# Die Ittinger Schotter und ihr morphogenetisches Umfeld

Autor(en): **Müller, Erich R.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **89 (1996)**

Heft 3

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-167936

**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**

Eclogae geol. Helv. 89/3:1077–1092 (1996)

0012-9402/96/0301077-16 $1.50 + 0.20/0
Birkhäuser Verlag, Basel

# Die Ittinger Schotter und ihr morphogenetisches Umfeld

ERICH R. MÜLLER[1]

*Key words:* Lithostratigraphy, morphostratigraphy, paleogeography, Quaternary, Pleistocene, Pre-Würm glaciations, Rhine glacier, Ittinger Schotter, Buechberg-Schotter, Schaffhauser Rinnenschotter, NE-Switzerland

## ZUSAMMENFASSUNG

Im Sinne einer Arbeitshypothese werden die Vorkommen der «hochgelegenen», isolierten Ittinger Schotter sowie der alten, sehr hoch liegenden Seeablagerungen skizziert sowie ihre Landschaftsgeschichte aufgezeigt. Es wird dargestellt, dass die nach der NW von Frauenfeld gelegenen Kartause Ittingen benannten Schotter höchstwahrscheinlich keine würmeiszeitliche Bildung sind.

Zwischen dem Thur- und Seebachtal finden sich in der im Molassefels angelegten Seebachtal-Rinne Seesedimente, die die Ittinger Schotter unterlagern. Diese sind meist von einer mächtigen Moräne bedeckt. Die Landschaftsentwicklung, die u. a. auch zur Entstehung der Ittinger Schotter führte, lässt sich gliedern in Ereignisse von mindestens neun Epochen. Diese waren meist durch Interstadiale oder gar Interglaziale voneinander getrennt. Wegen fehlender biostratigraphischer Belege, ist vorläufig nur eine relative, also litho- und morphostratigraphische Altersabfolge möglich. Es zeichnen sich folgende Vorgänge ab:

1. Schaffung der Rinnensysteme im Thur- und Seebachtal.
2. Auffüllung der Rinnen mit Moränen (Tills), Seeablagerungen und Kieslagern.
3. Längerer Eishalt mit oszillierenden Staffeln im unteren Thurtal und zwischen dem Stammheimer- und Seebachtal. Dabei wurde die Thurtal-Rinne durch einen markanten, breiten Moränenwall verschlossen. Dieser «Ossinger Riegel» lag oberhalb von Andelfingen mindestens auf 460 m, im Seebachtal etwas tiefer.
4. Aufstau eines grossräumigen Sees (Weininger See) hinter den Moränenriegeln, mit Spiegelhöhe um 450 bis 460 m. Die Entwässerung erfolgte via die Seebachtal-Basadingen-Rinne nach dem Rheintal.
5. Spiegelabsenkung und Auslaufen des Weininger Sees. Das Thurtal entwässert weiterhin in Richtung Diessenhofen – Schaffhausen zur Klettgau- oder Rheinfall-Rinne. Der Ossinger Riegel im unteren Thurtal blieb intakt.
6. Zunächst eisrandnahe, dann aber fluviale lang gestreckte Ablagerung der Ittinger Schotter, die bis nach Bischofszell hinauf reicht.
7. Gletschervorstoss bis unterhalb von Frauenfeld mit frontalem See zum «Ossinger Riegel». Anschliessendes Überlaufen und Zerstören des Riegels.
8. Weitgehendes Ausräumen der lockeren Sedimente entlang der Thurtalachse durch grosse Schmelzwassermassen des nachfolgenden Gletscherrückschmelzens. Der Raum zwischen dem Thur- und Seebachtal lag höher und abseits des neuen Erosionsgebietes, so dass hier die Ittinger Schotter vorerst weitgehend erhalten blieben.
9. Während späteren Gletschervorstössen wurden die Ittinger Schotter teils glazial und teils fluvial morphologisch stark überprägt.

## ABSTRACT

As a preliminary hypothesis, the relations of the isolated and high laying Ittinger gravel, named after the Kartause (Abbey) Ittingen, situated northwest of Frauenfeld, as well as of the ancient and very high laying lake

[1] Büchi und Müller AG, Beratende Geologen SIA/ASIC, CH–8501 Frauenfeld 1

deposits, are outlined. Also, the facts relating to and derived from the geological history of the landscape are shown. It can be reasonably demonstrated that the Ittinger gravel beds are not the result of events from the Würm glacial period.

Between the Thur- and Seebach valleys, lake sediments have been found above molasse in the Seebach valley channel, underlaying the Ittinger gravel. The latter is generally covered by a massiv layer of tills. The geological-geomorphological history which has resulted in the formation of Ittinger gravel can be traced by events from at least nine epochs. Most of these were separated mostly by interstadial or even by intergalcial periods. Because of the lack of biostratographical data, at this time only a relative, i.e. a litho- and morphostratigraphical determination of the ages is permissible. In short, the following processes can be shown through the various epochs involved:

1. Creation of the channel system in the molasse rocks.
2. The channel system was filled with tills, lake deposits and gravel layers.
3. A long period of the oscillating ice-front layering in the lower Thur valley and between the Stammheim and Seebach valleys. The Thur valley channel was closed by a prominent and wide bank of moraine. Above Andelfingen the top of this bank (Ossingen Bar) was at least at 460 m, in the Seebach valley the top of the moraine was somewhat lower.
4. A big lake (Lake Weiningen) was formed behind the moraine bank with the surface between 450 m and 460 m. The drain was toward the Rhine valley along the Seebach valley – Basadingen channel.
5. The altitude of the surface of the lake decreased and the lake emptied. The Thur valley drained in the direction of Diessenhofen – Schaffhausen to the Klettgau- or Rheinfall channel. The "Ossingen Bar" stayed intact in the lower Thur valley.
6. First, near to the edges of the ice and later during a considerable time-period, fluvial activity reaching right up to Bischofszell deposed the Ittinger gravel.
7. Pushing forwards of the glaciers to downstream of Frauenfeld with an ice-front-lake up to the "Ossingen Bar". This period was followed by overflow of the lake and the erosion of the bank.
8. Most of the clastic sediment along the Thur valley axis was washed out due to the large amount of melting water caused by the glacial retreat. The areas between the Thur- and Seebach valleys were aside from the erosion areas so that die Ittinger gravel remained mostly intact.
9. During later glacial advances, the Ittinger gravel was strongly modeled by partly glacial and partly fluvial activity.

## 1. Einleitung

Seit mehr als einem Jahrhundert beschäftigt die Natur der oberflächennah meist nagelfluhartig verkitteten Kieslager, und damit auch die Ittinger Schotter, die an landschaftsgeschichtlichen Ereignissen im Thurgau interessierten Quartärgeologen. Gutzwiller & Schalch (1883) deuteten die Ittinger Schotter als «Löchrige Nagelfluh» und stellten sie in den selben Rahmen wie die später als «Jüngerer Deckenschotter» bezeichneten Vorkommen am Stammerberg, Cholfirst und von Salen-Reutenen. Ein erster relativ umfangreicher Beschrieb der «Ittinger-Nagelfluh» findet sich in Früh (1906). Er erkennt analoge Verhältnisse des Kiesvorkommens bei der Kartause Ittingen zu den mit Grundmoränen bedeckten Schottern von Zürich-Seebach. Früh deutete sie als glaziale, dem vorrückenden Rheingletscher vorgelagerte Schotter, die später vom Eis überdeckt und bearbeitet wurden. Altermässig wies er ihnen wohl eher ein würmeiszeitliches Alter zu; dennoch schliesst er auch eine Bildung während der Risseiszeit nicht ganz aus. Penck & Brückner (1909) sehen in den Ittinger Schottern Parallelen zu den Schottern um Bischofszell (Bischofsberg), die sie als Schuttkegel deuten, die in der Riss-Würm-Interglazialzeit durch die Thur geschüttet wurden. Die Geröllzusammensetzung der Ittinger Schotter wurde intensiv von Geiger (1927, 1930, 1943) analysiert und beschrieben. Die Entstehung sieht er am ehesten in einer Staubeckenfüllung der Risseiszeit. Andresen (1979) erwähnt Blöcke mit Durchmessern von bis zu 35 cm auf einem tiefen Niveau, um Kote 450 m in einer ca.

1 km nördlich von Warth gelegenen Grube. Weiter beschreibt er Schichtstörungen in mehreren Aufschlüssen, die nur auf Sackungen über in der Tiefe schmelzendem Toteis zurückzuführen seien. Verknüpfungen der Schottervorkommen mit irgendwelchen Endmoränen stellte er keine fest. Er deutet die Ittinger Schotter als Kamesschotter, die wesentlich vor dem Hochwürm-Hauptvorstoss gebildet wurden. Ihre Entstehung sieht er zu Beginn des «Schieferkohle-Interstadial von Dürnten», innerhalb der frühen Würmeiszeit. Gleichfalls interpretieren Hofmann (1967) sowie Müller (1979, 1982) die Ittinger Schotter als fluvioglaziale Vorstossschotter der Würmeiszeit. Kaden (1987) stellt die genetische und altersmässige Zuweisung wieder in Diskussion, indem er denkbare Zeiträume zur Entstehung der Ittinger Schotter beschreibt. Dabei sieht er ihre Stellung erstmals im Zusammenhang mit der Eintiefung der Thurtal-Rinne. So steht für ihn noch offen, ob die Ablagerung nach der Eintiefung und anschliessenden, teilweisen Verfüllung der Thurtal-Rinne erfolgte, oder ob die Thurtal-Rinne nach der Ablagerung der Ittinger Schotter eingetieft wurde. Im weiteren sind nach Kaden aus morphometrischen Gründen die Ittinger Schotter rein fluvialer Natur; zudem musste die Distanz von der «Schüttungsquelle» mehrere 10er von Kilometern betragen haben. Dies bedeutet, dass ursprünglich ein grosser Schotterkörper vorhanden war, von dem heute nur noch einige wenige Relikte erhalten sind. In den weiteren Ausführungen wird von der Richtigkeit der Aussagen und Folgerungen bezüglich Kadens fluvialer Schottergenese ausgegangen.

Da die Ittinger Schotter vorwiegend mit Grund- und Ablationsmoränen bedeckt sind, liessen sie sich früher nur anhand des oberflächlich bei der Kartause Ittingen und der Aufschlüsse einiger weniger kleiner Kiesgruben als solche erkennen. Erst dank neuerer Aufschlüsse, wie die grossen Kiesgruben von Warth-Weiningen und Hüttwilen sowie mehrerer Prospektionsbohrungen, wurden entscheidende Kenntnisse gewonnen. Sie dienten der Klärung der Fragen nach dem Verbreitungsgebiet der Ittinger Schotter zwischen Weiningen – Buch und Hüttwilen und dem Aufbau seines Liegenden. Dies ist vor allem von Bedeutung, da in jüngster Zeit unter den Ittinger Schottern mehrfach sandig-siltige Seeablagerungen festgestellt wurden. Ihre Mächtigkeit und wiederum die liegenden Schichten dieser limnischen Serien sind zur Zeit noch nicht bekannt. Zudem ist das Vorliegen älterer Moränen und tieferer Kieslager in der tiefreichenden Rinne durchaus möglich.

Das Ziel der nachfolgenden Ausführungen ist die Darstellung der auf den neueren Erkundungsergebnissen basierenden Fakten. Zudem wird im Sinne einer Arbeitshypothese ein Deutungsversuch zur Landschaftsgeschichte unternommen.

Sämtliche Orts- und Flurbezeichnungen entspechen der Landeskarte der Schweiz 1 : 25 000, Bundesamt für Landestopographie, 3084 Wabern: Blätter 1031 Neunkirch, 1032 Diessenhofen, 1033 Steckborn, 1052 Andelfingen, 1053 Frauenfeld.

## 2. Die Situation der Ittinger Schotter

### *2.1 Die Felsoberfläche mit alten Rinnensystemen*

Mit geophysikalischen Untersuchungen zwischen dem Thur- und Rheintal sowie einzelner Sondierbohrungen ist der Verlauf und der Tiefgang der Thurtal-, Rheintal- und der Seebachtal-Basadingen-Rinnen sowie die Bildung der Anlage des Tales um Unterschlatt in ihren groben Grössenordnungen bekannt. Dabei konnte die früher vermutete, vom

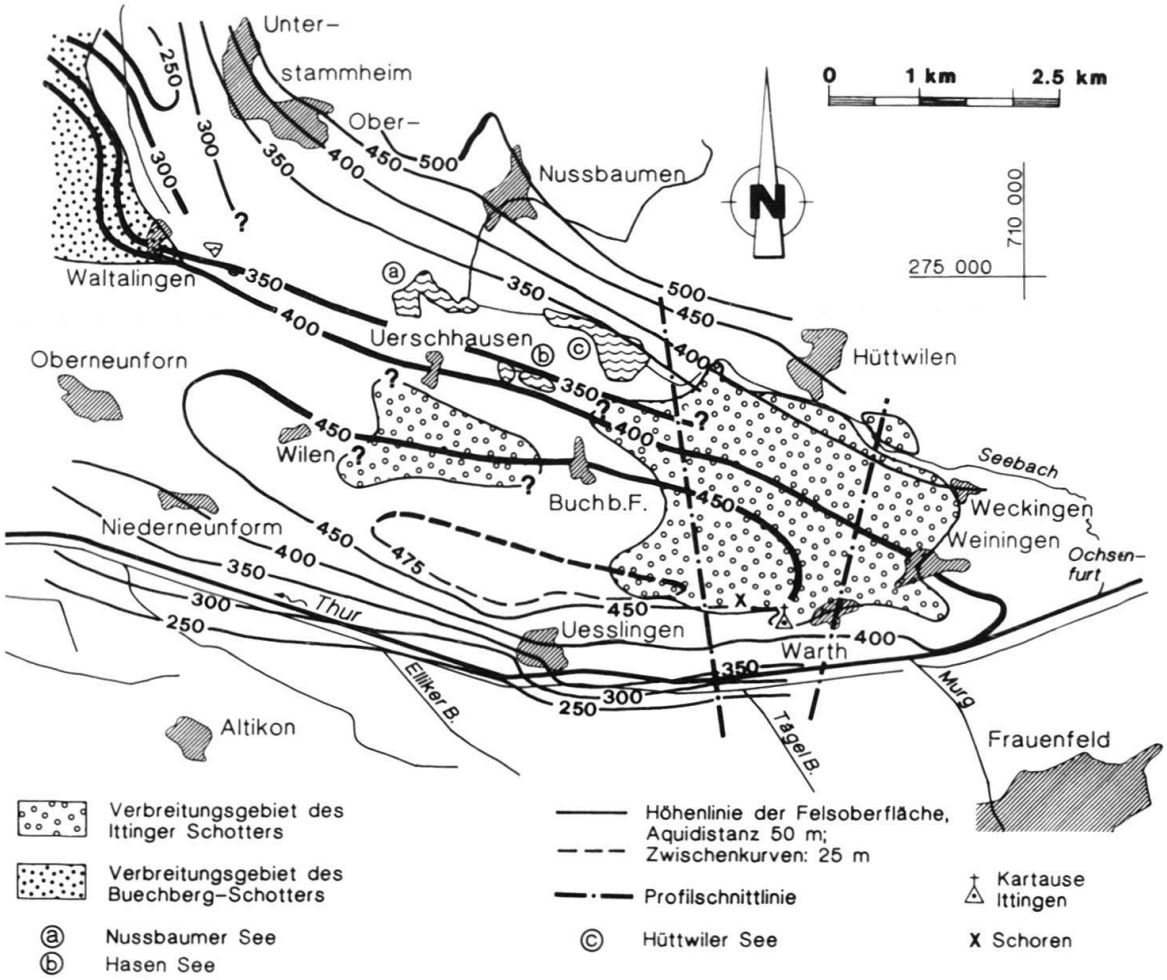


Fig. 1. Übersichtskarte der Umgebung NW Frauenfeld (TG), mit Höhenlinien der Felsoberfläche. Profilschnittlinien für Figur 2.

Schoren (ca. 1 km westlich von Warth) über Wilen – Oberneunforn – Truttikon – Trüllikon zum Cholfirst verlaufende Felsschwelle nachgewiesen werden. So reicht die Molasseoberfläche nördlich von Uesslingen bis knapp auf 500 m ü. M. hinauf, liegt ca. 1 km nördlch von Warth auf 450 m und südöstlich von Weiningen auf Kote 400 m (Fig. 1). Nördlich dieses Felssporns und südlich des Seebachs verläuft parallel zum Seebachtal eine bis zum Rhein sich erstreckende Rinne, die wohl tektonisch angelegt wurde. Die Felsoberfläche liegt hier wesentlich unter 400 m ü. M. und wurde bis jetzt noch von keiner Bohrung erreicht. In der Seebachtal-Rinne wurde der Fels im Buechemer Riet (zwischen dem Hüttwiler See und Hasensee) auf Kote 339 m nachgewiesen. Zwischen Uerschhausen und Oberstammheim steht er gar tiefer als Kote 330 m an. Der Molassefels zeichnet sich hauptsächlich durch Sedimente der Oberen Süsswassermolasse (OSM) aus: unverfestigte, glimmerreiche Sande oder schwach verfestigte, glimmerreiche Sandsteine mit einzelnen mergeligen Zwischenlagen.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die alte Verbindung zwischen dem Rhein- und Thurtal mit grosser Wahrscheinlichkeit nur über die Rinne Basadingen – Schlattingen – Stammheim – Hüttwilen erfolgte. Trotz der vielen schon vorgenommenen Versu-

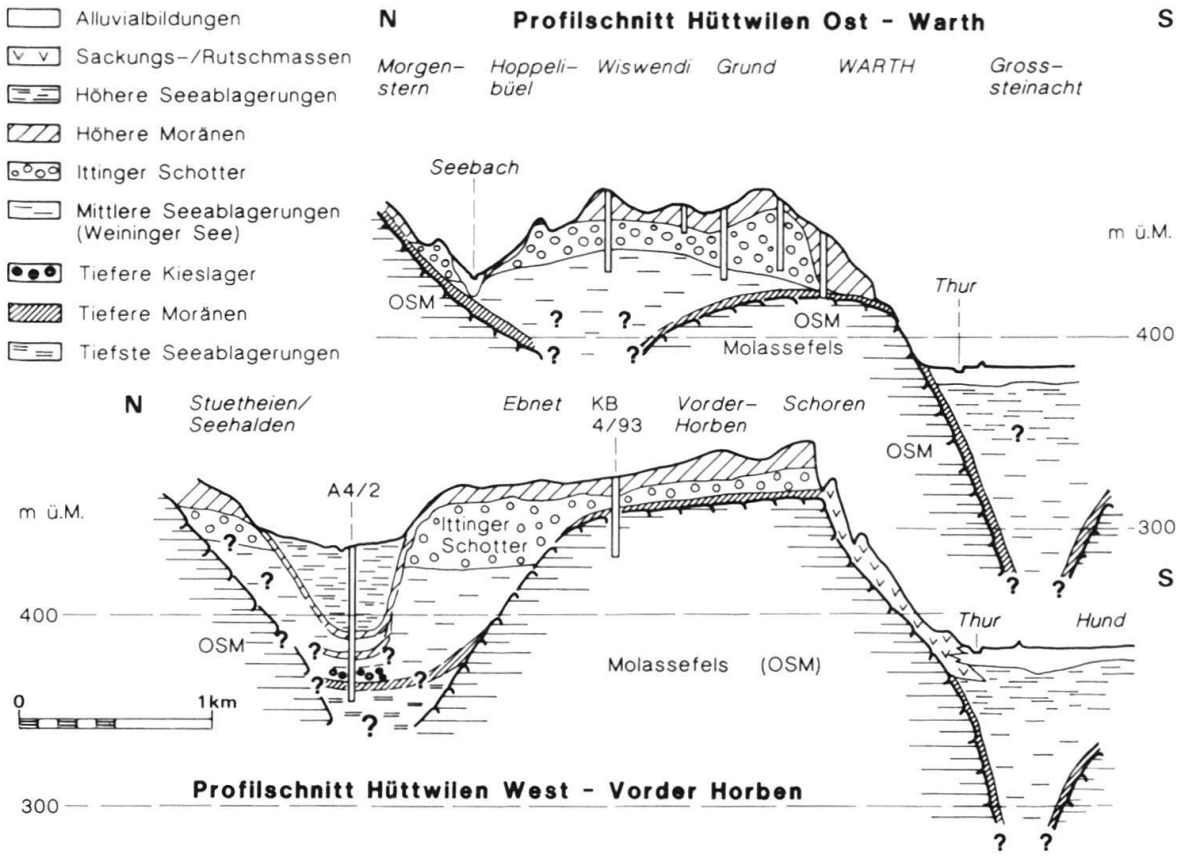


Fig. 2. Typische Profilschnitte westlich und östlich von Hüttwilen (10 × überhöht). Lage der Schnitte siehe Figur 1.

che zur Erklärung tiefreichender Rinnen ist erst gesichert, dass diese nach Abschluss der Sedimentation der Oberen Süsswassermolasse und vor der Ablagerung der ältesten in den Rinnen vorgefundenen Sedimente eingetieft wurde. In den einzelnen der mehrere hundert Meter mächtigen Rinnen sind moränenartige Sedimente, ältere und älteste Seeablagerungen sowie auch Kieslager festzustellen. Weil in den Rinnen Sedimente gefunden wurden, von denen ein prärisseiszeitliches Alter nicht auszuschliessen ist, kann auch eine prämindeleiszeitliche Rinneneintiefung als durchaus plausibel erscheinen. Dies hat allerdings zur Folge, dass dadurch die Deutung der oft als mindel- und günzeiszeitlich betrachteten Deckenschotter im Sinne fluvialer Reste einst flächenhafter Schüttungen auf alten Hochflächen ins Wanken gerät.

### *2.2 Liegendserien: Molasse, Moränen, Seeablagerungen*

Zwischen Weiningen und Hüttwilen wurden unter den Ittinger Schottern in sechs Bohrungen sehr dicht gelagerte, feinkörnige Seeablagerungen (= Mittlere Seeablagerungen) erschlossen. Weitere Bohrergebnisse zeigen, dass ausserhalb des Verbreitungsgebietes dieser Seeablagerungen die Ittinger Schotter einer älteren Moräne aufliegen (z. B. im Gebiet $1^1/_2$ km NW der Kartause Ittingen oder $^1/_2$ km SE von Weiningen) oder gar direkt über dem Molassefels folgen (Warth – Kartause).

Die feinkörnigen Seesedimente füllen die alte Seebachtal-Basadingen-Rinne (Fig. 2), die aller Voraussicht nach mit der alten, tiefen Thurtal-Rinne verbunden ist. Die mehrheitlich sandigen Seeablagerungen wurden in neuen Bohrungen ca. 1 km nördlich von Weiningen schon ab Kote 446 km angetroffen.

Lithologisch lassen sich diese in der Regel dicht bis sehr dicht gelagerten limnischen Serien als beige bis beigegraue, siltige Feinsande bis sandige Silte bezeichnen, die oft eine warvenartige Feinschichtung aufweisen. Untergeordnet finden sich daneben sowohl saubere Feinsande, als auch schwach tonige Silte von geringer Plastizität, mit reichlich Sand.

Da das Liegende der Seeablagerungen nicht erreicht wurde, ist ihre gesamte Schichtstärke grösser als die bis heute erbohrte Mächtigkeit von 12 m, und es liegen über die Existenz und die allfällige Beschaffenheit von noch älteren Füllungen (Tiefere Kieslager und/oder Tiefste Seeablagerungen) in der Seebachtal-Basadingen-Rinne vorläufig keine Kenntnisse vor.

Im Gebiet südlich Hüttwilen, bis ca. 1 km nördlich von Warth und Weiningen, können die Seeablagerungen mindestens als Teile der Füllung der oben erwähnten, in der Molasseserie angelegten Rinne angesprochen werden. Nach Süden erstrecken sich die Seeablagerungen zungenförmig über den Molasseriegel bis etwa 1 km SE von Weiningen. Im Bereich des Bachtobels S von Weiningen liegt eine Übertiefung der Oberfläche der Seeablagerungen vor, sie liegt hier unter Kote 420 m. Die Anlage dieser Hohlform erfolgte bereits vor der Schüttung der Ittinger Schotter. Die Seeablagerungen stellen wohl ein Relikt eines ehemals weit verbreiteten Ablagerungsraumes dar. Ihre Abgrenzung nach Westen und im Bereich von Weiningen ist mangels Aufschlüssen oder Bohrungen noch unsicher.

### *2.3 Ittinger Schotter*

Direkt über den Mittleren Seeablagerungen folgt mit einem klaren Kontakt der Komplex der Ittinger Schotter. Anhand der Bohraufnahmen kann auf keine Verzahnung der beiden Schichtserien geschlossen werden. Die Ausdehnung dieses Schottervorkommens beträgt mindesten 7 km$^2$. Vermutlich war die ursprüngliche Verbreitung viel grösser. Die «Typlokalität» der Ittinger Schotter liegt am *Schoren*, wo zwischen der Kartause Ittingen und Uesslingen eine ausgedehnte verkittete Schotterwand vorliegt, die Gutzwiller (1883) der «Löchrigen Nagelfluh» gleichstellte.

Westlich von Warth weitet sich der Schotterkörper über die Seeablagerungen hin aus und liegt direkt auf der Molasse. Im Gebiet 2 km SSE von Buch bei Frauenfeld befindet sich das Mächtigkeitsmaximum der Ittinger Schotter. Es liegt damit etwas südlicher als jenes der Seeablagerungen. Nach Südosten zeigt die Oberfläche des Schotterkörpers ein starkes Relief und fällt dann steil gegen das Thurtal ab. Erosionsrinnen der Schotteroberfläche zeichnen sich im Bereich von Weckingen sowie ca. 1 km S von Weiningen ab. Entlang der Talflanken und in jenen Bereichen, wo die Ittinger Schotter rundhöckerartig die Grundmoränenbedeckung durchbrechen – wie $^1/_2$ km W von Weckingen – erscheinen sie als nahezu horizontal geschichtete und gebankte Schotter. Die ursprünglichen Hohlräume sind mit lehmig-calcitischem Zement gefüllt. Schon frühere Autoren, wie u. a. Früh (1906) und Geiger (1943), wiesen drauf hin, dass vielfach nur die oberen und äusseren Partien der Ittinger Schotter verkittet sind.

Die erbohrten Mächtigkeiten des Schotterkörpers erreichen 25 bis 35 m. Der hohe

Sandgehalt, der hohe Zurundungsgrad, das nur untergeordnete Auftreten von sauberen Kiesen und die teilweise nagelfluhartige Verfestigung sind typische Merkmale der Ittinger Schotter.

### *2.4 Hangendserie: Moräne*

Als jüngste Ablagerung liegt praktisch über den ganzen Ittinger Schottern eine Moränendecke. Die Mächtigkeit der Moräne erreicht im Bereich des Thurtal-Hanges 10–20 m. Im übrigen Verbreitungsgebiet schwankt sie normalerweise zwischen 4 und 13 m. Sie besteht mehrheitlich aus lehmreicher Grundmoräne und untergeordnet aus sandiger Deckmoräne mit unterschiedlich viel Kies, Steinen und Blöcken. Da die kiesreichen Möränenabschnitte oft auch silt- und tonführend sind, ist nicht feststellbar, ob Verzahnungen zwischen den Ittinger Schottern und der hangenden Moräne bestehen. Somit ist auch nicht geklärt, ob die Kontaktfläche zwischen diesen Schichtserien eine normale Schichtabfolge oder eine Erosionsfläche darstellt.

## 3. Lithologische Eigenschaften der Ittinger Schotter

Basierend auf neueren Bohrergebnissen und Kiesgrubenaufschlüssen (Büchi und Müller AG 1993, 1995b) lassen sich die Ittinger Schotter lithologisch und gemäss geotechnischer Nomenklatur wie folgt charakterisieren: saubere bis leicht siltige, selten leicht tonige Kiese mit mehrheitlich reichlich bis viel, selten wenig Sand und wenig Steinen. Sie sind in der Regel von beiger bis beigegrauer Farbe. Meistens sind sie dicht bis sehr dicht gelagert. Dazwischen treten mehr oder weniger stark verkittete Partien auf. Selten finden sich zwischen den Kiesbänken neben bis 1 m mächtigen Sandschichten auch dünnere Horizonte toniger Silte, deren Mächtigkeit jedoch kaum 20 cm übersteigt. Diese lassen sich wohl als Ablagerungen in stehenden Gewässern innerhalb des ehemaligen mehrere Kilometer breiten Flussbettes deuten. Daneben treten in unregelmässigen Abständen entsandete Kiesanhäufungen auf. In den basalen Schotterbereichen finden sich oft Schichtlagen mit viel Steinen und kleineren Blöcken.

In groben Zügen erscheinen die Ittinger Schotter als grob gebankt und horizontal gelagert. Eigentliche Deltaschichtungen in nennenswerte stehende Gewässer sind nicht feststellbar. Im kleinmassstäbigeren Rahmen sind jedoch entlang der Grubenwände der Kiesabbaustellen nördlich von Warth – Weiningen von unten bis oben ausgedehnte Kreuzschichtungen in Bank-, resp. Serieabstufungen von $^1/_2$ bis 1 m Mächtigkeit zu beobachten. Die Ittinger Schotter sind weitgehend in dachziegelartiger Weise deutlich eingeregelt.

Nach den von Kaden ausgeführten morphometrischen Messungen weisen die Gerölle der Ittinger Schotter eine sehr gute Rundung auf, betragen doch die Zurundungsindizes ($Z_i$) nach Cailleux (1952) zwischen 350 und 430. Die Ittinger Schotter sind also rein fluviale Bildungen.

Geiger (1927, 1930, 1943) führte an Geröllen von fünf zwischen Hüttwilen, Warth und Weiningen gelegenen Aufschlüssen, die praktisch das ganze Verbreitungsgebiet der Ittinger Schotter repräsentieren, umfangreiche sedimentpetrographische Analysen durch. Demzufolge bestehen die Gerölle zu einem hohen Anteil aus nicht metamorphen Sedimenten (um 85%). Daran sind etwa 50% helvetische Kalke und je ca. 10% ostalpine

Kalke, Molasse- und Flyschsandsteine, «braune penninische Glimmersandsteine» und «Hornsteine» beteiligt. Die beiden letztgenannten Gerölltypen charakterisieren die Ittinger Schotter und grenzen sie von den übrigen Schottern im Thurgau ab. Von den kristallinen und metamorphen Geröllkomponenten sind etwa 25% magmatischer Natur, 10% Paragneise/ -schiefer, 30% Orthogneise, kanpp 30% Amphibolite und knapp 5% «Grüngesteine». Schliesslich hebt Geiger hervor, dass im Gegensatz zu den «Deckenschottern», in welchen sich gar keine «Aaregranite» finden, solche in den Ittinger Schottern vielfach auftreten.

## 4. Eine Rekonstruktion der Landschaftsentwicklung

### *4.1 Grundsätzliches*

Die Beobachtungen zeigten, dass unter den Ittinger Schottern Seeablagerungen folgen, die über einem alten Rinnensystem liegen. Damit entfällt jene Variante von Kaden (1987), bei welcher die Ittinger Schotter auf einer Molasseoberfläche von etwa 440 m u. M. abgelagert wurden und das Thurtal erst nachher in mehreren Phasen eingetieft wurde. Die Bildung der Seebachtal-Basadingen-Rinne und damit auch jene der vermutlich mit ihr verbundenen Thurtal-Rinne, fand vor der Ablagerung der Ittinger Schotter statt.

Bei der Rekonstruktion der lokalen Landschaftsgeschichte gilt es, die Stellung der Seeablagerungen und der sie stauenden Riegel zu berücksichtigen, weshalb es u. a. der Klärung der Lage und Höhe des entsprechenden Stauriegels bedarf.

Die nachfolgende Rekonstruktion stellt einen Versuch dar, der die vielfältigen, oft sehr komplexen Erkenntnisse aus dem weiteren Umfeld der Ittinger Schotter (Raum Thurtal, Untersee, Hegau, Schaffhausen und Hochrhein oberhalb der Thurmündung) zu berücksichtigen hat. Da noch immer gewisse Kenntnis- und Beziehungslücken bestehen, sind diese mit möglichst plausiblen Annahmen, d. h. *Szenarien* zu ergänzen. Damit erhebt die nachfolgende Landschaftgeschichte keinen Anspruch auf vollständige Gültigkeit. Sie soll dagegen als Arbeitshypothese für künftige Interpretationen und Rekonstruktionen dienen.

### *4.2 Epoche 1: Rinnenbildung*

Im Zeitraum zwischen dem jüngsten Tertiär (Obermiozän – Pliozän) bis zum frühen, allerspätestens mittleren Eiszeitalter (Mittelpleistozän) erfolgte in der Nordostschweiz und im Hegau die Bildung tektonisch vorgezeichneter Rinnensysteme; so auch die Thurtal-, die Seebachtal-Basadingen-Rinne sowie die Rheintal-Rinne um Diessenhofen.

Die einzelnen Rinnensysteme wurden zeitlich gestaffelt, d. h. in mehreren Phasen gebildet. Diese Aussage beruht u. a. darauf, dass die Rinne bei Diessenhofen wesentlich älter als jene von Thayngen – Bietingen – Buch (SH) sein muss. Dies weil durch die Anlage dieser Bietinger Rinne der Schaffhauser Rinnenschotter ausgeräumt wurde, während bei Diessenhofen der dort noch intakte Schaffhauser Rinnenschotter über mehr als 100 m mächtigen Lockergesteinsserien lagert, welche wiederum die viel früher entstandene Rheintalrinne verfüllen. Somit ist in diesen beiden Gebieten von einer zeitlich und vermutlich auch genetisch unterschiedlichen Entstehung auszugehen.

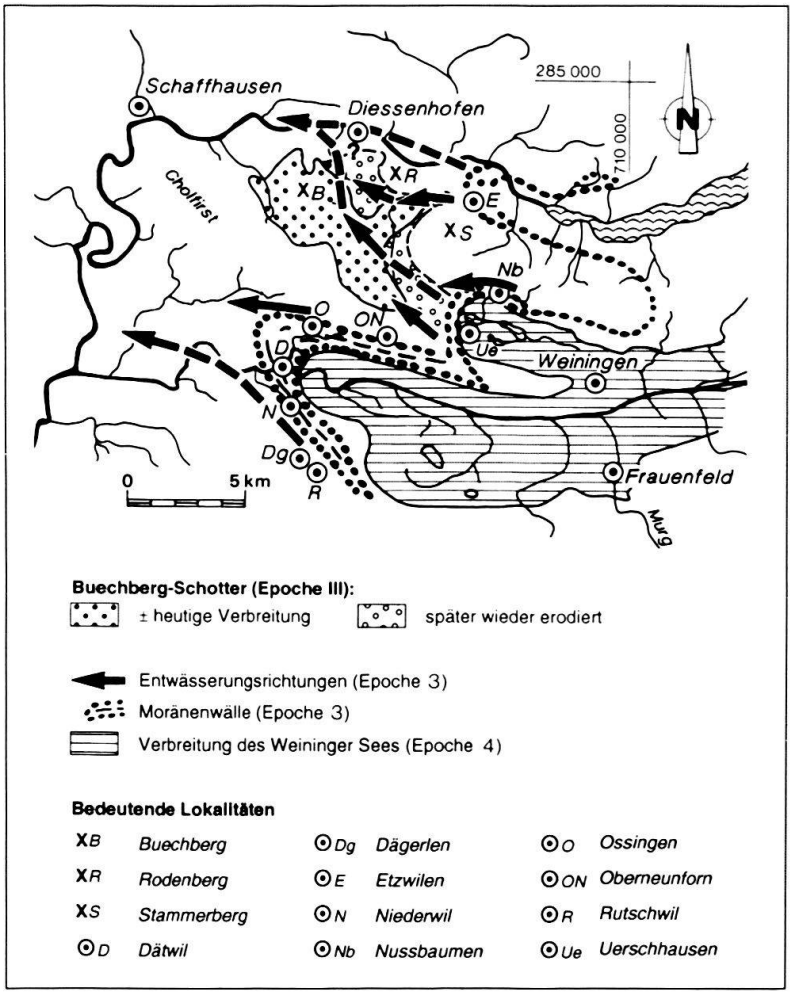


Fig. 3. Umfeld zum Ossinger/ Nussbaumer Riegel (Epochen 3 und 4).

### *4.3 Epoche 2: Primäre Rinnenfüllung*

Nach der Bildung der tiefen Rinnensysteme wurden diese mit verschiedensten Sedimenten weitgehend aufgefüllt. Diese umfassen oft mehrere Moränenkomplexe, Seeablagerungen und Kieslager. Inwieweit die letzteren auch subglaziale Füllungen im Sinne von Schreiner (1968) darstellen, ist noch offen. Die Existenz ähnlicher Sedimentabfolgen in den tiefen Rinnenbereichen liess sich in den Tiefbohrungen bei Dätwil (Thurtal) und 1 km westlich von Diessenhofen feststellen. Weil sich in diesen tiefen Rinnen wiederholt moränenartige Serien über Seesedimenten und Kieslagern vorfinden, erfolgten die Auffüllprozesse vermutlich in mehreren Etappen.

### *4.4 Epoche 3: Ossinger/Nussbaumer Riegel und Buechberg-Schotter*

Als *1. Szenario* wird postuliert, dass während der Kaltzeit, die vor der Schüttung der Ittinger Schotter bestand, im Zuge eines längeren Eishaltes mit oszillierenden Staffeln eine breiträumige *Moränenwallschüttung* erfolgte. Sie erstreckte sich über den Bereich Rutschwil/Dägerlen – E von Niederwil – Dätwil – Ossingen – Oberneunforn – Uerschhausen – Nussbaumen/Oberstammheim (Fig. 3). Dadurch entstand ein mächtiger, dichter Verschluss der früher angelegten Thurtal-Rinne. Damit durch diese glaziale

«Barrikade» der spätere Weininger See aufgestaut werden konnte, welcher im Raum Nussbaumen – Uerschhausen seine Auslaufstelle aufwies, musste die Höhenkote dieser Barrikade im unteren Thurtal mindestens 460 m ü.M. betragen haben. Dieser Eisstand wird vermutlich durch die von Hug (1907), Jäckli (1958) und Hofmann (1967) beschriebenen «Rissmoränen» im Raum Dätwil/Andelfingen belegt. Während dieser Vergletscherungsstaffel entstand im Bereich westlich von Etzwilen – als Verschluss der zwischen dem Rodenberg und dem Stammerberg verlaufenden Talung – ebenfalls ein Moränen-Riegel.

Das *2. Szenario* sieht auf Moränenrücken von Oberstammheim – Nussbaumen Stellen, die tiefer liegen als die Wallabschnitte von Dätwil – Ossingen. Dabei zeichnete sich der Moränenwall im Raum Nussbaumen durch eine minimale Höhenkote von 450 m aus. Dieses Kotenminimum ist ein Erfordernis einer minimalen Spiegellage des in der Epoche 4 beschriebenen Weininger Sees (Abschnitt 4.5).

Als *3. Szenario* wird davon ausgegangen, dass von den Eisfronten von Nussbaumen/Ossingen im S und SW sowie Etzwilen im E die nach den zwischen Diessenhofen und Unterschlatt liegenden Buechberg benannte *Buechberg-Schottern* als breite glazifluviale Schotterflur geschüttet wurden (Fig. 3).

### *4.5 Epoche 4: Weininger See*

Hinter dem Ossinger/Nussbaumer Riegel wurde ein grossräumiger See – der Weininger See – aufgestaut. Sein Spiegel lag mindestens zwischen den Koten 450 und 460 m. Der Überlauf dieses Sees erfolgte über die tiefste Stelle des Riegelsystems, d. h. über den angenommenen tiefsten Punkt des zwischen Uerschhausen und Nussbaumen verlaufenden Moränenwalls. Weil für den Wallriegel von Ossingen von einer höheren Lage der damals wirkenden Depression im Sinne des getroffenen *2. Szenario* auszugehen ist, blieb dieser vorläufig – d. h. bis zur Epoche 7 – intakt. Bis zu dieser Epoche erfolgte für das erweiterte Thurtal die Entwässerung ausschliesslich in Richtung Diessenhofen – Schaffhausen.

Die Existenz des Weininger Sees wird einerseits durch mehrere Bohrungen aus dem Raum Weiningen/Warth/Hüttwilen/Buch bei Frauenfeld belegt, und andererseits können ihm die sehr dicht gelagerten Seeablagerungen aus dem Thurtal entsprechen, die in Bohrungen erschlossen sind.

### *4.6 Epoche 5: Spiegelabsenkung des Weininger Sees*

Seit Beginn der Epoche 5 senkte sich – als Folge des kontinuierlichen Einschneidens des Moräne-Riegels bei Uerschhausen-Nussbaumen – der Spiegel des Weininger Sees sukzessive ab. Damit aber dieser See im erforderlichen Masse auslaufen konnte, musste entweder eine noch offene Klettgau-Rinne vorliegen, wobei der spätere, sie im westlich von Schaffhausen gelegenen Raum des Engiwaldes verschliessende Riegel noch nicht existierte. Oder, es musste schon eine bereits offene und weitgehend ausgeräumte Rheinfall-Rinne bestanden haben. Im erstgenannten Fall wäre das Auslaufen des Weininger Sees vor der Ablagerung der Klettgau-Rinnenschotter (Hofmann 1994) erfolgt. Andernfalls ist zu schliessen, dass die die Rheinfall-Rinne verfüllenden Rinnenschotter jünger als der Auslaufprozess des Weininger Sees sind, also ein jüngeres Alter als Epoche 5 besitzen.

Die Hauptentwässerung des Thurtales verlief entlang einer Linie Ochsenfurt (Mündungsbereich des Seebachs in die Thur) – Weckingen – S von Hüttwilen – Nussbaumer-

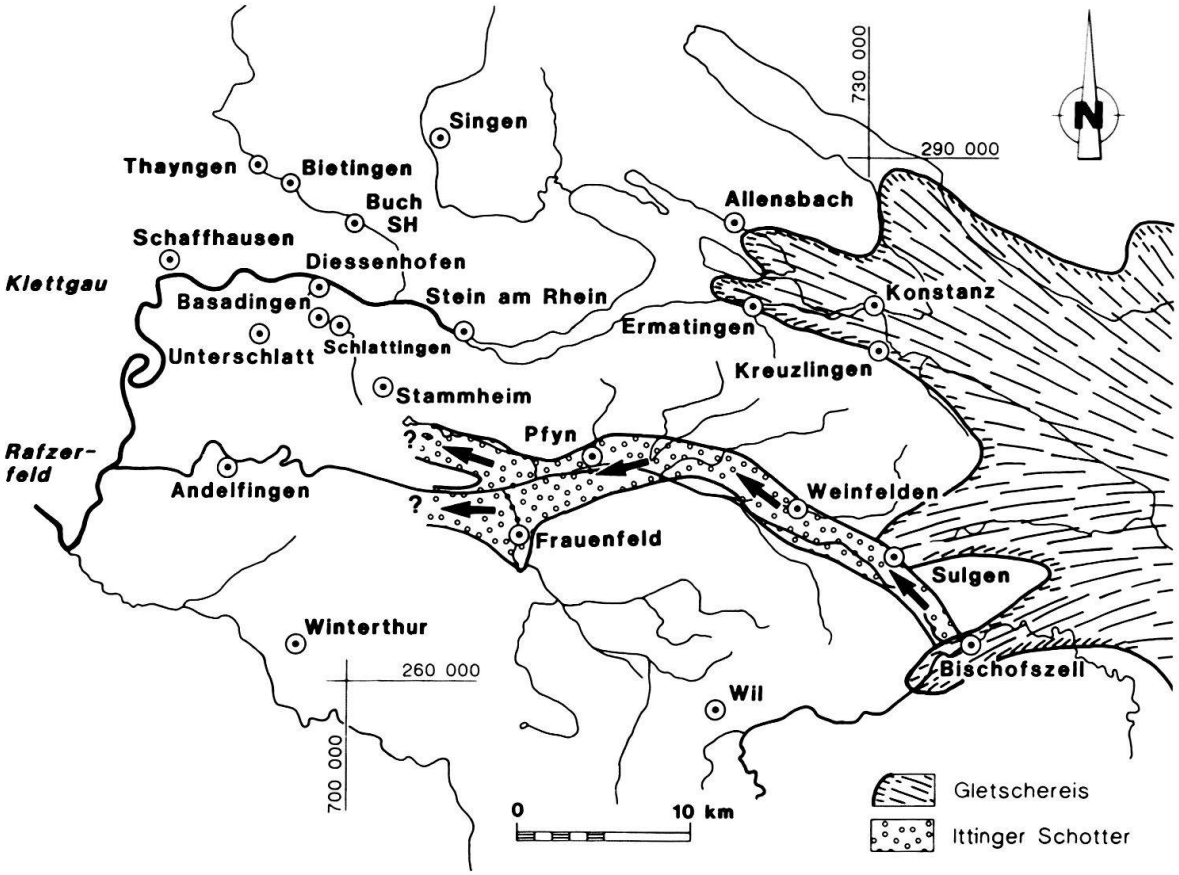


Fig. 4. Ehemalige Verbreitung der Ittinger Schotter (Epoche 6).

see (heutige Lage) – Stammheimertal – Basadingen – nördlich des Buechbergs und des Cholfirsts – südliche Altstadt Schaffhausen – Urwerf – Neuhausen zum heutigen Rheinfall-Becken und weiter im Richtung Rheinau – Rafzerfeld, oder nördliche Altstadt Schaffhausen – Engiwald – Klettgau. Dabei vereinigten sich etwa 2 km E von Weiningen die Entwässerungsläufe des mittleren Thurtales mit jenen des damaligen, bis zum Ossinger Riegel bei Altikon/Gütighausen reichenden, Thurtales sowie mit der Ur-Murg.

### *4.7 Epoche 6: Schüttung der Ittinger Schotter*

In einer nächsten Kaltphase (Stadial oder gar Glazial) stiess der alpine Gletscher vorerst bis ungefähr ins Gebiet von Bischofszell/Sulgen/Konstanz – Ermatingen vor. Im entsprechenden Gletschervorfeld entwickelte sich eine ausgedehnte Schotterflur, die sich über mehrere 10er von Kilometern thurtalabwärts erstreckte (Fig. 4). Sie bedeckte ebenfalls die vorher erwähnte Entwässerungsrinne im Seebachtal, d. h. die bis dahin aktive Hauptentwässerungsrinne des Thurtales. Die maximale Oberfläche dieses langgestreckten Schotterkörpers wurde einerseits durch den massgebenden Eisrand um Bischofszell (um 560 m ü.M.) und andererseits durch ein minimales Gefälle (ca. $1^1/_2$ bis 3‰) dieser Schotterflur gegeben. Etwa 30 km unterhalb von Bischofszell, im Raum von Warth/Weiningen/Hüttwilen, erreichte die Schotteroberfläche Koten um 470–490 m. Im Rahmen früherer Kartie-

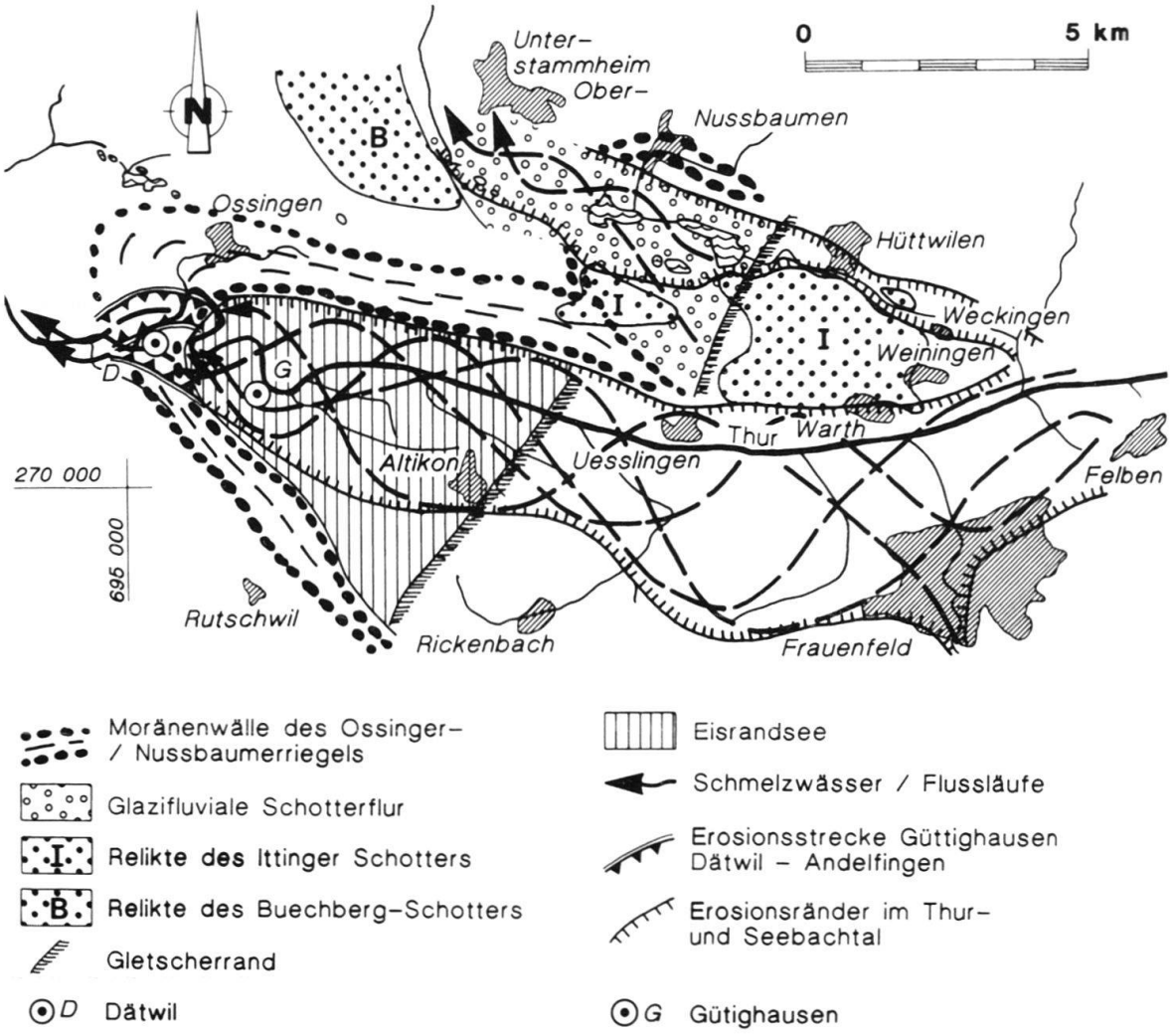


Fig. 5. Durchbruch des Ossinger Riegels bei Dätwil (Epoche 7) und spätere Erosionsphase im Thurtal (Epoche 8).

rungsarbeiten wurden höchste oberflächennahe Aufschlüsse der Ittinger Schotter bis auf rund 490 m ü.M. beobachtet (Hofmann 1967). Zwischen Weiningen und Hüttwilen liegt die bis anhin am höchsten erschlossene Schotteroberfläche auf Kote 467 m. Das Verbreitungsgebiet sowie die Auflagerungsfläche der Ittinger Schotter – und damit die Geometrie der Schotterunterfläche – ist durch die mulden- und rinnenartigen Oberflächen der liegenden Seeablagerungen, älteren Moränenbildungen oder Felsgesteine gegeben.

Aufgrund der sehr groben Geröllage im tieferen Teil der ca. 1 km nördlich von Warth gelegenen Kiesgrube (Andresen 1979), ist ein früher, wohl nur kurz andauernden Gletschervorstoss bis in den Raum von Frauenfeld und ein anschliessender Rückzug wieder bis in das Gebiet von Bischofszell zurück anzunehmen.

Von den Ittinger Schottern existieren heute nur noch wenige weitere Relikte. So könnten die S und SW von Frauenfeld sowie NW und N von Pfyn auftretenden, von Moränen überdeckten Schottervorkommen weitere Äquivalente darstellen. Korrelationsbeweise fehlen jedoch.

### *4.8 Epoche 7: Nachfolgevorstoss des Gletschers*

Nach der Schüttung der Ittinger Schotter stiess die Gletscherzunge des Thurtal-Lappens bis nahe zum Ossinger Riegel, d. h. bis etwa Altikon-Gütighausen vor. Dadurch wurde ein neu entstandener Eisrandsee im Raum zwischen der Eisfront und dem Ossinger Riegel bis auf den tiefsten Punkt dieses Wallrückens hochgestaut (Fig. 5). Sobald der Seespiegel die tiefste Stelle des Walls erreicht hatte, überlief der See. Für die überfliessenden Schmelzwässer bestand auf einer kurzen Distanz von 1–2 km bis zum tiefer gelegenen Vorfeld von Andelfingen eine Höhendifferenz von 120–130 m. Wegen der enormen Reliefenergie wurde der Ossinger Riegel in kurzer Zeit weitgehend abgetragen. Ein anschliessendes Überfahren und weitgehendes Ausräumen der nun erodierten Riegelstrecke durch einen weiter sich aufbauenden Gletscher erscheint durchaus möglich.

Der Seebachtal-Arm dieses Gletschers endete schon bei Weckingen, so dass von dort an die Schmelzwässer die Ittinger Schotter längs einer Linie Weckingen – Hüttwilen – Stammheimertal erodierten. Gleichzeitig wurden dabei auch die Buechberg-Schotter entlang ihrer Ostflanke ausgeräumt. Die maximale Erosion reichte westlich von Hüttwilen bis auf Kote ≤ 380 m und bei Basadingen ≤ 375 m hinunter. Da der Annahme entsprechend diese Erosion vorwiegend durch Schmelzwässer erfolgte, ist zu schliessen, dass die bei Schaffhausen bis auf 340 m eingetiefte Rinne noch immer weit offen sein musste. Somit konnten dort die Schaffhauser – Rinnenschotter (nachstehend nur noch Rinnenschotter genannt) frühestens ab etwa Mitte von Epoche 7 geschüttet werden.

### *4.9 Epoche 8: Gletscherrückzug*

Die vom zurückschmelzenden Gletscher freigesetzten grossen Wassermassen räumten mit Ausnahme von wenigen Relikten die Sedimente (Ablagerungen des Weininger Sees und Ittinger Schotter) *entlang der heutigen Thurtalachse* aus. Dies erfolgte auf einer Breite von 1 bis 2 km. Im Thurtal herrschte jetzt längs der neuen Flussstrecke zwischen Felben und Dätwil – Andelfingen – Rafzerfeld ein bedeutend höheres Gefälle, als es – wegen der wesentlich längeren Fliessstrecke – entlang der älteren Talung Felben – Seebachtal – Stammheimertal – Basadingen – Schaffhausen – Rheinfall-Rinne – Rafzerfeld bestanden hatte. So wurde der ehemalige Fliessweg als Entwässerungsrinne des Thurtals aufgelassen. Da von diesem Zeitpunkt an der Raum Niederneunforn – Ittingen – Warth/Weiningen – Hüttwilen – Nussbaumer-Seen erhöht und abseits der neuen Talung, also des Ausräumungsgebietes des Thurtals lag, blieben hier die Ittinger Schotter vorerst weitgehend erhalten.

Sukzessiv stellte sich im Thurtal ein Talboden ein, dessen Kote grössenordnungsmässig der heutigen entsprach. So lag damals sein Niveeau im Raum von Frauenfeld auf 380 bis 400 m ü. M.

### *4.10 Epoche 9: Neuer Gletschervorstoss nach längerer Zwischenphase*

Die später wieder ins Thurtal vorrückenden Gletscher hielten wiederum mit oszillierenden Eisfronten im Bereich Frauenfeld – Altikon an. Dabei fanden bedeutende seitliche Schmelzwasserflüsse ihren Weg wieder durch das Seebachtal in Richtung Basadingen – Schaffhausen. Dadurch wurden sowohl die nordöstlichen Partien der Ittinger Schotter als

auch höhere Partien der älteren Seeablagerungen glazial überprägt, was zur Reliefbildung ihrer Oberflächen führte.

## 5. Folgerungen bezüglich der Chronostratigraphie

Die beschriebene Entwässerung des Weininger Sees sowie der Erosionsverhältnisse zur Zeit der Ittinger Schotter weisen darauf hin, dass die Entstehung dieser Schotter vor den Schaffhauser Rinnenschottern erfolgte. Diese Aussage ist jedoch nur dann zutreffend, wenn die westlich von Hüttwilen bis unter Kote 380 m reichende Erosion der Ittinger Schotter wirklich fluvialer Natur und nicht die Folge subglazialer Auskolkung ist (vgl. Fig. 2).

Selbst wenn die Austalung der Ittinger Schotter durch subglaziale Erosion unter grossem Wasserdruck erfolgt wäre, ist die Schüttung der Rinnenschotter vermutlich jünger als die Auslaufphase des Weininger Sees. Dies, weil die entsprechenden Prozesse (vgl. Kap. 4.6) eine noch nicht verfüllte Rheinfall- oder Klettgaurinne bei Schaffhausen bedingen. Weil die Entstehung der Ittinger Schotter einen Eisrand bei Bischofszell und damit gleichzeitig einen analogen bei Konstanz – Ermatingen/Allensbach fordert und jene der Rinnenschotter dagegen zumindest eine Eisfront im Singener Raum verlangt, können die beiden nicht zeitgleich entstanden sein. Daraus folgt, dass die Rinnenschotter entweder älter oder – wie auch im Fall einer fluvialen Erosion der Ittinger Schotter – jünger als die Auslaufphase sind.

Im folgenden wird jedoch von der Vermutung ausgegangen, dass die Austalung der Ittinger Schotter durch erodierende Schmelzwässer bei freiem Gefälle stattfand und damit die Ittinger Schotter älter als die Rinnenschotter sind.

Die Rinnenschotter werden ca. 3 km NE der Schaffhauser Altstadt – von würmeiszeitlichen Vorstossschottern überlagert. Längs der Achse Thayngen – Bietingen – Buch (SH) wurden sie sodann vermutlich subglazial unter hohem Wasserdruck ausgeräumt; die damit verbundene Eintiefung fand bis unter Kote 265 m, d. h. bis etwa 80 m unter ihre Sohle statt. Danach wurde diese Eintalung – zumindest bei Bietingen – mit Seeablagerungen sowie mehreren glazigenen Serien (mindestens drei Moränen-Komplexe und vier Kieslager) wieder verfüllt (Büchi und Müller AG 1995a). Somit fand die hauptsächliche Auffüllung dieser jüngeren, ca. 1 bis 2 km breiten und etwa 8 bis 10 km langen Rinne spätestens ab der beginnenden Würmeiszeit, jedoch vor dem späten Hochwürm statt. Eine Zuordnung der vorgängigen Eintiefungsphase ins früheste Würm, kann aus zeitlichen Gründen praktisch ausgeschlossen werden. Dagegen erfolgte die vorangegangene Ablagerung der Rinnenschotter sicher präwürmeiszeitlich.

Bezogen auf die Ittinger Schotter bedeutet dies, da sie nach ihrer Ablagerung noch der Erosion eines Flusssystems unterworfen waren, dass das Wasser in Schaffhausen noch ein offenes Flussbett passieren konnte, welches somit noch nicht mit Rinnenschotter verfüllt war. Infolgedessen sind die Ittinger Schotter älter als die, die Rheinfall-Rinne bis über Kote 390 m eindeckenden Rinnenschotter; d. h. die Erosion der Ittinger Schotters erfolgte noch vor der Ablagerung der «risseiszeitlichen Schotter» (Schindler 1985). Die Bildung eines vorangehenden Ossinger/Nussbaumer Moränen-Riegels und vermutlich die gleichzeitige Ablagerung der glazifluvialen Buechberg-Schotter mit anschliessendem Aufstau des Weininger Sees sind somit in eine noch ältere Epoche des Eiszeitalters zu stellen.

Die unter den Sedimenten des Weininger Sees vorhandenen glazigenen und limnischen Ablagerungen, wie verschiedenartige Moränen, Kieslager und Bändertone, lassen vermuten, dass mindestens Teile der die Rinnen des Thurtals und die Rinnen bei Diessenhofen – Basadingen – Stammheim verfüllenden Lockergesteine vorrisseiszeitliches Alter besitzen. Noch älter ist daher die Entstehung dieser tektonisch vorgezeichneten Rinnen anzunehmen.

Daraus folgt, dass die Entstehungsgeschichte sowie die Ablagerungsbedingungen der Deckenschotter, vor allem des – in der klassischen Quartärgeologie als mindeleiszeitlich eingestuften – jüngeren Deckenschotters, eine neue Interpretation erfordern.

## 6. Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse zahlreicher Sondierbohrungen erlaubten die Resultate der früheren Untersuchungen verschiedener Autoren zusammenzufassen, zu relativieren und/oder zu modifizieren. So liessen sich Abgrenzungen zwischen den fluvialen Ittinger Schottern und den glazifluvialen Buechberg-Schottern vornehmen. Die in der Seebachtal-Basadingen-Rinne festgestellten Erosionsformen bewirken – sofern letztere fluvialer Genese sind – Konsequenzen auf die altersmässige Einstufung der Schaffhauser Rinnenschotter. Im weiteren lässt sich dadurch auch das relative Alter der subglazialen Eintiefung der Bietinger Rinne ableiten.

Als Hauptresultat kann gelten, dass die Ittinger Schotter, die Buechberg-Schotter und Schaffhauser Rinnenschotter höchstwahrscheinlich ein präwürmzeitliches Alter besitzen. Falls die Erosion der Ittinger Schotter innerhalb der Seebachtal-Basadingen-Rinne fluvial erfolgte, gilt als relative Altersabfolge von unten nach oben: Buechberg-Schotter ➪ Ittinger Schotter ➪ Erosionsphase ➪ Schaffhauser Rinnenschotter ➪ subglaziale Eintiefung und Verfüllung der Bietinger Rinne ➪ glaziale und fluvioglaziale Ablagerungen des Hochwürm-Hauptvorstosses.

### Verdankungen

Der Autor dankt den Herren Prof. R. Hantke, Dres. M. Baumann und M. Stockmeyer sowie A. Zaugg herzlich für die konstruktiven Fachdiskussionen und Anregungen sowie die kritische Durchsicht des Manuskriptes. Den Begutachtern der Eclogae, Prof. C. Schlüchter, Dres. C. Siegenthaler und P. Huggenberger dankt der Autor für die nützlichen Hinweise und Ergänzungen.

### LITERATURVERZEICHNIS

ANDRESEN, H. 1979: Beiträge zur Kenntnis des Ittinger Schotters. Mitt. thurg. naturf. Ges. 43, 75–81.

BÜCHI & MÜLLER AG 1993: Untersuchungen in der Grube ESPA, Weiningen/TG. Geologisches Gutachten Nr. 3262 im Auftrag der ESPA Frauenfeld AG. Unveröffentlichter Bericht.

– 1995a: Grundwassererschliessung bei Bietingen. Hydrogeologisches Gutachten Nr. 3320 im Auftrag der Gemeinde Thayngen. Unveröffentlichter Bericht.

– 1995b: Grundwasseruntersuchung im Gebiet Thur – Rhein/Cholfirst – Seerücken. Hydrogeologisches Gutachten Nr. 3121 im Auftrag der Kantone Thurgau und Zürich. Unveröffentlichter Bericht.

CAILLEUX, A. 1952: Morphoskopische Analyse der Geschiebe und Sandkörner und ihre Bedeutung für die Paläoklimatologie. Geol. Rdsch. 40, 11–19.

FRÜH, J. 1906: Zur Morphologie des unteren Thurgau. Beiträge zur Kenntnis des Rheingletschers. Mitt. thurg. naturf. Ges. 17, 45–67.

GEIGER, E. 1927: Petrographische Untersuchungen an kristallinen Geröllen des jüngeren Deckenschotters. Mitt. thurg. naturf. Ges. 27, 117–136.
- 1930: Die Zusammensetzung thurgauischer Schotter. Mitt. thurg. naturf. Ges. 28, 167–183.
- 1943: Geologischer Atlas der Schweiz 1 : 25 000, Blätter 56 Pfyn, 57 Märstetten, 58 Frauenfeld und 59 Bussnang, mit Erläuterungsheft (Atlasblatt 16). Schweiz. Geol. Komm., Kümmerly & Frey A. G., Bern.

GUTZWILLER, A. & SCHALCH, F. 1883: Geologische Beschreibung der Kantone St. Gallen, Thurgau und Schaffhausen. Beitr. geol. Karte Schweiz 19/1.

HANTKE, R. 1985: Die jüngere Landschaftsentwicklung in der Nordschweiz. Mitt. naturf. Ges. Schaffhausen XXXII (1981–1985), 121–151.

HANTKE, R. & HOFMANN, F. 1964: Erläuterungsheft zum Geologischen Atlas der Schweiz 1 : 25 000, Blatt 1032 Diessenhofen mit Anhängsel von Blatt 1032 Neunkirch (Atlasblatt 38). Schweiz. Geol. Komm., Kümmerly & Frey A. G., Bern.

HANTKE, R. & MITARBEITER 1967: Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete in 2 Blättern 1 : 50 000. Vjschr. natf. Ges. Zürich 112/2.

HOFMANN, F. 1967: Geologischer Atlas der Schweiz 1 : 25 000, Blatt 1052 Andelfingen, mit Erläuterungen. (Atlasblatt 52). Schweiz. Geol. Komm., Kümmerly & Frey A. G., Bern.
- 1981: Geologischer Atlas der Schweiz 1 : 25 000, Blatt 1052 Neunkirch, mit Erläuterungen. (Atlasblatt 74). Schweiz. Geol. Komm., Kümmerly & Frey A. G., Bern.
- 1994: Beobachtungen zur Quartärgeologie des Schaffhauser Klettgaus (Schweiz). Eclogae geol. Helv. 87, 241–263.

HÜBSCHER, J. 1961: Geologischer Atlas der Schweiz 1 : 25 000, Blatt 1032 Diessenhofen mit Anhängesel von Blatt 1032 Neunkirch (Atlasblatt 38). Schweiz. Geol. Komm., Kümmerly & Frey A. G., Bern.

HUG, J. 1907: Geologie der nördlichen Teile des Kantons Zürich und der angrenzenden Landschaften. Beitr. geol. Karte Schweiz, N. F. 15, Schweiz. Geol. Komm., Stämpfli & Cie., Bern.

JÄCKLI, H. 1958: Die geologischen Verhältnisse bei Andelfingen. In: Gedenkschrift zur Einweihung und Verkehrsübergabe der Weinlandbrücke über die Thur bei Andelfingen am 17. Mai 1958. Direktion der öffentlichen Bauten des Kantons Zürich.

KADEN, D. 1987: Die Geologie der Umgebung der Kartause Ittingen. Mitt. thurg. naturf. Ges. 48.

KEMPF, TH., FREIMOSER, M., HALDIMANN, P., LONGO, V., MÜLLER, E., SCHINDLER, C., STYGER, G. & WYSSLING, L. 1986: Erläuterungen zur Grundwasserkarte des Kantons Zürich 1 : 25 000. Die Grundwasservorkommen im Kanton Zürich. Direktion der öffentlichen Bauten des Kantons Zürich; Schweiz. geotechnische Kommission, Zürich.

MÜLLER, E. 1979: Die Vergletscherung des Kantons Thurgau während der wichtigsten Phasen der letzten Eiszeit. Mitt. thurg. natf. Ges. 43, 48–73.
- 1982: Eisaufbauprozess des würmeiszeitlichen Rheingletschers in der Ostschweiz. Physische Geogr. 1, 221–236.
- 1995: Neues zur Geologie zwischen Thur und Rhein. Mitt. thurg. natf. Ges. 53, 9–42.

PENCK, A. & BRÜCKNER, W. 1909: Die Alpen im Eiszeitalter. 2. Band. Chr. Herm. Tauchnitz, Leipzig.

SCHALCH, F., GUTZWILLER, A. & SCHILL, J. 1879: Geologische Karte der Schweiz in 1 : 100 000, Blatt IV: Frauenfeld – St. Gallen. Schweiz. Geol. Komm., Bern.

SCHINDLER, C. 1985: Geologisch-geotechnische Verhältnisse in Schaffhausen und Umgebung. Erläuterungen zu den Baugrundkarten 1982. Mitt. naturf. Ges. Schaffhausen XXXII (1981–1985), 1–120.

SCHREINER, A. 1968: Eiszeitliche Rinnen und Becken und deren Füllung im Hegau und westlichen Bodenseegebiet. Jh. geol. Landesamt, Baden-Württemberg 10, 79–104.
- 1992: Geologische Karte 1 : 50 000 von Baden-Württemberg Blatt Hegau und westl. Bodensee, mit Erläuterungen. Hsg. Geol. Landesamt, Baden-Württemb., Freiburg i. B.

Manuskript eingegangen 18. Januar 1996
Revidierte Fassung angenommen 12. August 1996