkirche-See, Unteraltstadt, 6300 Zug, 25.02.87
 SH8833, Vorstadt 6, 6300 Zug, 20.09.88

SH8840, Rain-Gässli 3, 6300 Zug, 20.09.88
 SH8842, Landsgemeindeplatz, Fernheizungsleitung Volksbank/Widder, 6300 Zug, 4.02.89
 SH8843, Schützenmatt-Aabach, 6300 Zug, 20.09.88
 SH8847, Dorfstrasse 1, 6300 Zug, 6.04.89
 SH8853, Grabenstrasse 42, 6300 Zug, 3.05.89
 SH8930, Untergasse 13, 6300 Zug, 26.09.89
 SH8932, Untergasse 16, 6300 Zug, 5.09.89
 SH8946, Innere Altstadt-Fernheizungsleitungsgräben, 6300 Zug, 5.11.1990
 SH8952, Untergasse 21, 6300 Zug, 17.09.90
 SH8957, Artherstrasse 12, 6300 Zug, 5.06.89
 SH8959, Untergasse 11, 6300 Zug, 20.08.90
 SH8965, Dorfstrasse 27, 6300 Zug, 30.06.90
 SH8966, Kirchgasse 4, 6300 Zug, Schönrunnerhaus, 8.06.89
 SH8973, Grabenstrasse 4-Kolinplatz-Neugasse, Gasleitungsgräben, 6300 Zug, 8.11.1990
 SH9019, Burgbachturnhalle, 6300 Zug, 18.09.90
 SH9201, Vorstadt Teil 2: Rössliwiese/Parkanlage, 6300 Zug, 26.02.92
 SH9202, Fischmarkt 5, 6300 Zug, 2.04.93
 SH9210, Oswaldsgasse 2, 6300 Zug, 23.12.93

Anhang

Glossarium

AD

Anno Domini, Zusatz bei kalibrierten ^{14}C -Altersangaben, die sich auf die Zeit nach Christi Geburt beziehen.

anthropogen

Auf menschliches Wirken zurückgehend.

Auenbraunerde

Braunerdeähnlicher Boden in Auenlage mit Ah-Bv-C-G-Profil. Der Profilabschnitt Ah-Bv-C ist über 0,8 m mächtig.

Auengley, Gley

Bodentypen mit Ah-Go-Gr-Profil, d. h. mit einem unmittelbar unter dem humosen Oberboden wahrnehmbaren Grundwassereinfluss. Besteht der Standort des Bodenprofils in Auenlage, d. h. im Überschwemmungsbereich eines Fließgewässers, wird der Boden als Auengley bezeichnet, sonst als Gley.

BC

Before Christ, Zusatz bei kalibrierten ^{14}C -Altersangaben, die sich auf die Zeit vor Christi Geburt beziehen.

Blöcke

Gesteinskomponenten mit Korngrößen über 200 mm.

Bodenprofil

Vertikaler Schnitt durch den Boden von der Oberfläche bis zum Muttergestein mit Gliederung nach Horizonten.

Bodenbildung

Unter dem Einfluss und durch das Zusammenwirken der Umweltfaktoren Muttergestein, Klima, Lebewesen (Flora, Fauna, Mikroorganismen) und Relief laufen an der Erdoberfläche komplexe Vorgänge – sogenannte Bodenbildungsprozesse – ab, die im Laufe langer Zeiträume eine breite Palette verschiedener Bodentypen hervorbringen. Zu den Bodenbildungsprozessen zählen: Verwitterung, Humusbildung, Verlagerung und Gefügebildung.

Bodentyp

Ein Bodentyp fasst Bodenprofile mit charakteristischen Horizontfolgen und bestimmten Eigenschaften der Horizonte unter einem Begriff zusammen.

BP

Before present, Zusatz bei Altersangaben in Jahren, die sich auf die nicht kalibrierte ^{14}C -Chronologie mit dem Nullpunkt = 1950 AD beziehen.

Braunerde

Bodentyp mit Ah-Bv-C-Profil mit humosem Oberboden (Ah-Horizont, verlehmtem und verbrauntem Unterboden (Bv-Horizont) über dem Muttergestein (C-Horizont).

Braunerde-Pararendzina

Bodentyp mit Ah-Bv-Cv-C-Profil. Mit zunehmender Verwitterung entwickelt sich aus einer Pararendzina eine Braunerde. Das Braunerde-Pararendzina-Profil ist ein Zwischenstadium.

Brauner kalkhaltiger Auenboden

Bodentyp mit Ah-M-IIG-Profil. Material des Ah- und M-Horizontes aus verlagertem, mehr oder weniger humosem, kalkhaltigem Bodenmaterial, das durch Wasser von Hängen abgespült und in Tälern sedimentiert worden ist.

denudative Erosion

Flächenhafte Abtragung, meist verursacht durch oberflächlich von Hängen abfließendes Niederschlagswasser.

Faziesmerkmale

Bezeichnung für Gesteinsmerkmale, die die Umweltbedingungen im Ablagerungsgebiet eines Sedimentes kennzeichnen.

fluvische, fluviatile Erosion

Abtrag von Erdreich durch ein Fließgewässer.

fluvioglaziale Ablagerungen

Geschiebeablagerung von Schmelzwasserflüssen und -bächen.

fossiles Bodenprofil

Bodenprofil, das durch Überschüttung oder Überbauung den natürlichen Bodenbildungsprozessen entzogen ist und die Merkmale einer früheren Bodenbildung aufweist.

geogen

Aus dem Gesteinsmaterial stammend.

Geomorphologie, geomorphologisch

Beschreibung und Klassifizierung von Geländeformen, Erklärung der Entstehungsgeschichte (Morphogenese) der Formen.

Gesamtpolleninflux

Anzahl der pro Jahr auf einer Bezugsfläche von 1 cm² abgelagerten Pollenkörper.

Gley-Braunerde

Bodentyp mit Ah-Bv-Go-Gr-Profil, d. h. ähnlich wie Braunerde, jedoch mit grundwasserbeeinflusstem Unterboden (Go-Horizont und Gr-Horizont unterhalb des Bv-Horizontes).

Gley-Merkmale

Bodeneigenschaften, die einen Grundwassereinfluss anzeigen (z. B. Rostflecken, hell- und dunkelrostfarbige Absätze von Eisen- und Manganhydroxiden).

Gley-Pararendzina

Bodentyp mit Ah-Cv-Go-Gr-Profil, d. h. ähnlich wie eine Pararendzina, jedoch mit grundwasserbeeinflusstem Unterboden. Obergrenze des Go-Horizontes 0,4-0,8 m unter der Geländeoberfläche.

Grundmoräne

Gesteinsmaterial, das von der gleitenden Eissohle eines Gletschers auf den Untergrund geschmiert wurde, im Mittelland meist feinkörnig, d. h. schluffig-lehmig mit wenig groben Komponenten (Kies und größer). Kies und Steine sind durch die mechanische Beanspruchung während des Transports oft gekritzelt und poliert.

Horizont

Die Bodenbildungsprozesse lassen charakteristische Abfolgen mehr oder weniger scharf gegeneinander abgegrenzter Schichten entstehen, die man Horizonte nennt. Die einzelnen Horizonte unterscheiden sich chemisch, physikalisch und biologisch voneinander.

humos, Humus

Organische Substanz im Boden, bestehend aus abgestorbenen Lebewesen und deren Zersetzungprodukten sowie aus im Boden entstandenen organischen Verbindungen. Letztere werden als Humusstoffe bezeichnet und verleihen dem Boden eine braune bis braunschwarze Farbe.

initiale Bodenbildung

Bodenbildung im Anfangsstadium, charakterisiert durch die Ausbildung eines Ai-Horizontes über dem unverwitterten Muttergestein. Der Ai-Horizont zeigt eine geringe Anreicherung von organischer Substanz, ist kaum entkalkt, lückig ausgebildet und nur ca. 2 cm mächtig.

inkohlt, Inkohlung

Ohne Einwirkung von Feuer ablaufende Kohleverdung von Pflanzenresten.

Kies

Gesteinskomponenten mit Korngrößen zwischen 2 mm und 60 mm.

Kolluvium

Bodentyp mit Ah-M-II...-Profil, d. h. mit einem oder mehreren M-Horizonten aus verlagertem, meist feinkörnigem, mehr oder weniger humosem Bodenmaterial, das durch Wasser von Hängen abgespült und wieder akkumuliert wurde.

Lehm

Gemisch aus Ton, Schluff und Sand.

Liegendes

Ursprünglich ein bergmännischer Ausdruck für das eine Bezugschicht unterlagernde Gestein.

limnisch

Im Bereich von Süßwasserseen.

Lithologie

Charakterisierung der Sedimente aufgrund des petrographischen Sedimentinhaltes, Gefüge, Schichtung und Faziesmerkmalen.

Lithostratigraphie, lithostratigraphisch

Gliederung der Gesteine (Lockergesteine, Felsgesteine) aufgrund anorganischer und organischer Merkmale und Inhalte nach ihrer zeitlichen Entstehungsfolge. Die Lithostratigraphie kommt bei der Ge steinscharakterisierung ohne Fossilien aus.

Lockersyrosem

Bodentyp mit Ai-C-Profil. Es handelt sich um einen Gesteins rohboden mit beginnender Ausbildung eines humosen Oberbodens.

Oberboden

Mineralischer, humoser Horizont eines Bodenprofils mit brauner bis schwarzbrauner Farbe.

Pararendzina

Bodentyp mit Ah-(Cv)-C-Profil, d.h. mit humosem Oberboden (Ah-Horizont) direkt über kalkreichem Muttergestein (C-Horizont). Pararendzinen entwickeln sich mit fortschreitender Verwitterung zu Braunerden.

Pararendzina-Gley

Bodentyp mit Ah-Cv-Go-Gr-Profil, Horizontfolge wie Gley-Pararendzina, Obergrenze des Go-Horizontes, jedoch weniger als 0,4 m unter der Geländeoberfläche.

Pedologie, pedologisch

Synonymbegriff für Bodenkunde bzw. bodenkundlich. Die Bodenkunde befasst sich mit der Untersuchung von Zustand und Veränderung des Bodens. Der Boden stellt das mit Wasser, Luft und Lebewesen durchsetzte, unter dem Einfluss der Umweltfaktoren entstandene und im Zeitalter sich weiter entwickelnde Umwandlungsprodukt mineralischer und organischer Substanzen dar.

polygenetische Lockersyrosem-Pararendzina-Gley-Böden

Bodenprofile, an denen mehrere Bodenbildungssphasen bei hohem Grundwasserstand identifiziert werden können, die teils im Initialstadium (Lockersyrosem), teils im Pararendzina-Stadium durch Überschüttung abgebrochen wurden.

pedogenetisch

Die Entstehung des Bodens betreffend.

petrographisch

Gesteinskundlich. Die Petrographie ist eine Naturwissenschaft, die sich mit der Zusammensetzung der Gesteine, ihrem natürlichen Vorkommen und den gesteinsbildenden Vorgängen befasst.

Perkolation

Durchsickerung des Bodens von oberflächlich eingedrungenem Wasser oberhalb des Grundwasserspiegels.

Sand

Charakterisiert mineralische Bodenbestandteile mit Korngrößen zwischen 0,063 und 2 mm.

Schichtdiskordanz

Bezeichnung der scharfen Schichtgrenze zwischen zwei Sedimentschichten mit unterschiedlicher Orientierung der Schichtung.

Schluff

Mineralische Bodenbestandteile mit Korngrößen zwischen 0,002 und 0,063 mm auch Silt genannt.

Schwemmlehm

Bei Überflutungen oder Hangabschwemmungen abgelagertes feinkörniges Sediment, bezüglich der Kornverteilung ein Gemisch aus Ton, Schluff und Feinsand.

Sedimentation

Vorgang der Ablagerung oder der Abscheidung. Das gebildete Ge stein ist sehr oft geschichtet.

Steine

Mineralische Bodenbestandteile mit Korngrößen zwischen 60 mm und 200 mm.

Substrat

Ausgangsmaterial der Bodenbildung, Synonymbegriff für Mutterge stein oder Ausgangsgestein.

terrestrisch

Festländisch.

Ton, Tonfraktion

Bezeichnung für mineralische Bodenbestandteile mit einer Korngröße kleiner als 0,002 mm. In dieser Fraktion kommen hauptsächlich sogenannte Tonmineralien vor.

Übergusschichten

Flach geschichtete Bach- oder Flussablagerungen im Deltabereich. Die Übergusschichten überlagern ältere, schräg geschichtete Deltaablagerungen.

Überkorn

Korn, das deutlich grösser ist als das übrige Korngrössenspektrum im Sediment.

Unterboden

Durch die Bodenbildung beeinflusste mineralische Bodenhorizonte unterhalb des humosen, mineralischen Oberbodens. Farbe meist gelb braun bis rötlich braun.

verbraunt, Verbraunung

Als Verbraunung bezeichnet man den in kalkfreien bzw. vorgängig entkalkten, durchlüfteten Profilbereichen ablaufenden Vorgang der Eisen- und Manganhydroxidausfällung. Eisen und Mangan stammen in der Regel aus in Verwitterung begriffenen Silikatmineralien (z. B. Glimmer).

Untersuchungsmethoden

Profilaufnahmen

Wesentliche Bestandteile der anlässlich der archäologischen Grabungen durchgeföhrten Einzeluntersuchungen waren die detaillierten, bodenkundlichen und stratigraphischen Profilaufnahmen nach einheitlichen Kriterien. Erst die Einheitlichkeit der Profilansprachen ermöglicht raumbezogene Auswertungen, die über einen einzelnen Untersuchungsort hinausgehen.

Für die bodenkundlichen Kriterien und die Bezeichnung der Horizonte war die Kartieranleitung der Arbeitsgruppe Bodenkunde der Geologischen Landesämter und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in der BRD massgebend.²⁷ Die sedimentologischen Kriterien richten sich nach Nijmann.²⁸ Wohlfarth Meyer und Bühl²⁹

entwickelten auf dieser Grundlage Ansprache- und Darstellungshilfen für die Profilbeschreibung.

Bei allen Profilaufnahmen im Feld wurden die folgenden Bodeneigenschaften für jede angesprochene Schicht bzw. jeden Horizont geklärt:

- Bodenart/Kornverteilung
- Karbonatgehalt der Feinerde
- pH-Wert
- Verwitterungszustand des Grobbodens

²⁷ Arbeitsgruppe Bodenkunde der Geologischen Landesämter und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in der BRD 1982.

²⁸ Nijmann 1973.

²⁹ Wohlfarth Meyer und Bühl 1989.

- Humusgehalt
- Rezente Durchwurzelung
- Vegetationsresten
- Mangan- und Eisenverbindungen
- Bodenfarbe und Farbverteilung
- Kulturresten
- Fossilgehalt
- Gefügemerkmale
- Interne Schichtstrukturen
- Schichtgrenzen
- Stratigraphische Interpretation
- Bodenkundliche Interpretation

Die Bodenfarbe wurde jeweils mit Hilfe der Standard Soil Colour Charts (SSCC) bestimmt. Die Bestimmung der Bodenart erfolgte im Feld mittels Fingerprobe. Zusätzlich wurde an einigen Referenzprofilen im Labor eine Korngrößenanalyse mittels des kombinierten Pipett-Nasssieveverfahrens durchgeführt.

Bodenchemische Analysen³⁰

An 48 Bodenprofilen wurden insgesamt 220 gestörte Bodenproben entnommen und die Proben im Labor hinsichtlich folgender Gehalte untersucht:

- Karbonatgehalt (CaCO_3) als Indikator des Verwitterungszustandes

- Humusgehalt (ausgedrückt als Gehalt an organischem Kohlenstoff, C-organisch)
- Totaler Stickstoffgehalt (N-total). Das Verhältnis C-organisch/N-total ist ein Indikator für den Abbauzustand des Humus.
- Totaler Phosphatgehalt (PO_4^{3-} -total) als Siedlungsindikator.

Bei speziellen Fragestellungen, z. B. nach dem anthropogenen Eintrag salzhaltiger Lösungen in den Boden, wurden an einzelnen Profilen auch der pH-Wert und die austauschbar gebundenen Kationen (Kalium, Natrium, Calcium und Magnesium) sowie die Kationenaustauschkapazität bestimmt.

Altersbestimmungen an inkohlten Pflanzenresten

Die Altersbestimmungen an inkohlten Pflanzenresten aus einigen Schlüsselprofilen dienten der zeitlichen Eingrenzung von natürlichen Ablagerungs- und Bodenbildungsprozessen. Die hierzu eingesetzte moderne Beschleunigungsmassenspektrometrie ist eine Methode, die es ermöglicht, geringste Konzentrationen von langlebigen Radioisotopen in kleinsten Proben nachzuweisen. Für die Altersbestimmung an inkohlten Pflanzenresten genügten wenige mg Probenmengen. Gemessen wurde das durch kosmische Strahlung erzeugte Radioisotop ^{14}C .³¹

³⁰ Die Analytik betreute in umsichtiger Weise Kurt Barmettler am Institut für terrestrische Ökologie der ETH Zürich. Die Analyseverfahren werden in Bühl, Sticher und Barmettler 1989 beschrieben und diskutiert.

³¹ Die Datierungen und die Kalibrierung der Messwerte führte das Institut für Mittelenergiephysik der ETH Zürich (Prof. W. Wölfli, Dr. G. Bonani) aus.

