Neue quartärgeologische Erkenntnisse von Baugrunduntersuchungen für die N7 im Kanton Thurgau

Autor(en): **Keusen, H.R.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft**

Band (Jahr): **41 (1976)**

PDF erstellt am: **26.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-593738

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Neue quartärgeologische Erkenntnisse von Baugrunduntersuchungen für die N 7 im Kanton Thurgau

H. R. Keusen

Adresse des Verfassers

Dr. phil. H. R. Keusen
Geologe, GEOTEST AG, Bern, Lausanne, St. Gallen
Lukasstrasse 17
9008 St. Gallen

I Einleitung

Die projektierte Nationalstrasse N7 verbindet Winterthur mit Konstanz. Sie verläuft von Attikon (Anschluss N1) über Kefikon, streift Frauenfeld an dessen Nordrand und überquert die Thur bei Grüneck. Die Höhe des Seerückens wird über Wigoltingen–Engwilen–Neuwilen gewonnen, worauf die Autobahn in weitem Bogen zum Rhein abfällt und westlich von Kreuzlingen über das Tägermoos Konstanz erreicht (siehe Situation, Beilage 1).

Die Baugrundverhältnisse der ganzen Strecke wurden in der Zeit von 1967 bis 1969 durch die GEOTEST im Detail untersucht, um die notwendigen Voraussetzungen für die weitere Projektierung zu schaffen. Dabei wurden folgende Untersuchungsmittel in möglichst optimaler Kombination eingesetzt:

- Geophysik, insbesondere Refraktionsseismik und Geoelektrik
- Bohrungen mit Bohrlochversuchen und Probenentnahmen
- Rammsondierungen
- In-situ-Versuche, insbesondere Drehflügelversuche
- Laborversuche, insbesondere Klassifikations-, Setzungs- und Scherversuche.

Wir möchten es nicht unterlassen, an dieser Stelle Herrn *F. Häusler* vom Autobahnamt des Kantons Thurgau für die vorzügliche Zusammenarbeit sowie für seine Einwilligung zur Veröffentlichung der Untersuchungsergebnisse zu danken.

Geologischer Überblick

Das Gebiet, welches von der N7 durchquert wird, kann in folgende vier dominierende geologisch-morphologische Landschaften eingeteilt werden:

- Die Moränenlandschaft zwischen Attikon und Frauenfeld
- Die Alluvialebene der Thur
- Die Moräne-Molasse-Landschaft des Seerückens
- Die Ebene des Tägermooses.

Den felsigen Unterbau des Gebietes bildet die flachliegende Obere Süsswassermolasse, welche meist von einer mehr oder weniger mächtigen Schicht aus Moränenmaterial überdeckt ist. Petrographie und Stratigraphie der Molassegesteine wurden von *Geiger* (1943) und *Hofmann* (1951, 1955, 1960) eingehend beschrieben.

Von den diluvialen Sedimenten sind heute fast nur noch Moränenmaterialien der letzten Eiszeit Würm vorhanden. Ältere glaziale Schotter sind bis auf wenige Relikte erodiert. Am Seerücken und in der Gegend zwischen Attikon und Frauenfeld präsentieren sich die Würmablagerungen vorwiegend in Form von Drumlins und Moränenwällen.

Auf der Nordostseite des Seerückens bei Kreuzlingen taucht die Würmgrundmoräne unter die mächtigen Ablagerungen von Seetonen und Seesilten des Tägermooses. Diese sind folglich eindeutig postglazialer Entstehung.

Ähnliches ist an den Flanken des Thurtales zu beobachten: Die Würmmoräne taucht auch hier unter die ebenfalls postglazialen Silt- und Sandablagerungen der Thur (siehe Profil, Abb. 2).

Diese ältesten der vorhandenen Thurablagerungen sind von jüngeren alluvialen Schottern überdeckt. Zwischenlagerungen von Feinsandschichten in den Schottern deuten auf zeitweilig wechselnde Sedimentationsbedingungen hin, was auch durch lokale Torfeinlagerungen bestätigt wird. Die Schotterakkumulation der Thur, welche einen der bedeutendsten Grundwasserträger entstehen liess *(Weber,* 1953), wird durch eine 1–4 m mächtige Feinsand-Silt-Schicht abgeschlossen.

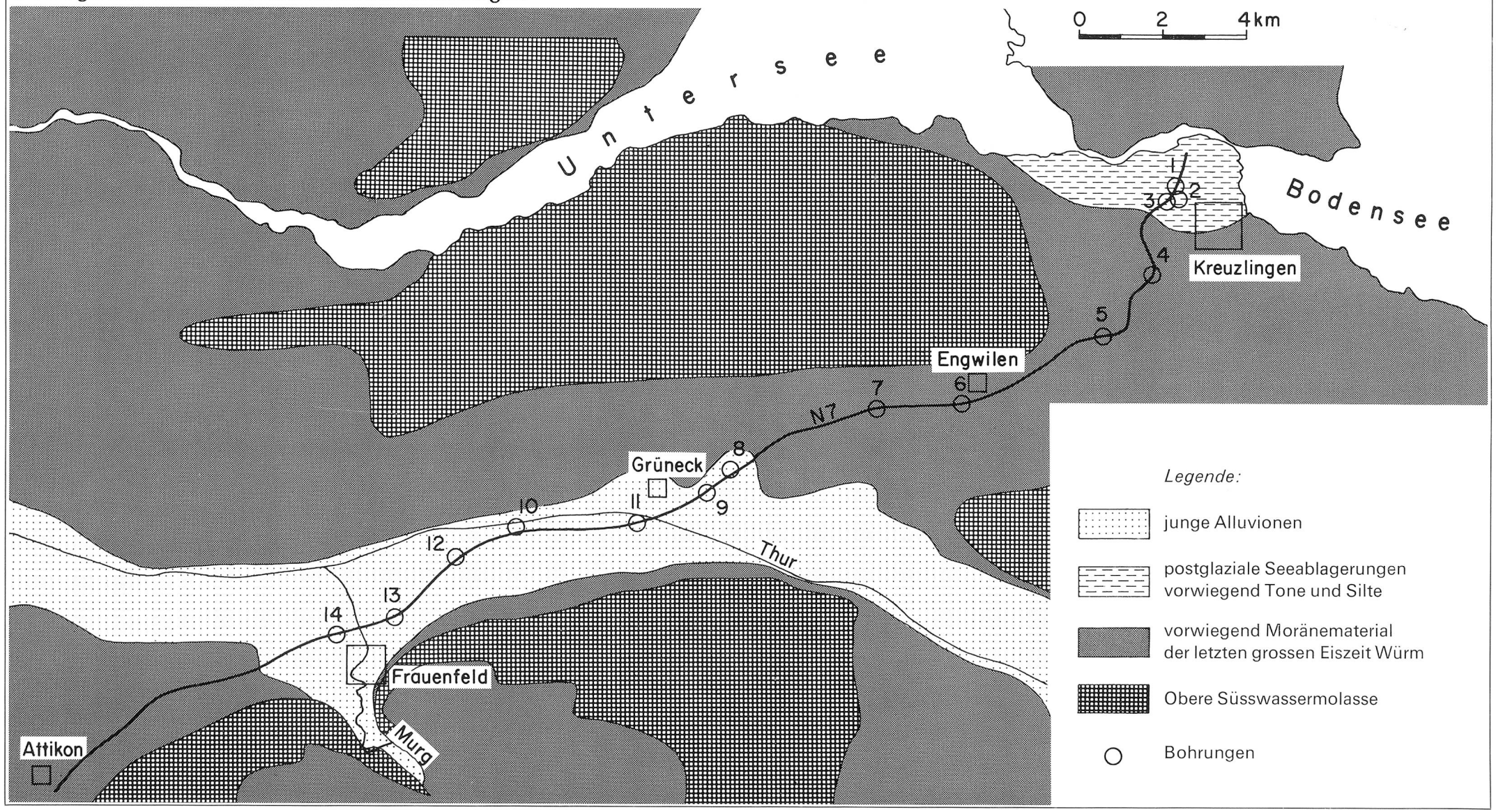
Im Raume Frauenfeld werden die Sedimente der Thur von den jungen Schichten des Murg-Schutt-Kegels überlagert oder z.T. durchbrochen.

Problemstellung

Die ausgeprägten jüngsten Sedimentationsvorgänge bedingen, dass die Geologie des untersuchten Gebietes vor allem durch die quartären Gesteine beherrscht wird. Die Baugrunduntersuchungen für die N7 mussten sich denn auch vorwiegend mit diesen Sedimenten befassen. Durch die umfangreichen Laboruntersuchungen stand uns ein vielfältiges Datenmaterial für die Auswertung zur Verfügung.

Im folgenden werden die Materialeigenschaften, insbesondere die

Geologische Übersichtsskizze des Mittelthurgau



Korngrössenverteilungen, der untersuchten Quartärgesteine beschrieben. Es wird versucht, durch eine statistische Auswertung der Korngrössen-Analysendaten Rückschlüsse auf die Entstehung und die Ablagerungsmilieus der fraglichen Gesteine zu ziehen.

II Die quartären Gesteine

Entlang der N7 wurden in Bohrungen und Baggerschlitzen folgende quartäre Formationen angetroffen:

- Moränengesteine der Würmvergletscherung
- Postglaziale Seetone und Seesilte im Tägermoos bei Kreuzlingen
- Ältere Thurablagerungen: Feinsande und Silte
- Alluviale Thurschotter
- Jüngere und jüngste Ablagerungen der Thur: Feinsande und Silte zwischen und über den alluvialen Thurschottern
- Ablagerungen der Murg (Murgschuttfächer).

Die studierten Aufschlüsse konzentrieren sich auf einen sehr schmalen Streifen entlang der N7 quer durch den Mittelthurgau. Quartärgeologisch liegt die untersuchte Zone jedoch so günstig, dass die regional wichtigen quartären Formationen untersucht werden konnten.

Materialeigenschaften

Für die geotechnische Beurteilung und Klassierung des Baugrundes der N7 wurden durch die Geotest insgesamt 302 gestörte und ungestörte Bodenproben im Labor untersucht. Für unsere Betrachtungen haben wir jedoch nur jene ausgewählt, welche geologisch eindeutig einer bestimmten Formation zuzuordnen waren. Oberflächennahe Lockergesteine, deren Eigenschaften mehr oder weniger durch sekundäre Umlagerungsprozesse verfälscht sind, wurden nicht berücksichtigt.

a Die Korngrössenverteilung

Mit Hilfe der granulometrischen Analyse kann die Korngrössenhäufigkeitsverteilung des betreffenden Gesteins aufgefunden werden, die eine genaue Klassierung erlaubt und von der wichtige Parameter für die Genese abgeleitet werden können.

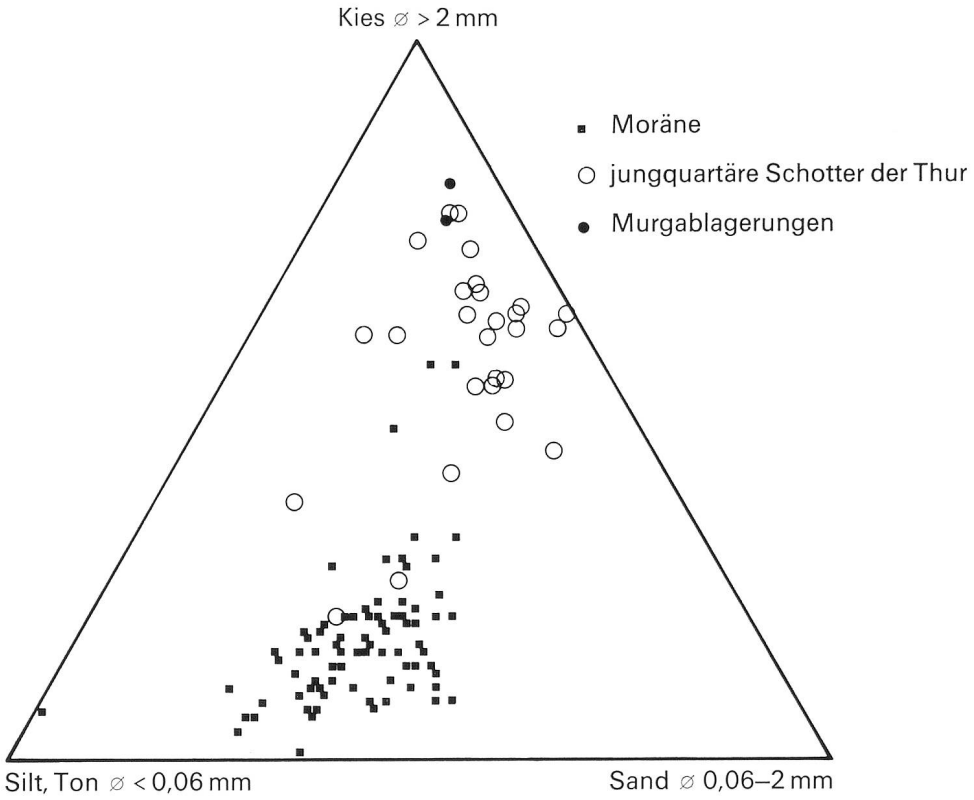
Konzentrationsdreiecke

Einen Überblick über die Korngrössenanteile der untersuchten Lockergesteine geben die *Konzentrationsdreiecke* (Abb. 1a und 1b). Die kieshaltigen Sedimente, Moränen, junge quartäre Schotter der Thur und der Murg sind im Kies-Sand-Silt/Ton-Dreieck a dargestellt, kiesfreie Sedimente im Sand-Silt-Ton-Dreieck b.

Anhand der Konzentrationsdreiecke können die entsprechenden Sedimentsbezeichnungen abgeleitet werden:

Moräne	toniger Silt mit reichlich Sand und wenig Kies
Postglaziale Seetone von Kreuzlingen	tonige Silte bis siltige Tone
ältere und jüngste Ablagerungen der Thur	siltige Sande
	tonige Silte
Jungquartäre Schotter der Thur	siltige Kiese mit reichlich Sand
Ablagerungen der Murg	vorwiegend saubere Sande und Kiese

Beachtenswert sind die verschieden grossen Streubreiten der einzelnen Sedimente, die auch in den Auswertungen anderer Parameter (siehe S. 96) deutlich in Erscheinung treten. Die grobkörnigen Lockergesteine



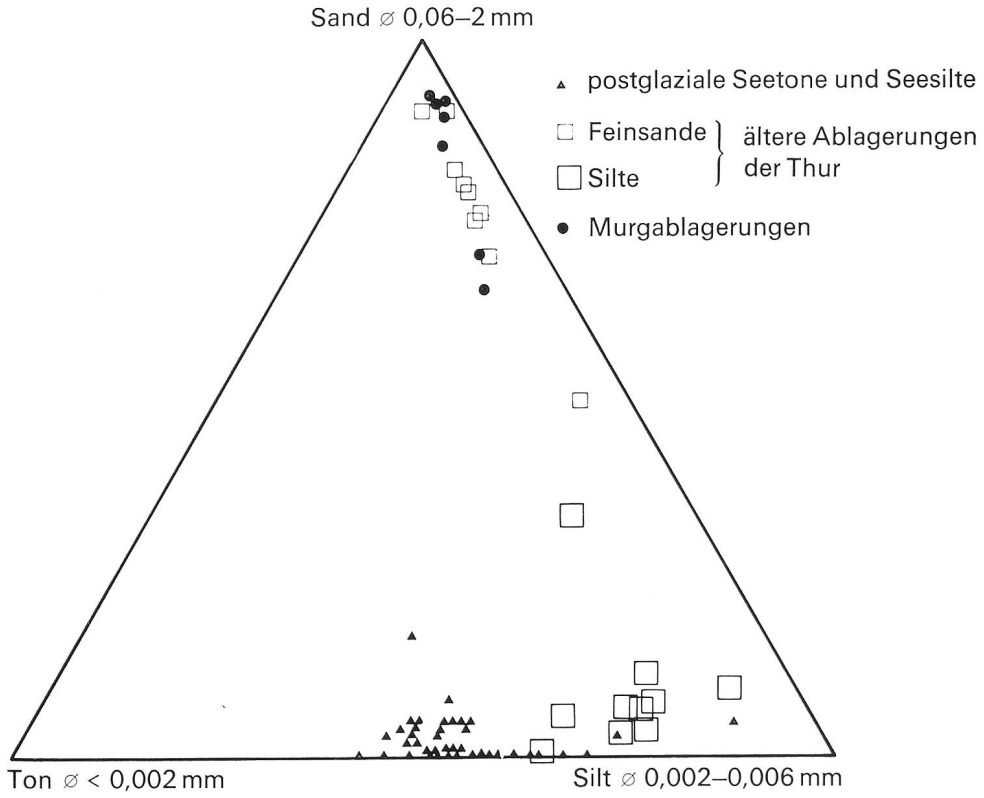


Abbildung 1a und 1b:
Darstellung der untersuchten Quartärgesteine in Konzentrationsdreiecken. Oben: kieshaltige Gesteine. Unten: kiesfreie Gesteine.

streuen über relativ grosse Korngrössenbereiche, während die Streubereiche der feinkörnigen Gesteine auffallend klein sind.
Für die weitere Charakterisierung der einzelnen Gesteine sind vor allem die *Summationskurven* (Kornsummenkurven), wie sie für geotechnische Zwecke oft verwendet werden, sehr nützlich. In jedem Punkt der Kurve, welcher eine bestimmte Korngrösse repräsentiert, kann abgelesen werden, wieviele Gewichtsprozente des Korngemisches grösser und kleiner sind als diese bestimmte Korngrösse. Abb. 2 illustriert die Bereiche der Summationskurven der untersuchten Gesteine.

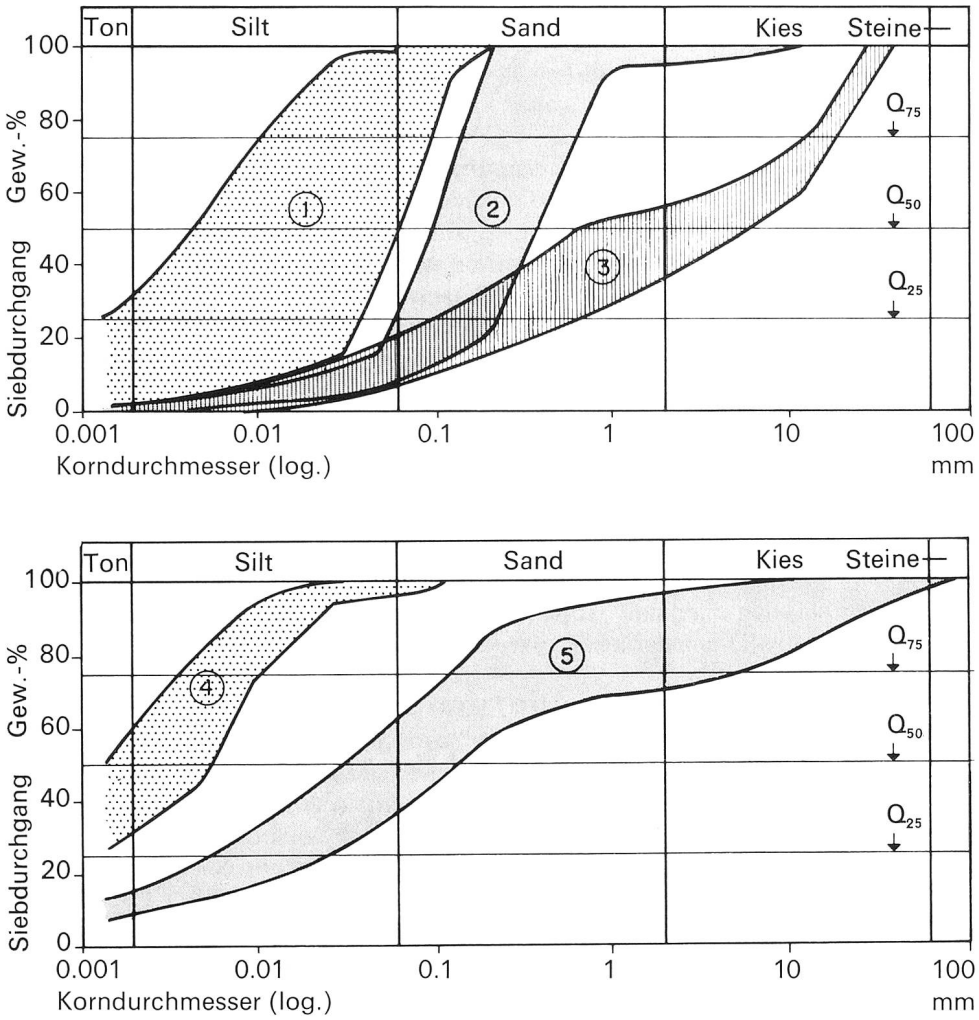


Abbildung 2
Streubereiche der Summationskurven der untersuchten Quartärgesteine
1, 2 Ältere Ablagerungen der Thur (Seebodenlehm und Schlammsande)
3 Alluviale Schotter der Thur
4 Postglaziale Seetone und Seesilte
5 Moräne

Im Einklang mit *Füchtbauer* und *Müller* (1970) und *Engelhardt* et al. (1973) sowie *de Quervain* (1967) können aus den Summationskurven folgende wichtige Parameter abgeleitet werden:

Medianwerte Q_2

Sortierungsgrad $S_0 = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}$

Schiefekoeffizient $S_k = \frac{Q_1 \cdot Q_3}{Q_2^2}$

Der *Medianwert* Q_2 ist der Korndurchmesser, bei welchem der Siebdurchgang der Hälfte des Materials entspricht. Analog sind Q_1 und Q_3 definiert, bei denen der Siebdurchgang 75 resp. 25 Gewichtsprozent des Materials umfasst.
Die Medianwerte der untersuchten Gesteine sind in den Histogrammen von Abb. 3 dargestellt. Der Medianwert wird oft auch als «wirksamer Korndurchmesser» bezeichnet. Er steht in engem Zusammenhang mit der Transportkraft, welche im Ablagerungsmilieu vorhanden war.

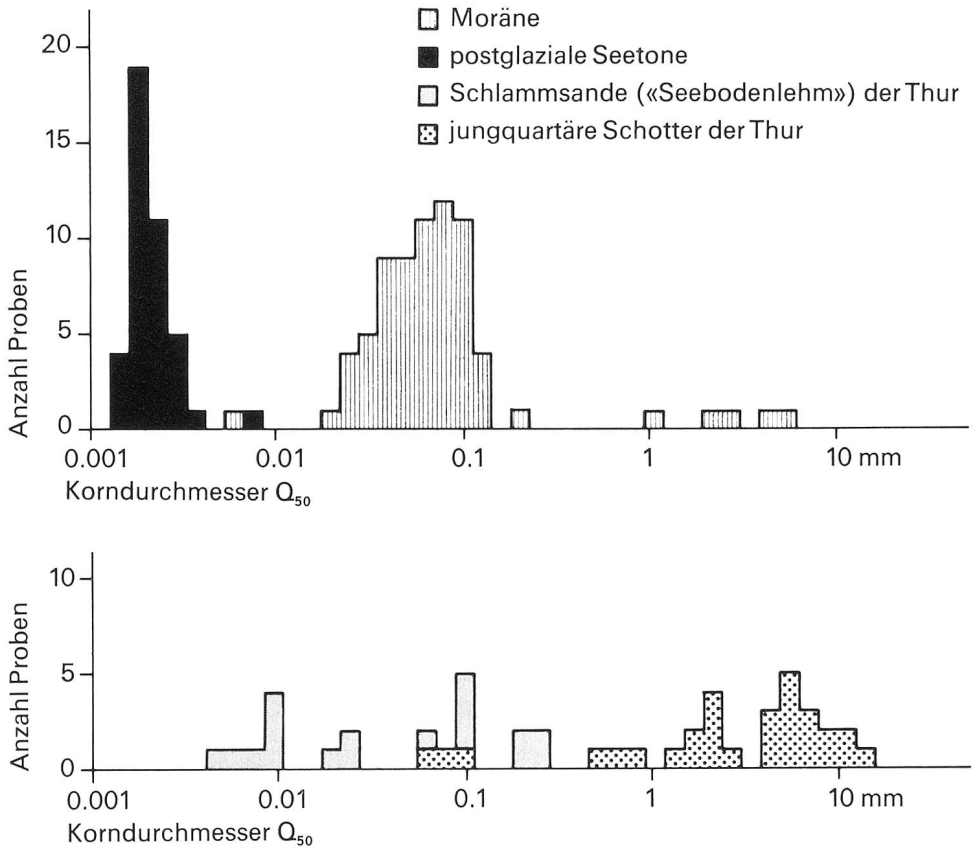
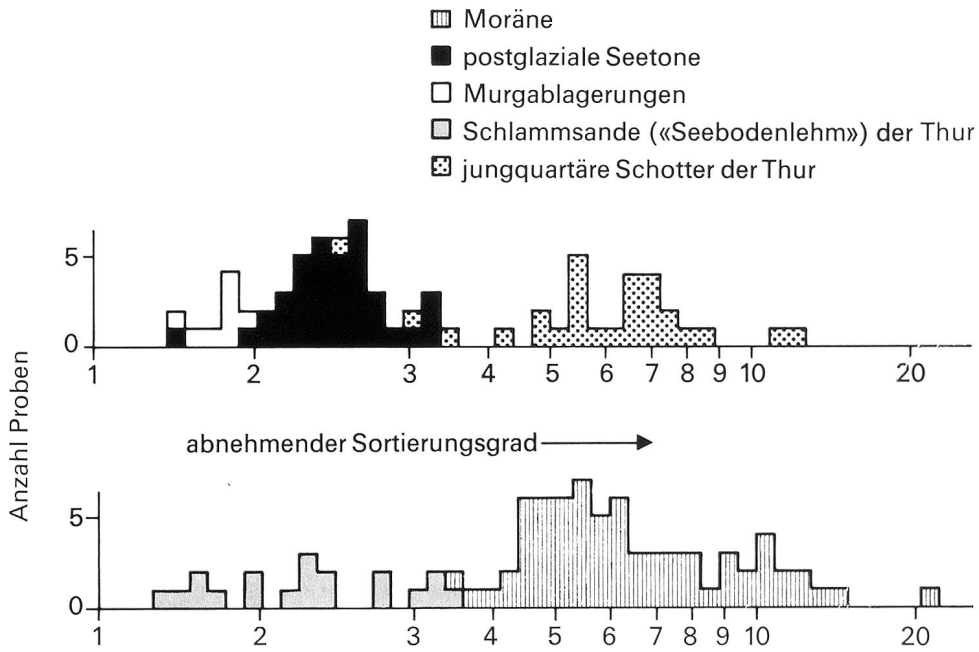


Abbildung 3
Medianwerte der untersuchten quartären Gesteine.

Der *Sortierungsgrad* (Aufbereitungsgrad) S_o ist ein Mass für die Zahl der am Aufbau des Gesteins beteiligten Korngrössen. Ist nur eine Korngrösse vorhanden, was der vollkommensten Sortierung oder Aufbereitung entspräche, so wäre $S_o = 1$, d.h. die Summationskurve wäre eine senkrechte Linie.
Dieser Fall kommt jedoch in der Natur kaum vor. S_o ist stets grösser als 1, d.h. der Sortierungs- resp. Aufbereitungsgrad weicht mehr oder weniger von der vollkommenen Fraktionierung ab.



Sortierungsgrad $S_o = \sqrt{\frac{Q_{75}}{Q_{25}}}$

Abbildung 4
Sortierungsgrad der untersuchten quartären Gesteine

Die Unterschiede im Sortierungsgrad der untersuchten Gesteine sind in den Histogrammen von Abb. 4 graphisch veranschaulicht.
Postglaziale und einzelne ältere, vorwiegend siltige Ablagerungen der Thur wie auch die Murgsande und -kiese haben einen guten bis sehr guten Sortierungsgrad. Die alluvialen Schotter und die Moränengesteine sind hingegen schlecht sortiert. Der gleiche Trend ist auch aus den Konzentrationsdreiecken, Abb. 1 und den Kornsummenkurven Abb. 2 deutlich ablesbar.
Mit *Schiefekoeffizienten* S_k können Abweichungen von der Symmetrie der Kornsummenkurve, welche durch eine grössere Anzahl von Kornklassen im gröberen Bereich als im feinkörnigen Bereich (und umgekehrt) verursacht sind, erfasst werden.
Für den vorliegenden Fall haben wir auf eine statistische Auswertung der Schiefekoeffizienten verzichtet. Alle Quartärgesteine mit Ausnahme der Moräne weisen im Mittel Schiefekoeffizienten auf, welche kleiner als 1 sind, was bedeutet, dass die Anzahl an Kornklassen im gröberen Bereich kleiner ist.

b k-Wert, Porosität

Weitere Eigenschaften der untersuchten Gesteine, welche geologisch von Interesse sind, sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Die vor allem für die Hydrogeologie wichtige Porosität der Thurschotter konnte nicht ermittelt werden, da keine Raumgewichtsbestimmungen ausgeführt wurden.

III Zur Genese der quartären Gesteine des Kantons Thurgau

a Voraussetzungen

Die grosse Anzahl der zur Verfügung stehenden Kornverteilungsanalysen ermöglichte uns eine statistische Auswertung. Nur dank dieser können wir uns auch erlauben, einige Gedanken zur Genese der fraglichen quartären Gesteine anzubringen.
Es wäre denn auch völlig verfehlt, aufgrund nur einer oder weniger Kornsummenkurven Rückschlüsse auf die Entstehung des betreffenden Gesteins ziehen zu wollen.
Die untersuchten Sedimente weisen deutliche Unterschiede in ihren Korngrössen und den daraus abgeleiteten Parametern auf, was auf unterschiedliche Ablagerungsbedingungen zurückzuführen ist.
Dabei ist die Transportkraft von entscheidender Bedeutung, was am ehesten an den beiden Ablagerungsmilieus *lakustrisch* und *fluviatil* veranschaulicht werden kann. In beiden Ablagerungsmilieus, welche gewissermassen Endglieder bilden, treten jedoch ihrerseits verschieden energiereiche Milieus auf. Wichtigste Faktoren der Transportkraft von Flüssen sind deren Gefälle und Wassermenge, die je nach Geländetopographie und Geometrie des Flussbettes stark variieren können. Tritt ein Fluss über die Ufer und überflutet mehr oder weniger grosse Teile des Talbodens, verringert sich die Transportkraft erheblich. Durch die rasche Ablagerung des Schwemmaterials entstehen die typischen *Überflutungssedimente (Engelhardt* et al., 1973), welche sich durch eine extrem schlechte Sortierung auszeichnen. Die Feinkomponenten, die im eigentlichen Flussbett durch die höhere Transportkraft weggeschwemmt worden wären, sind hier stark vertreten.
Tritt im Flussbett selbst eine plötzliche Verringerung des Gefälles, z. B. durch einen Geländeknick auf, so kommt es je nach Transportkraft zur Ablagerung von gut sortierten Kiesen und Sanden (Strombettsedimente). Nimmt das Gefälle des Flusses und damit die Transportkraft weiter ab, wie zum Beispiel beim Einfluss in einen Talboden oder einen See (Delta) werden mehr und mehr kleinere Partikel abgelagert, wie Feinsande und Silte. Die feinste Suspensionsfracht lagert sich lakustrisch als Silt und Ton je nach herrschenden Strömungen und Turbulenzen in unterschiedlicher Entfernung vom Ufer ab.
Da Sedimentationsvorgänge vielfach mit solchen der Erosion verknüpft sind, präsentiert sich der zu interpretierende Schichtaufbau oft mit Lücken, was eine genetische Deutung sehr erschweren kann. Dieser Umstand muss bei den folgenden entwicklungsgeschichtlichen Gedanken über die quartären Gesteine des Thurgaus berücksichtigt werden.

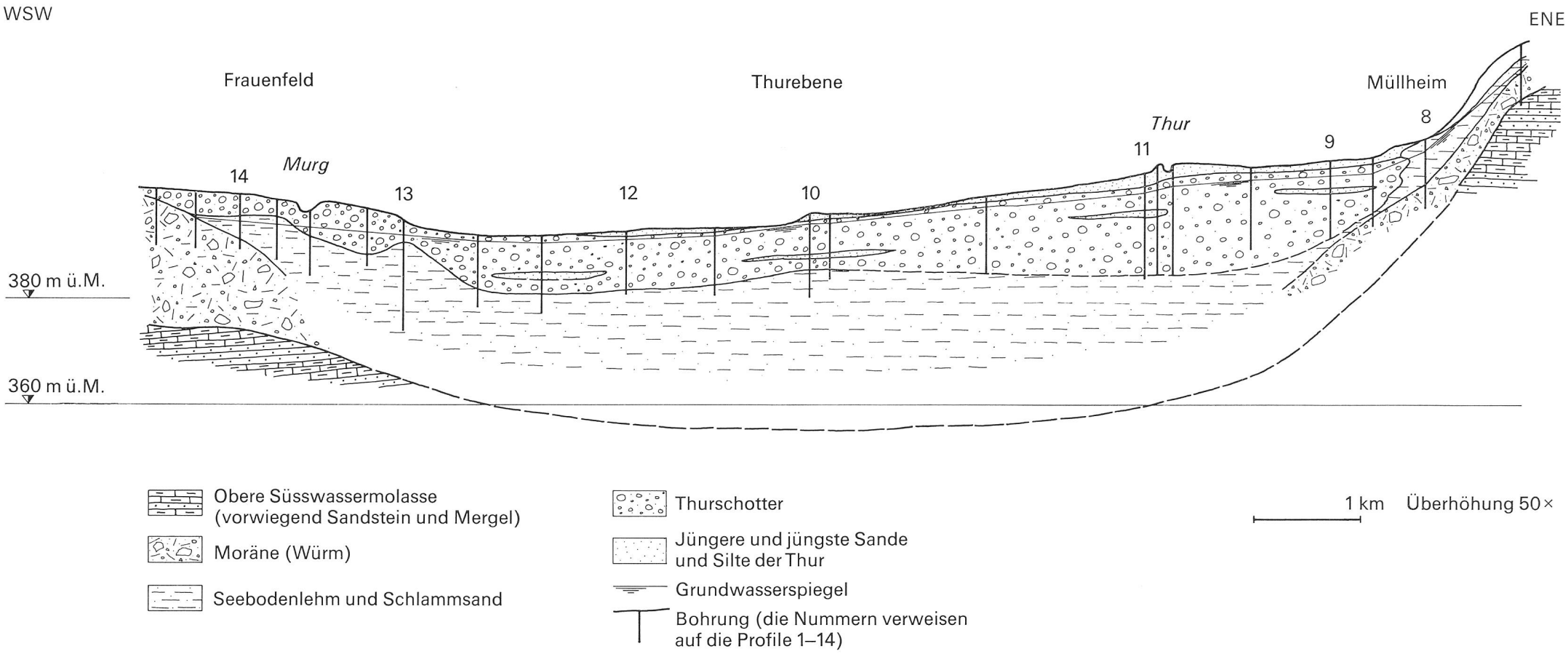
Wichtigste geotechnische Eigenschaften der quartären Gesteine des Thurgaus

Tabelle 1

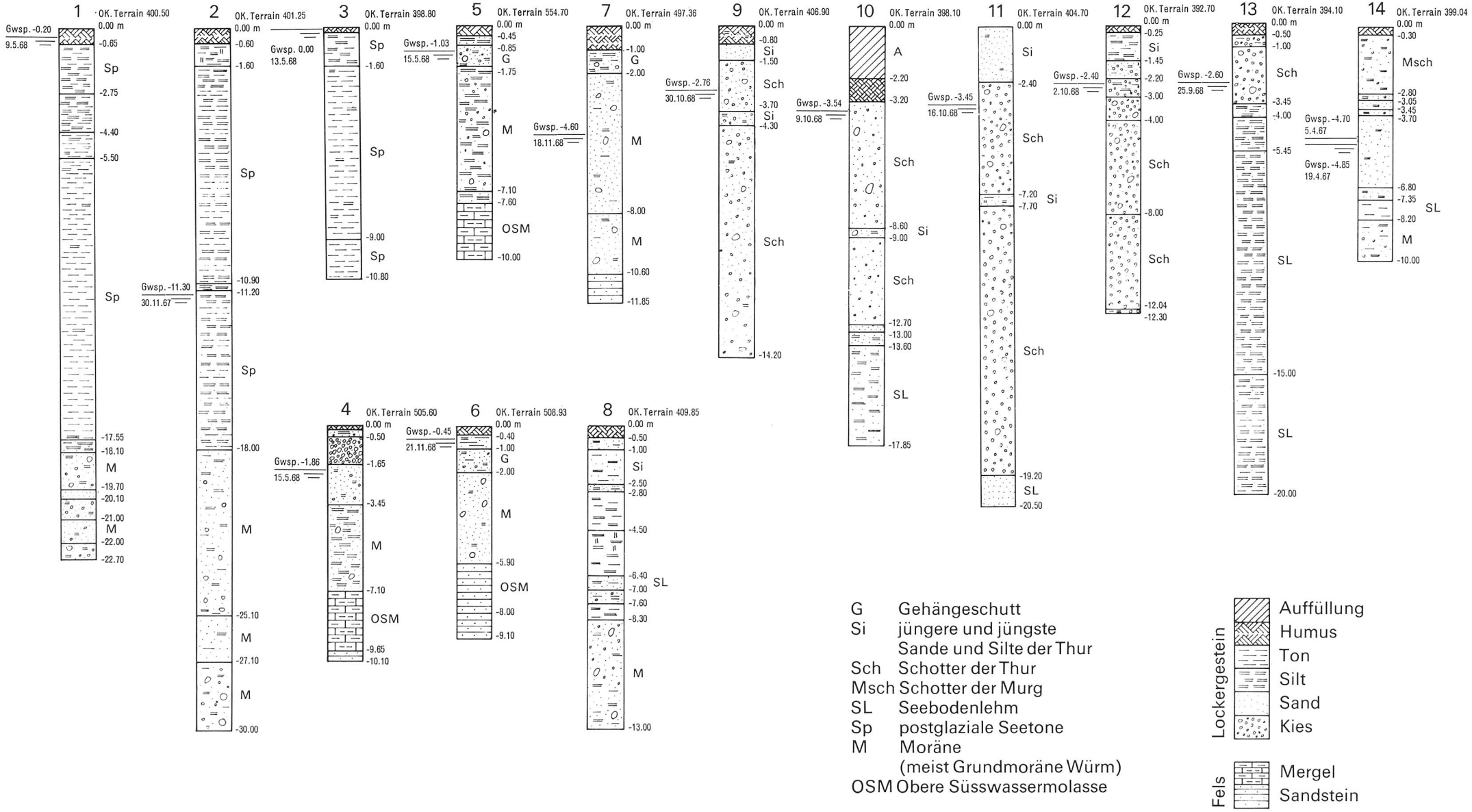
	Grundmoräne (Würm)	Postglaziale Silte und Tone	Thurablagerungen		
			«Seebodenlehme» (Feinsande bis Silte)	jungquartäre Schotter	jüngste Deckschicht (Feinsande und Silte)
Wassergehalt	10%	30–43%	20–28%	bestimmte Werte nicht repräsentativ	22–30%
Mittleres spezifisches Gewicht	2.70	2.70–2.72	2.67–2.71	2.72	2.72
Feuchtraumgewicht	2.1–2.2	1.8–1.95	1.9–2.05	nicht bestimmt	1.75–2.00
Porosität	25%	45–51%	41%	–	44%
Durchlässigkeitsbeiwert (k-Wert) in m/sec	$1.8 \cdot 10^{-10}$ bis $4.4 \cdot 10^{-7}$*	«10^{-8} bis 10^{-7}**	< 10^{-8} bis 10^{-5}**	$1 \cdot 10^{-4}$ bis $1 \cdot 10^{-2}$**	1 bis $5 \cdot 10^{-8}$*
Reibungswinkel (aus Triaxialversuch)	36–39°	23–29°	nicht bestimmt	nicht bestimmt	25–36°

* Bestimmung mit Ödometer
** Bestimmung aus Kornverteilung nach Slichter

Geologisches Profil durch das Thurtal zwischen Frauenfeld und Müllheim



Bohrprofile



b Die postglazialen Seetone und Seesilte von Kreuzlingen

Es handelt sich um typisch lakustrische Ablagerungen, welche mit Sicherheit postglazial datiert werden können, da sie die Würmmoräne überlagern. Sie entstanden nach dem Rückzug der Gletscher, deren Flüsse grosse Mengen von Moränenmaterial aufarbeiteten und verfrachteten. Ähnliche Gesteine postglazialer, z.T. interglazialer Entstehung sind aus vielen Gebieten bekannt (Belp, Aaretal, Solothurn–Grenchen, Biel, Kandersteg u.a.). Auch rezent können ähnliche Vorgänge in den Voralpenseen beobachtet werden.
Charakteristisch ist neben dem überwiegenden Feinanteil eine gute Sortierung S_o und eine Schiefe S_k von kleiner als 1.

c Die Ablagerungen im Thurtal

Die älteren, über der Würmmoräne liegenden Silte (Seebodenlehme) der Thur haben ähnliche Eigenschaften in bezug auf ihre Kornverteilung wie die postglazialen Seetone von Kreuzlingen. Sie dürften ebenfalls in ruhigem Seemilieu abgelagert worden sein. Dieser Thursee *(Weber* 1953) bedeckte das Thurtal nach dem Rückzug der letzten Gletscher von Gütighausen bis hinauf nach Sulgen. Die von allen Seiten einmündenden Flüsse lagerten hier ihr Suspensionsgut ab. Der See dürfte jedoch bald einmal in seinem oberen Teil beginnende Verlandungen aufgewiesen haben, welche langsam talabwärts fortschritten.
Das Ablagerungsmilieu wurde damit im allgemeinen durch eine leicht zunehmende Transportkraft bestimmt und es wurden grobkörnigere Sedimente, vor allem Feinsande, abgelagert. Die Verlandungsbereiche traten wahrscheinlich als Schlammsandebenen mit vielarmigen Flusssystemen in Erscheinung. Überflutungen mit entsprechender Überflutungssedimentation (siehe oben) waren häufig, welche sich vor allem in einem abnehmenden Sortierungsgrad ausdrücken. Ähnliche Ablagerungsverhältnisse dürften später immer wieder von Zeit zu Zeit aufgetreten sein (siehe unten).
Ob und wie sich die Sedimentation in diesem Stadium weiter entwikkelte, wissen wir heute nicht. Die Schichtfolge ist nämlich durch eine Lücke gekennzeichnet, welche durch Erosion bedingt ist. Im Gegensatz zu *Weber* (1953) nehmen wir an, dass nach der Schlammsandsedimentation ein grosser Teil dieser Ablagerungen wieder erodiert wurde. Zwischen Frauenfeld und Müllheim dürften die Schlammsande zuvor bis auf eine Höhe von mindestens 395 m über Meer aufgeschüttet gewesen sein. An den Talrändern sind noch Relikte dieser ehemaligen Schlammsandebene vorhanden (Bohrungen 8, 13 und 14).
Die plötzlich einsetzende Erosion ist am ehesten in einem Durchbruch des Restsees bei Gütighausen zu suchen. In der Folge wurden die Schlammsande und Seebodenlehme einer rückwärtsschreitenden Erosion unterworfen. Diese wurde durch das grössere Gefälle und allenfalls grössere Wassermengen begünstigt. Nach der teilweisen Erosion erfolgte wiederum Akkumulation, diesmal jedoch unter mehr fluviatilen Bedingungen, deren Produkte heute die Thurschotter sind. Die Bezeichnung Schotter scheint uns jedoch nicht ganz korrekt, handelt es sich dabei doch um schlecht sortierte sandige Kiese mit einem erheblichen Feinanteil. Es deutet alles darauf hin, dass es sich dabei nicht um Strombettsedimente, wie z. B. bei fluvioglazialen Schottern, handelt. Die Thurschotter tragen vielmehr die charakteristischen Kennzeichen von Überflutungssedimenten (Seite 98) mit hohen Feinanteilen und entsprechend relativ kleiner Durchlässigkeit (siehe Tabelle 1). Lokal kommen zwar reinere, also besser sortierte, fluviatile Kiese vor. Der überwiegende Teil der Thurschotter ist jedoch unter geringerer Transportkraft durch das ständige «über-die-Ufer-treten» der Thur und ihrer Nebenarme entstanden.
Zeitweise dürften einzelne Talbereiche von kleineren Seen eingenommen worden sein, wo Schlammsande sedimentiert und lokal auch Verlandungssedimente wie Torf gebildet wurden. Zeugen solcher Ereignisse sind die häufigen, gelegentlich von Torf begleiteten Feinsand-Zwischenschichten in den Thurschottern.
Abgeschlossen wurde dieser unruhige Sedimentationszyklus durch die Ablagerung von feinkörnigen, schlechtsortierten Feinsanden. Das Ablagerungsmilieu dürfte ähnlich ausgesehen haben wie bei der Schlammsandsedimentation vor der Thurschotterphase. Das Thurtal

wurde in dieser jüngsten Zeit wiederum von einer von unzähligen Flussarmen durchzogenen Schlammsandebene eingenommen, welche dauernd von Überschwemmungen heimgesucht wurde. Die dabei sedimentierten Feinsande und Silte schliessen die Thurschotter heute fast überall mit einer 1–4 m dicken Decke gegen oben ab.

d Die Murgablagerungen

Es wurden nur Proben untersucht, welche eindeutig dem Murgschuttfächer zuzuordnen waren, und dies sind nur wenige. Es handelt sich dabei im Gegensatz zu den Ablagerungen der Thur um reine fluviatile Strombettsedimente. Sie treten in Form von sauberen Sanden und Kiesen mit einem sehr guten Sortierungsgrad auf.

Bohrungen

Im Rahmen der Baugrunduntersuchungen für die N7 wurden insgesamt 47 Kernbohrungen und eine grosse Zahl von Handbohrungen abgeteuft. Die vom Strassenbau her genau definierte Problemstellung – nämlich tragfähigen Baugrund zu finden – führte leider oft zu einem für den Wissenschafter frühzeitigen Abbruch der Bohrarbeiten.
Nach geologischen Gesichtspunkten wurden die wichtigsten Bohrungen ausgewählt. Sie sind in der Situation, Seite 93, eingetragen. Die Ordnungsnummer jedes Bohrresultates entspricht derjenigen in Tabelle 2. Auf Seite 101 sind die entsprechenden Profile dieser Kernbohrungen wiedergegeben.

Tabelle 2 **Verzeichnis der Sondierbohrungen**

Ordnungsnummer auf Situation	Bezeichnung der Bohrung auf Originalplan	Koordinaten	Bohrdatum
1	10	279 980/729 350	1968
2	1		1967
3	5a	279 720/729 160	1968
4	47	277 880/728 630	1968
5	70	276 420/727 560	1968
6	508	724 089/274 802	1968
7	408	722 110/274 675	1968
8	306	718 499/273 399	1968
9	203	717 950/272 688	1968
10	53	713 510/271 847	1968
11	90	716 635/272 025	1968
12	29	721 068/271 132	1968
13	2	710 445/269 780	1968
14	45	709 050/269 350	1968

Literaturnachweis

Geiger, E., 1943
Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000. – Blatt 16 (Pfyn, Märstetten, Frauenfeld, Bussnang)

Geiger, E., 1968
Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000. – Blatt 54 (Weinfelden)

Hoffmann, F., 1967
Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000. – Blatt 52 (Andelfingen)

De Quervain, F., 1967
Technische Gesteinskunde. – Birkhäuser Verlag, Basel

Engelhardt, W., von Füchtbauer, H. und *Müller G.,* 1973
Die Bildung von Sedimenten und Sedimentgesteinen. – E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Füchtbauer, H. und *Müller, G.,* 1970
Sedimente und Sedimentsgesteine. – E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Hoffmann, F., 1951
Zur Stratigraphie und Tektonik des st.-gallisch-thurgauischen Miozäns (Obere Süsswassermolasse) und zur Bodenseegeologie. – Ber. Tätigk. St. Gall. naturw. Ges. 71.

Hoffmann, F., 1955
Neue geologische Untersuchungen in der Molasse der Nordostschweiz. Eclogae geol. Helv. 48/1.

Hoffmann, F., 1960
Beitrag zur Kenntnis der Glimmersandsedimentation in der Oberen Süsswassermolasse der Nord- und Nordostschweiz. – Eclogae geol. Helv. 53/1.

Weber, A., 1953
Die Grundwasser-Verhältnisse des Kantons Thurgau. – Baudep. des Kts. Thurgau und Thurg. naturf. Gesellschaft.

Geotest-Berichte
N7: Abschnitt Kefikon–Frauenfeld, 67–15
N7: Abschnitt Attikon–Kefikon, 67–24
N7: Abschnitt Frauenfeld–Grüneck, 67–150
N7: Abschnitt Grüneck–Engwilen 68–127
N7: Abschnitt Kreuzlingen–Engwilen 68–13