Zeitschrift: Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft

Herausgeber: Thurgauische Naturforschende Gesellschaft

Band: 43 (1979)

Artikel: Die Vergletscherung des Kantons Thurgau während der wichtigsten Phasen der letzten Eiszeit

Autor: Müller, Erich R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-593892

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: 02.08.2025

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

Die Vergletscherung des Kantons Thurgau während der wichtigsten Phasen der letzten Eiszeit

Erich R. Müller

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 49
1. Überblick 49
2. Aufbau des frühwürmeiszeitlichen Bodensee-/Rheingletschers 50
3. Hochwürm 54
3.1. Staffeln des Maximalstandes 54
3.1.1. Frontalbereich von Schaffhausen 54
3.1.2. Allgemeiner Verlauf des Eisrandes während des Maximalstandes 55
3.2. Staffeln des Standes von Alten respektive Diessenhofen 56
3.2.1. Genereller Verlauf des Eisrandes während der Staffeln von Alten 56
3.2.2. Schmelzwassersystem des Standes von Alten 56
3.2.3. Frontalbereich von Diessenhofen 57
3.3. Staffeln von Andelfingen respektive Stein am Rhein oder Singen 58
3.3.1. Verlauf des Eisrandes zur Zeit des mittleren Standes 58
3.3.2. Entwässerungssysteme und markante Schotterbildungen der Staffeln von Andelfingen 59
3.4. Zerfallsphasen nach dem Stand von Andelfingen 60
3.4.1. Zusammenstellung der einzelnen Rückschmelzphasen 60
3.4.2. Seenlandschaft zwischen dem Andelfinger und Konstanzer Stadium 62
3.5. Hochwürm-Abschlussphase: Die Staffeln von Konstanz 68
3.5.1. Verlauf der Eisrandlagen 68
3.5.2. Entwässerungsverhältnisse während des Konstanzer Standes 68
3.5.3. Sulgenersee 68
3.5.4. Spezielle Verhältnisse im Raum Kreuzlingen-Konstanz 69
3.5.5. Jüngere, interne Staffeln von Konstanz 69
4. Spätwürm und Postglazial (Holozän) 69
4.1. Absenkung der Seespiegel 70
4.2. Vermoorungen 70
4.3. Alluvialbildungen 70
4.4. Flächenhafte Verschwemmungen 71
4.5. Seekreide 71
4.6. Überschwemmungsbildungen 71
5. Literaturverzeichnis 71

Zusammenfassung

Die vielen künstlichen Aufschlüsse, welche im Verlaufe der letzten Jahre durch Bohrungen und Schürfungen geschaffen wurden, ermöglichten zusammen mit zahlreichen Grubenprofilen und den heutigen Kenntnissen des Linth-/Rheingletschers eine regionale zeitliche Gliederung der vielfältigen Geschehnisse im Kanton Thurgau während der jüngsten Eiszeit zu entwickeln. Die frühwürmeiszeitlichen Ereignisse des im Aufbau begriffenen Bodensee-/Rheineises konnten mit den Verhältnissen im Linth-/Rheingletschersystem korreliert werden.
Zwischen den Moränenstaffeln von Andelfingen und Konstanz ist der Gletscherrückschmelzprozess gegen Ende der Würmeiszeit detailliert gliederbar. Das Landschaftsbild während der gestaffelten Rückschmelzphase war durch die Anlage der vielen thurgauischen Seen wesentlich geprägt.
Die palaeontologische und radiometrische Untersuchung von fossilem Holz erweist das weitgehend nacheiszeitliche (holozäne) Alter des Thurtalschotters.

1. Überblick

Die letzte Eiszeit - die Würmeiszeit - stellt den jüngsten Abschnitt des zirka 2½ Millionen Jahre andauernden Eiszeitalters dar. Von diesem nimmt sie den letzten Zeitraum, die Zeit von 70 000 bis 10 000 Jahren vor heute in Anspruch (vergleiche Abbildung 1).

Abbildung 1: Gliederung der Würmeiszeit in der Schweiz

Bezeichnung		Merkmale	Jahre vor heute
Nacheiszeit - Holozän		Rückschmelzen zu den heutigen alpinen Gletschern	10 000
Würmeiszeit	Spätwürm	Rückschmelzen der Gletscher bis in die Alpentäler	13 250
	Hochwürm	Hauptvereisung und Beginn des Rückschmelzprozesses	25 000
	Frühwürm	Eisaufbau in mehreren Vorstossphasen	70 000
Riss - Würminterglazial		Zwischeneiszeitliche Warmzeit	

Die weltweit eingetretene Abkühlung und das niederschlagsreiche Klima liessen die alpinen Gletscher stark anwachsen. Dabei stiessen aus den Zentralalpen neben vielen kleinen Nebengletschern insgesamt fünf grosse Gletschersysteme ins schweizerische Mittelland vor:
- Bodensee-/Rheingletscher
- Linth-/Rheingletscher
- Reussgletscher
- Aaregletscher
- Rhonegletscher

Zu dieser Zeit bestand in den eisfreien Gebieten nur eine baumlose, kärgliche Tundravegetation. Als bedeutendste Grosssäugetiere besiedelten damals unter anderen das Mammut, das Wollhaarige Nashorn, der Moschusochse, das Ren, die Gemse, der Steinbock, der Eisfuchs und die Saigaantilope unser Gebiet, während die Kleintiere unter anderen durch Schneehasen, Murmeltiere, Wühl- und Schneemäuse vertreten waren.
Während der letzten Eiszeit lag der künftige Kanton Thurgau im Vereisungsgebiet des Bodensee-/Rheingletscher-Eissystems, welches hier während langer Zeit mit dem Thur-, Urnäsch- und Sittereis vereinigt war. Da sich die Eismassen bis in den Hegau, weit über Ravensburg bis knapp vor Saulgau und weit ins Allgäu erstreckten, nimmt der heutige Kanton Thurgau nur eine kleinere Fläche dieses immensen Gletschers ein. Zum besseren Verständnis der hier eingetretenen Verhältnisse ist es deshalb unerlässlich, einzelne Betrachtungen auf die Nachbargebiete auszudehnen.
Als Grundlage zur Erkundung der chronologischen Abfolge der eiszeitlichen Ereignisse dienen Feldbeobachtungen, Bohraufschlüsse sowie topographische Karten und Luftbilder.

Die Kriterien zur Deutung der Unterlagen sind die folgenden:
- Verlauf von Moränenwällen, Schmelzwasserrinnen respektive -systemen.
- Auftreten von Schotterfluren respektive Sandern.
- Auftreten von Seeablagerungen, wie Bänderton, Seekreide und Deltaschüttungen.
- Vorkommen von Schieferkohle- oder Torfschichten, von Holz-, Blatt- und Fruchtresten sowie deren radiometrische und palaeontologische Altersbestimmungen.
- Generelles Eisgefälle, Eisflusslinien, Eismassenbilanz und andere physikalische Gegebenheiten.
- Analogiebetrachtungen zu benachbarten Gletscherzungen oder Eissystemen.

2. Aufbau des frühwürmeiszeitlichen Bodensee-/Rheingletschers
(zirka 70 000 bis 25 000 Jahre vor heute)

Als älteste bisher datierte Zeugen des frühwürmeiszeitlichen Eisvorstosses sind die Schieferkohlebildungen von Mörschwil zu betrachten. Frühere ^{14}C-Messungen ergaben ein Alter von zirka 50 000 Jahren vor heute. Sie wurden um zirka 10 000 Jahre älter datiert als die Schieferkohlen vom Buechberg (Linthebene), Gossau ZH und Wädenswil. Die liegende Moräne der Mörschwiler Schieferkohle ist entweder eine Bildung eines ältesten, bis weit ins Bodenseebecken vorgestossenen Frühwürmgletschers oder eines risseiszeitlichen Gletschers.
Aus dem Bereich des Linth-/Rheingletschers ist der Eisaufbauprozess relativ gut bekannt und einigermassen gesichert *(Hantke, R.,* 1970 a; *Müller, E.,* 1978). Da dieser Gletscher natürlich auch schon im Frühwürm mit dem Bodensee-/Rheingletscher im Raum von Sargans kommunizierte und somit beide Gletscherarme ein gemeinsames Nährgebiet besassen, muss für den Bodensee-/Rheingletscher ein analoger Verlauf des Eisaufbaues angenommen werden. Infolgedessen ist die folgende Eisaufbaugeschichte des Bodensee-/Rheingletschers als Arbeitshypothese denkbar:

a) Im initialen Frühwürm erfolgten sämtliche Eisvorstösse nur im Alpenrheintal.
b) Als Folge einer starken Klimaverschlechterung stösst der Bodensee-/Rheingletscher erstmals bis etwa nach Konstanz vor. Im Zürichseetal werden die Burg- und Felsenschotter durch Sihlschmelzwässer gebildet. Diesem Eisvorstoss könnte eventuell die Anlage der später überfahrenen Drumlins des Raumes Sulgen-Amriswil sowie der tiefere Stauschotter der Thermalwasserbohrung Konstanz entsprechen.
c) Anschliessend erfolgte ein kurzer weiterer Vorstoss bis mindestens ins obere Unterseebecken respektive ins mittlere Thurtal (Müllheim/Wigoltingen). Im Zürichseebecken werden zu dieser Zeit die Burg- und Felsenschotter weitgehend erodiert.
d) Dank dem nachfolgend eingetretenen etwas milderen Klima schmilzt der Gletscher wieder ins Alpenrheintal zurück. Im Gebiet nördlich von Mörschwil bildete sich eine üppige Moorvegetation, woraus sich dann ein grosses Schieferkohlelager entwickelte.
e) Die darauffolgende Abkühlung liess den Gletscher wieder bis etwa nach Tägerwilen respektive Weinfelden anwachsen. Einzelne später überfahrene Wälle im Raum Wittenbach sind vermutlich in dieser Zeit entstanden. Im Zürichseetal entstand damals der Au- und Reitholzschotter. In diese Zeitepoche ist vermutlich die Entstehung der zum Teil beträchtlichen Vorstossschotter-Vorkommen im Bischofszeller Raum einzuordnen.
f) Während der folgenden Warmphase schmolz der Gletscher erneut ins Alpenrheintal zurück. Die damalige Wald- und Moorvegetation lieferte das Material für die spätere Ausbildung von Schieferkohlelagern. So südöstlich von Bernhardzell und nordwestlich von Bischofszell.
g) Darauf erfolgte eine massive Klimaverschlechterung. Der Gletscher stiess vorerst bis in den Raum Steckborn-Reichenau respektive Frauenfeld-Wigoltingen vor. In diesen Bereichen entstanden mehrere hintereinander parallel verlaufende Moränenkränze, die später durch Überfahrung zu Drumlins umgestaltet wurden. Diesen Vorstossstaffeln sind die mächtigen Schottervorkommen des Raumes Weiningen-Buch, das heisst der *Ittinger Schotter* sowie unter anderen die Schotter von Aawangen, Strass und Zuckenriet zuzuordnen. Diesem Eisvorstoss entspricht im Zürichseetal der Stand von Thalwil-Horgen.
Als markante Schmelzwasserrinne entstand das Sorenbachtal zwischen Niederbüren und Gottshaus. Diese randglaziale Entwässerungsrinne erodierte teilweise die in der vorherigen Kaltphase geschütteten Bischofsberger Schotter.
h) Aufgrund der am Buechberg anstehenden oberen Schieferkohle musste sich das Eis nach dem Vorstoss von Thalwil wieder bis mindestens in die Walenseetalung «zurückgezogen» haben. Das bedeutet für den Bodensee-/Rheingletscher analogerweise wieder ein «Rückzug» bis mindestens oberhalb von Altstätten.
i) Nach dieser relativ milden Klimaperiode erfolgte ein erneuter massiver Eisvorstoss, dessen Front bis in den Raum des unteren Bibertales, von Andelfingen, Aadorf und Gossau reichte. Dabei wurden mehrere Moränenstaffeln gebildet, welche uns heute in der Form von Drumlins als Relikte erhalten blieben. Dieser Phase sind vermutlich ein bedeutender Teil der generell als frühwürmeiszeitliche Vorstossschotter bezeichneten Schotterfluren zuzuordnen.
Als markante Schmelzwasserrinnen wirkten die südlichen Talungen von Littenheid-Dussnang-Turbenthal sowie von Girenmoos-Unterrinndal.
k) Nach dem Stand von Andelfingen erfolgte ein stufenweises Vorrücken bis zum Maximalstand von Schaffhausen. Dabei entstanden mehrere - kaum näher

Abbildung 2: Bildungen des Eisaufbaues während des Frühwürms (Zeitepoche zwischen dem Riss-Würminterglazial und dem Würmmaximalstand)

Phase		Eisrand	Moräne/Drumlins	Schotter	Entwässerungsrinnen	Schieferkohlen
Kaltphase IV	IV b	sukzessiver Vorstoss zum Maximalstand	mehrere isolierte überfahrene Wälle	Langwiesen-Feuerthalen; Rudolfingen; Seen; Gotzenwil-Iberg	Hofstetten-Kollbrunn; Oberschönau - Oberwangen	-
	IV a	Unteres Bibertal	Rossbuck / Staffelbuck	Gailingen; Gottmadingen-Schaffhausen	Rheintal	-
		Schlattingen	Trüllikon-Schlattingen	S von Schlattingen	Betzhalden-Basadingen	-
		Ossingen	E von Ossingen	Ossingen-Schneitenberg	Thurtal	-
		Andelfingen	Dägerlen-Adlikon	Henggartertal	-	-
		Elgg	-	Elgg Aettenbüel	Eulachtal	-
		Wilen	Vogelberg	-	Ägelsee/Busswil-Littenheid–Anwil–Dussnang–Turbenthal–Tösstal	-
		Flawil, Burgau		-	Girenmoos-Unterrinndal	-
		Tannenberg-Niederwil	-	Tannenberg	Chellenbach	-
		(Höngg-Altstetten)	(Schönenberg ZH)	(Höngg, Neuheim ZG)	-	-
3. Warmphase		Alpenrheintal	-	-	-	Buechberg (Linthebene)
Kaltphase III		Steckborn-Reichenau	-	Singener Becken	Untersee-/Rheintal	-
		Frauenfeld-Wigoltingen	Frauenfeld-Wigoltingen	Ittinger Schotter; Strass; Mesenried	Thurtal	-
		Lauchetal	Wängi-Märwil	Matzingen-Aawangen-Wittenwil	Eulachtal	-

		Niederhelfen-schwil-Zuzwil	Niederhelfen-schwil-Zuzwil	Zuckenriet	Sorenbachtal	-
		(Thalwil-Horgen)	(Samstagern)	-	-	-
2. Warmphase		Alpenrheintal	-	-	-	SE von Bernhardzell; NW von Bischofszell; (Wädenswil; Buechberg)
Kaltphase II		Tägerwilen	Konstanz-Wollmatingen	-	Untersee-/Rheintal	-
		Weinfelden-Märstetten	-	Rotenhausen-Reute; Mettlen-Friltschen	Thurtal	-
		Bischofszell-Niederbüren	Häggenschwil-Wittenbach-Mörschwil	Bischofsberg; Hohentannen; Schweizersholz-Niederhelfenschwil	-	-
		(Wädenswil)	-	(Au- und Reitholzschotter)	(Zürichseetal)	-
1. Warmphase		Alpenrheintal	-	-	-	Mörschwil
Kaltphase I	Ib	Oberes Unterseebecken	Konstanz, südlicher Bodanrücken	Reichenau; Allensbach-Markelfingen	Untersee-/Rheintal	-
		Müllheim-Wigoltingen	Wigoltingen-Engwang	-	Thurtal	-
		Bischofszell	-	-	Sitter-/Thurtal	-
		(Horgen-Halbinsel Au)	-	(Erosion des Burg-/Felsenschotters)	(Zürichseetal)	-
	Ia	Konstanz	-	Konstanzer Horn	Untersee-/Rheintal	-
		Sulgen	Sulgen-Amriswil	-	Thurtal	-
		(Hurden-Rapperswil)	-	(Burg-/Felsenschotter)	(Zürichseetal)	-
Initiale Vorstossphasen		Alpenrheintal	-	-	-	-

korrelierbare - weitere Wallmoränen und einzelne isolierte Schotterfluren, wie zum Beispiel die Schotter von Langwiesen-Feuerthalen, Dachsen, Rudolfingen und Dorf-Berg am Irchel. Daneben wirkten die Talungen von Hofstetten-Kollbrunn, Oberschönau-Oberwangen und Wolfertswil-Magdenau-Bubental als Schmelzwasserrinnen.

3. Hochwürm

Als Hochwürm bezeichnen wir für unsere Betrachtungen die Zeitepoche vom Maximalstand bis zum Rückschmelzstand von Konstanz. Dieser Abschnitt dauerte entsprechend obiger Annahme von zirka 25 000 bis 13 250 Jahre vor heute. Das Hochwürm des Bodensee-/Rheingletschers lässt sich, wie Abbildung 3 zeigt, generell in mehrere Stadien gliedern.

Abbildung 3: Gliederung des Hochwürms

Zeitphasen/Stadien		Jahre vor heute
Bodensee-/Rheingletscher	Linth-/Rheingletscher	
Konstanz/Sulgen	Hurden-Rapperswil	13 250
Interne Staffeln des Thurtales/Unterseebeckens: - Bussnang/Ermatingen - Wigoltingen/Reichenau - Frauenfeld/Steckborn - Altikon/Mammern	Interne Staffeln des Zürichseebeckens: - Bäch - Horgen - Thalwil - Küsnacht	
Staffeln von Andelfingen respektive Stein am Rhein: - Dätwil/Stein am Rhein - Neuguet/Hemishofen - Andelfingen/Etzwilen	Staffeln von Zürich: - Unterstes Zürichseebecken (Hafner) - Lindenhof - Altstetten	zirka 16 000 bis 17 000
Alten/Diessenhofen	Schlieren	zirka 18 000
Staffeln von Rüdlingen/Schaffhausen	Staffeln von Killwangen	25 000

3.1. Staffeln des Maximalstandes

3.1.1. *Frontalbereich von Schaffhausen*

Im Raum von Schaffhausen lassen sich verschiedene Eisrandlagen und Schotterfluren des Maximalstandes differenzieren, welche sich räumlich einigermassen gut einander zuordnen lassen. Hingegen ist die räumlich-zeitliche Abfolge, das heisst, wo und wie weit Überfahrungen von einzelnen Staffeln stattgefunden hatten, noch nicht eindeutig geklärt.

Von Westen nach Osten besteht die folgende räumliche Abfolge, welche jedoch nicht der zeitlichen Sequenz entsprechen muss:

a) Der externste Stand endete nordwestlich von Neuhausen am Rheinfall in der Engi, von hier wurde der *Klettgauer Niederterrassenschotter* geschüttet. Dieser

Stand lässt sich via Hauental-Schweizersbild-Wippel bis beinahe nach Bibern verfolgen. Nach Südwesten verlief die äusserste Grenze über Azheimerhof-Jestetten-Lottstetten-Solgen-Steinenkreuz zum Irchelabhang. Als weitere bedeutende Schotterflur ist diesem Stand der *höhere Rafzerfeldschotter* zuzuweisen.

b) Als nächst innere Staffel muss ein Stand angenommen werden, dem die Schotter der *Breiteterrasse* entsprechen. Während dieses Standes konnte keine Entwässerung mehr in Richtung des schaffhausischen Klettgaus stattfinden. Sie erfolgte jetzt durch das Chlaffental und im Wangental.

Die etwas höher gelegenen Moränen des externsten Standes verhinderten nun ein Abfliessen der Schmelzwässer in Richtung des Rafzerfeldes. Daher erfolgte die neue Entwässerung durch die ehemalige zwischen dem Hurbig und Irchel gelegene flache Senke. Dabei entstand hier epigenetisch der Rheineinschnitt der Tössegg.

c) Östlich des Fulachtales - am Solenberg/St. Niklausen - liegt die nächst innere Staffel. Höhenmässig entspricht ihr vermutlich die *Stokarterrasse.* Da ihr Hangendes erratische Blöcke aufweist, muss angenommen werden, dass die Moräne und der Schotter der Stokarterrasse von einem jüngeren Gletscher überfahren wurden. Ob dies zur Zeit eines der externeren Stände geschah oder ob dies nur durch eine unbedeutende Eisfrontoszillation erfolgte, ist zur Zeit noch nicht geklärt.

Zur Zeit der Stokarterrasse war der Cholfirst noch nicht respektive nicht mehr ganz von Eis umflossen.

d) Der nächst interner gelegenen Staffel lässt sich die Schotterflur der *Munotterrasse* und ihre Fortsetzung in der höheren Feuerthaler Terrasse sowie die weite Schotterflur von Lottstetten-Nack zuordnen. Der Eisrand lag bei Feuerthalen-Buchthalen-Gennersbrunn. Diesem Stand entspricht wohl am ehesten die Phase Killwangen II im Linth-/Rheinsystem.

e) Dem internsten Stand, der Staffel von Langwiesen/Fenisberg-Neu Dörflingen enspricht die kleinräumige *Langwieser Terrasse* als Schotterflur.

3.1.2. *Allgemeiner Verlauf des Eisrandes während des Maximalstandes* (vergleiche Beilage: Abbildung 5)

In weiten Gebieten des randlichen Rheingletschers lassen sich im Gegensatz zum Schaffhauser Raum meist - wenn überhaupt - nur ein externer von einem internen Stand unterscheiden.

a) *Eisrandverlauf nördlich von Schaffhausen*

Der externe Stand kann nördlich von Thayngen entlang des östlichen Abhanges des Hohenstoffels nach Engen verfolgt werden. Das obere Bibertal wurde damals durch Schmelzwasser zu einem langgestreckten See aufgestaut, der durch das Kurz- und Langloch entwässert wurde.

Der interne Stand verläuft von Thayngen entlang der östlichen Hegauvulkanreihe nach Neuhausen (Hegau). Da nun der See hinter Thayngen ausgeflossen war, bestand eine vom Bibertal ins Fulachtal verlaufende Schmelzwasserrinne.

b) *Eisrandverlauf östlich von Rüdlingen*

Vom entlang des Irchels nach Pfungen verlaufenden Externstand kann die randliche Schmelzwasserrrinne via Rumstal nach Dättnau hinauf verfolgt werden, wo das Bodensee- mit dem Linth-/Rheineis sich über eine längere, aber mehrfach unterbrochene Strecke vereinigte. Weiter östlich tritt der entsprechende

Eisrand bei Seelmatten auf, von wo aus die ältere Rinne Neubrunn-Turbenthal aktiv war. Südöstlich von Fischingen vereinigte sich der Bodensee-/Rheingletscher mit dem aus dem Toggenburg stammenden Rhein-/Thurgletscher. Östlich des Toggenburges trennten sich die beiden Eismassen erst wieder am Winzenberg, südlich von Oberrinndal.
Weiter östlich lässt sich der äusserste Eisrand nach Degersheim bis an den Stägelenberg, 1 km südlich von Schachen, verfolgen. Hier vereinigte sich der Bodensee-/Rheingletscher mit dem Urnäsch-/Sitter-Lokalgletschersystem.
Aufgrund dieser hochgelegenen Eisrandlagen ist ersichtlich, dass zur Zeit des Maximalstandes praktisch der ganze Kanton Thurgau mit Eis bedeckt war. Lediglich kleinste Areale im hintersten, höchst gelegenen Tannzapfenland waren eisfrei.

3.2. Staffeln des Standes von Alten respektive Diessenhofen

Im Gegensatz zu den Staffeln des Maximalstandes lassen sich diejenigen von Alten wesentlich schlechter gliedern. Trotz dem unklaren Auftreten von Moränenrelikten im Frontalbereich können im Raum von Diessenhofen - analog dem Linth-/Rheinsystem - ein externer und ein interner Stand erkannt respektive erahnt werden.

3.2.1. *Genereller Verlauf des Eisrandes währen der Staffeln von Alten* (vergleiche Abbildung 5)

Nördlich von Alten lassen sich die Eisfronten dieses Standes innerhalb eines von Alten/Marthalen-Oerlingen-Gisenhard/Truttikon-Schlattingen/Basadingen-Buch/Bietingen/Gottmadingen-Hohentwiel-Hohenkrähen in den Hegau ziehenden Bandes verfolgen.
Südlich von Alten oszillierte die Eisfront zwischen Humlikon/Adlikon-Henggart/Dägerlen, von wo aus sie via Hettlingen-Winterthur-Dickbuech-Wiezikon-Busswil nach Jonschwil verlief. Im Raum südlich von Wil/Jonschwil vereinigte sich damals das Rheineis mit dem Toggenburger Thureis.
Nördlich des fürstenländischen Thurtales hoben sich erst während des internen Standes von Alten die Spitzen des Nieselberges und diejenigen des östlich von Bronschhofen gelegenen Bergwaldes sowie des Braunauer Berges als kleinste Nunatakker hervor. Somit war damals der Thurgau immer noch weitgehend mit Eis überdeckt.

3.2.2. *Schmelzwassersystem des Standes von Alten*

Westlich der Zone, wo sich das Bodensee- mit dem toggenburgischen Thurtaleis vereinigte, erfolgte eine massive Entwässerung durch die schon im Frühwürm funktionierende Talung von Littenheid-Dussnang-Bichelsee-Turbenthal. Weiter westlich entwässerte sich der Gletscher über die Rinne Hofstetten-Wenzikon-Waltenstein-Kollbrunn. Unterhalb von Winterthur flossen die Schmelzwässer im heutigen Töss- und Eulachtal. Im Raum von Pfungen vereinigten sich diese mit den aus dem Raum Riet-Aesch-Neftenbach stammenden Wässern. Die nördlicheren Entwässerungen erfolgten generell in Richtung des Thur- und Rheintales.
Nördlich des Rheines fand ein bedeutender Schmelzwasserabfluss durch das Fulach-/Herblingertal statt.

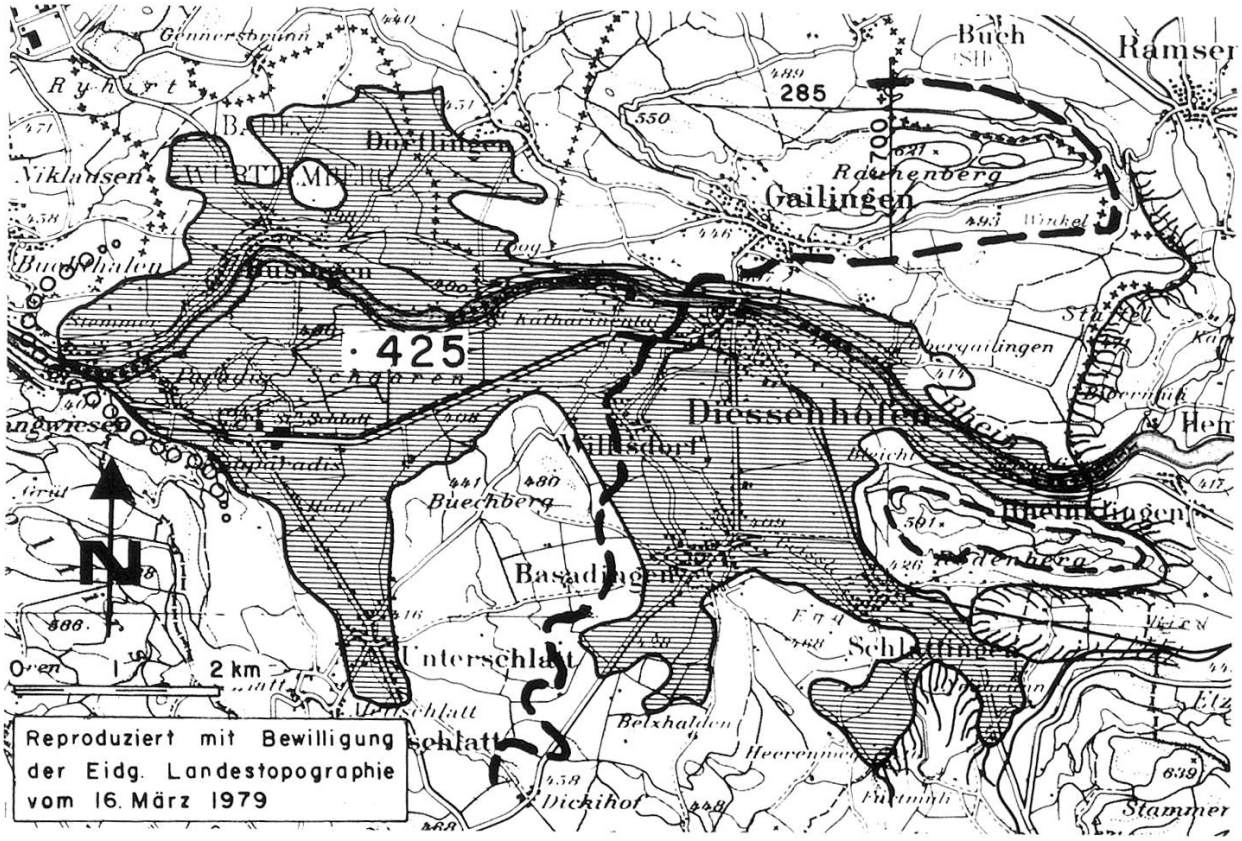


Abbildung 4: Diessenhofersee Massstab 1:100 000

Internster Eisrand des Maximalstandes

Eisrandlage während des Diessenhofersees, das heisst vor dem Stand von Alten respektive Diessenhofen

425 Diessenhofersee, mit Seespiegelangabe

Eisrandlage während des Hauptstandes der Staffel von Alten respektive Diessenhofen

3.2.3. *Frontalbereich von Diessenhofen* (vergleiche Abbildung 4)

Nach dem internsten Halt des Maximalstadiums (Langwiesen/Fenisberg-Neu Dörflingen) erfolgte ein kräftiges Rückschmelzen des Gletschers bis mindestens in den Bereich des Staffels respektive hinter Schlattingen. Dabei staute sich hinter Langwiesen ein See auf. Die höchstgelegenen Seeablagerungen wurden im Raum Birkenhof (1,5 km südöstlich von Diessenhofen) auf zirka 422 m über Meer erbohrt. Dies bedingt eine minimale Stauhöhe von zirka 425 m über Meer für den Langwieser Moränenriegel. Der damalige See bedeckte die Fläche Schlattingen-Basadingen-Diessenhofen-Büsingen-Dörflingen und reichte hinter dem Buechberg bis knapp unterhalb von Mettschlatt. Nördlich von Büsingen reichte der Hippbüel als Insel zum See hinaus.

Nach einer relativ kurzen Zeit stiess der Gletscher wieder zur Linie Gailingen-Diessenhofen-Willisdorf-Dickihof vor. Die Gleschterstirn zwischen dem Buechberg und Gailingen befand sich nun im See, wo statt einer Endmoräne ein im

See abgelagerter Deltaschotter entstand: die unteren schräg geschichteten Kiese und Sande von Ebnet und Langfurri, welche im Schaffhauser Raum den Bildungen der *Fulachterrasse* entsprechen.
Bei Langwiesen erniedrigte sich die Stauhöhe stetig, so dass zur Zeit des Eisrandes von Diessenhofen/Ebnet der Seespiegel auf zirka Kote 418 m absank. Dies bezeugen die ab dieser Höhe einsetzenden, ungefähr horizontal geschichteten Übergussschichten in der Grube von Ebnet.
Kurz darauf erfolgte erneut ein kleiner «Rückzug». Dabei brach katastrophenartig der Stauriegel von Langwiesen, weshalb sich der See in kürzester Zeit entleerte. Dadurch und durch die anschliessenden Vorgänge wurde der kurz vorher geschüttete Deltaschotter von Ebnet teilweise erodiert.
Während des späteren Vorrückens zur Linie Obergailingen-Diessenhofen-Schlattingen-Truttikon war den Eisfronten ein breiter Sander vorgelagert, nämlich die Schotter von Gross Ratihard-Scharen, des Schlattertals sowie von Büsingen-Rhyhalde. Diese entsprechen dem Schotter der *Oberen Singener Terrasse.*

3.3. **Staffeln von Andelfingen respektive Stein am Rhein oder Singen** (vergleiche Beilage: Abbildung 5).

Nach dem Stand von Alten/Diessenhofen schmolz das Eis dank der erneuten allgemeinen Erwärmung relativ stark zurück. Wegen der nachfolgenden Abkühlung stiessen die Eismassen alsdann wieder etwas vor. Aus dieser Zeit lassen sich mindestens ein externer, ein mittlerer und ein interner Stand unterscheiden. In flachen Zungenbecken oder bei transfluierenden Gletscherzungen, welche gegenüber dem Zungenbecken nur eine leicht erhöhte Transfluenzschwelle aufweisen, lässt sich eine grosse Vielfalt von Einzelstaffeln erkennen.
Im Linth-/Rheingletschersystem entsprechen diese Staffeln dem Zürichstadium. Der externste Stand kann dem Stand von Altstetten, der mittlere dem des Lindenhofs und der interne dem Eishalt des untersten Zürichseebeckens (Hafner) zugewiesen werden.
Die mittlere Staffel entwickelte sich auch im Bodensee-/Rheingletschersystem wie auch in den übrigen Eissystemen als die markanteste Eisrandlage.
Zur Zeit des Andelfinger Stadiums gliederte sich der Bodensee-/Rheingletscher in unserem Bereich in acht Teillappen (vergleiche Abbildung 5). Praktisch während des gesamten komplexen Stadiums bildeten der Lauchetal-, Thunbachtal- und der Thurtallappen nach einer relativ kurzen seitlichen Abtrennung eine gemeinsame zusammenhängende Eisfront.

3.3.1. *Verlauf des Eisrandes zur Zeit des mittleren Standes* (vergleiche Abbildung 6)

Der auf der Höhe von Heiden das Rheintal verlassende Gletscher überdeckte damals St. Gallen und bildete bei St. Gallen-Winkeln eine Gletscherstirn. Anschliessend folgte der Eisrand rund um den Tannenberg, um so via Andwil nach Gossau-Flawil-Uzwil-Wil zu gelangen. Alsdann stieg der Eisrand entlang des Nieselberges-Greuterschberg wieder in nordöstlicher Richtung an. Einzig der Nollen reichte als Nunatakker über das weite Eismeer des Fürstenlandes.
Nordwestlich des Brunauer Berges drang der Lauchetallappen praktisch nach Wil vor, wo er zirka 2 km westlich des Fürstenlandlappens stirnte. Sodann schwenkte die Eisfront nach Westen ab und stiess als Teillappen gegen Sirnach-Wiezikon vor.

Anschliessend folgten die entsprechenden Eisrandlagen via Tuttwil-Aadorf-Hagenbuch-Gündlikon-Mörsburg-Welsikon nach Andelfingen, wo der Thurtallappen bei Neuguet (Weinlandbrücke) seine westlichste Lage fand.
Als zwei weitere Nunatakker ragten zwischen dem Lauchetal und dem Thurtal der Immenberg und der Stähelibuck aus dem Bodensee-/Rheineismeer heraus.
Nach Andelfingen kann dieser Stand entlang des nördlichen Thurtalabhanges via Oberneunforn nach Wilen verfolgt werden, wo sich der Seebachtal- vom Thurtallappen abtrennte. Dieser bildete bei Nussbaumen/Oberstammheim ein klassisches Zungenbecken. Der nördliche Eisrand dieses Lappens setzt sich sodann via Schloss Steinegg-Chalchrain-Wilen-Chlingenzell nach Kaltenbach-Etzwilen-Hemishofen fort.
Entlang des Schienerberges bis östlich von Langenmoos kann die nördliche Begrenzung des Unterseelappens verfolgt werden, das heisst bis zum anschliessenden Abtauchen des nun beginnenden Hegaulappens. Dieser fand bei Arlen, Worblingen und Singen seine westlichsten Stirnlagen.

3.3.2. *Entwässerungssysteme und markante Schotterbildungen der Staffeln von Andelfingen*

Als höchst gelegener Schotter dieses Standes gilt der Stauschotter von Eggersriet (zirka 7 km östlich von St. Gallen).
Von der Front des Winkler Lappens erfolgte eine massive Entwässerung mit simultaner Sanderbildung in Richtung Gossau-Flawil. Hier vereinigte sich dieses Entwässerungssystem mit demjenigen des südöstlichen Fürstenlandlappens.
Westlich von Flawil wirkte die Rindaler Talung als bedeutende Entwässerungsrinne. Diese endete östlich von Oberbazenheid subglaziär unter dem bei Unterbazenheid stirnenden Toggenburger Thurgletscher. Zwischen diesem und dem westlichen Fürstenlandlappen wurde das bedeutende Schottervorkommen von Schwarzenbach geschüttet.
Die aus dem zwischen dem Nieselberg und Brunauer Berg stammenden Schmelzwässer flossen zur markanten Schotterflur, welche zwischen den östlich und westlich von Wil, nur 2 km voneinander entfernt stirnenden Eisfronten des Fürstenland- und Lauchetallappens geschüttet wurde.
Unmittelbar westlich des Eisrandes bei Eschlikon fand die Hauptentwässerungsrinne des Lauchetallappens ihren Anfang. Diese verlief vorerst durch das obere Lützelmurgtal und anschliessend durch das Eulachtal. Damals erfolgten vom Eisrand zwischen Eschlikon-Aadorf-Hagenbuch-Gündlikon massive Seitenzuflüsse. Deshalb kam es hier zu starken Aufschotterungen, von welchen der Schotterkörper des Aadorfer Feldes von grösster Bedeutung ist. Dieser wurde in seinem tieferen Bereich als Deltaschotter in einen See geschüttet.
Auch die bis aus dem Raum Berg/Rutschwil stammenden Schmelzwässer flossen noch dem Eulach-/Töss-Entwässerungssystem zu. Dabei entstanden weitere wichtige Schotterfluren, diejenigen von Wiesendangen, Seuzach-Riet und Hettlingen-Neftenbach.
Die alsdann nordwestlich anschliessende Entwässerung erfolgte nun in Richtung Andelfingen, wo sich die Schmelzwässer des gesamten nördlichen Thurtallappens vereinigten. Dabei wurden die Schotter von Niederwil, Andelfingen, Ossingen und Oberneunforn geschüttet. Vom später beinahe ganz erodierten Andelfinger Schotter bestehen heute nur noch die wenigen lokalen, isolierten Schotterrelikte von Alten, Schiterberg, Laufen und Seelistal.

Die Schmelzwässer des Seebachtallappens flossen in Richtung Stammheim-Diessenhofen. Die zugehörende intakte Schotterflur liegt im Raum Stammheim-Waltalingen-Guntalingen.
Die Schmelzwasserzuflüsse des Untersee- und des Hegaulappens vereinigten sich bei Rheinklingen-Bibermüli und folgten anschliessend dem heutigen Rheinlauf. Entlang des Schienerberges fand weitgehend eine subglaziäre Entwässerung zur Gletscherachse hin statt. Dabei wurden die anstehenden Glimmersandsteine stark erodiert. In der Folge wurden die abgetragenen Sande meist subglaziär abgelagert, so dass im Raum von Stein am Rhein oserähnliche sandige Glazialformen entstanden.
Vom Eisrand Arlen-Rielasingen-Singen schütteten die Schmelzwässer einen mächtigen Sander, nämlich den bis an die Eisrandlage von Eztwilen/Hemishofen reichenden Bibertalschotter. Dieser wird oft als Schotter der *Unteren Singener Terrasse* bezeichnet.

3.4. Zerfallsphasen nach dem Stand von Andelfingen respektive Stein am Rhein oder Singen

Nach dem internen Eishalt des Andelfinger Stadiums, das heisst von Dätwil oder Stein am Rhein, erfolgte ein relativ rascher Rückschmelzprozess, welcher sich in mehrere Phasen gliedern lässt. Diese wurden im Gegensatz zu denen des Andelfinger Stadiums meist nur schwach ausgebildet. Während sich die einzelnen Eishalte zwischen dem Lauchetal- und dem Hegaulappen einigermassen gut korrelieren lassen, kann eine Zuordnung zu denen des Fürstenlandlappens nur knapp erahnt werden (vergleiche Abbildung 7).

3.4.1. *Zusammenstellung der einzelnen Rückschmelzphasen* (vergleiche Beilage: Abbildung 8). Die Zusammenstellung erfolgte in Anlehnung an die bis anhin bekannteren Rückschmelzphasen des Linth-/Rheingletschers im Zürichseetal.

1. Phase: Altikon respektive Küsnacht
Sämtliche während des Andelfinger Stadiums angelegten Eislappen existieren noch in der ersten Rückschmelzphase. Sie fanden damals in Worblingen-Mammern-Hüttwilen-Altikon-Thundorf-Heiterschen und vermutlich bei Züberwangen ihre untersten Eisrandlagen. Während dieser Phase erfolgte die Freilegung des Murgtales zwischen Matzingen und dem Hundsruggen. Somit waren die Höhenzonen des Immenbergs-Stähelibucks nicht mehr ganz von Eis umflossen.

2. Phase: Frauenfeld respektive Thalwil (vergleiche Abbildung 9)
Von den ursprünglichen Eislappen beginnen nun der Seebachtal- und der Thunbachtallappen zu zerfallen. Andeutungsweise können noch reliktische Restlappen bei Weckingen und bei Strohwilen erkannt werden. Die übrigen Eisfronten

Abbildung 6: Ansicht des Bodensee-/Rheingletschers während des mittleren Standes von Andelfingen (Blick von Pfungen/Winterthur in Richtung Thurtal-Bodensee). Mit Angaben der Schmelzwasserflüsse und der Schotterfluren. ►
(Photoswissair)

befanden sich bei Radolfzell-Steckborn-Frauenfeld/Erzenholz-Stettfurt und vermutlich bei Henau. Von nun an blieb das ganze Murgtal oberhalb von Frauenfeld eisfrei. Währenddem weite Gebiete des Seerückens nicht mehr von Eis überflossen waren, blieb damals der Ottenberg noch knapp unter der Eisoberfläche verborgen.
Im Hegau wurden zur Zeit dieser Phase die Schotter der *Böhringer Terrasse* geschüttet.

3. Phase: Wigoltingen respektive Horgen (vergleiche Abbildung 10)
Nachdem der Seebachtal- und der Thunbachtallappen ganz aufgelöst waren, beginnen jetzt auch der Lauchetal- und der Unterseelappen zu zerfallen. Der letztere existiert nunmehr als vereinigter Untersee-/Hegaulappen. Dieser spaltete sich entlang der Reichenau längs zirka 3 km auf. Die entsprechenden Eisrandlagen befanden sich bei Allensbach-Mannenbach-Wigoltingen-Affeltrangen und vermutlich bei Niederbüren.
Während der 3. Phase erscheint nun der Ottenberg als beachtlicher Nunatakker.

4. Phase: Bussnang respektive Bäch
Nachdem sich auch der Lauchetallappen aufgelöst hatte, existierten im Thurgau nur noch drei Lappen, der Bodenseelappen, der bei Ermatingen stirnte, der Thurtallappen, welcher bei Bussnang endete, und der Fürstenlandlappen, dessen Front im Raum Bischofszell lag. Zu dieser Zeit war auch der Ottenberg nicht mehr von Eis umflossen.

3.4.2. *Seenlandschaft zwischen dem Andelfinger und Konstanzer Stadium* (Abbildungen 9 und 10)
Als der Bodensee-/Rheingletscher seine Randlagen von Stein am Rhein respektive Dätwil verliess, wurden die nun anfallenden Schmelzwässer an den massiven Endmoränenwällen oder an Schotterfluren des mittleren oder internen Standes von Andelfingen hochgestaut. Dadurch entstanden vorerst vier, ab dem Frauenfelder Stand noch zwei weitere Seen. Die meisten dieser Gewässer existierten über eine längere Zeitspanne.
Mit dem zunehmenden Rückschmelzen der einzelnen Lappen vergrösserten sich die Seeflächen zusehends. Die meisten Eisfronten lagen nun im See, so dass zu diesen Zeiten keine Endmoränen entstanden. Dagegen sind kalbende geradlinige, mehr oder weniger senkrecht zur Talachse verlaufende Eisränder anzunehmen. Nach der Phase von Bussnang konnte dank dem Bürgler Molasseriegel noch ein weiterer See aufgestaut werden.

a) *Thurtalsee*
Der Thurtalsee wurde am Endmoränenwall von Dätwil auf der Kote von zirka 405 m gestaut. Die höchsten See- respektive Bändertone wurden im Bereich der ARA westlich vor Weinfelden auf zirka 403 m über Meer erbohrt. Daneben sind aus dem westlichen Bereich von Weinfelden Bohrresultate bekannt, welche unter dem Thurtalschotter anstelle der Seeablagerungen bereits auf Kote 406 m über Meer Grundmoräne aufweisen, was das Ostende des Thurtalsees annehmen lässt.
Da oberhalb der Bussnanger Eisenbahnbrücke einerseits die Grundmoräne immer über der Kote 405 m erbohrt wurde und anderseits nie mehr Seeablagerungen erschlossen wurden, ist ein bis nach Kradolf reichender See wenig wahrscheinlich.

Abbildung 7: Zusammenstellung der Eisrandlagen der Rückschmelzphasen zwischen dem Andelfinger und Konstanzer Stadium

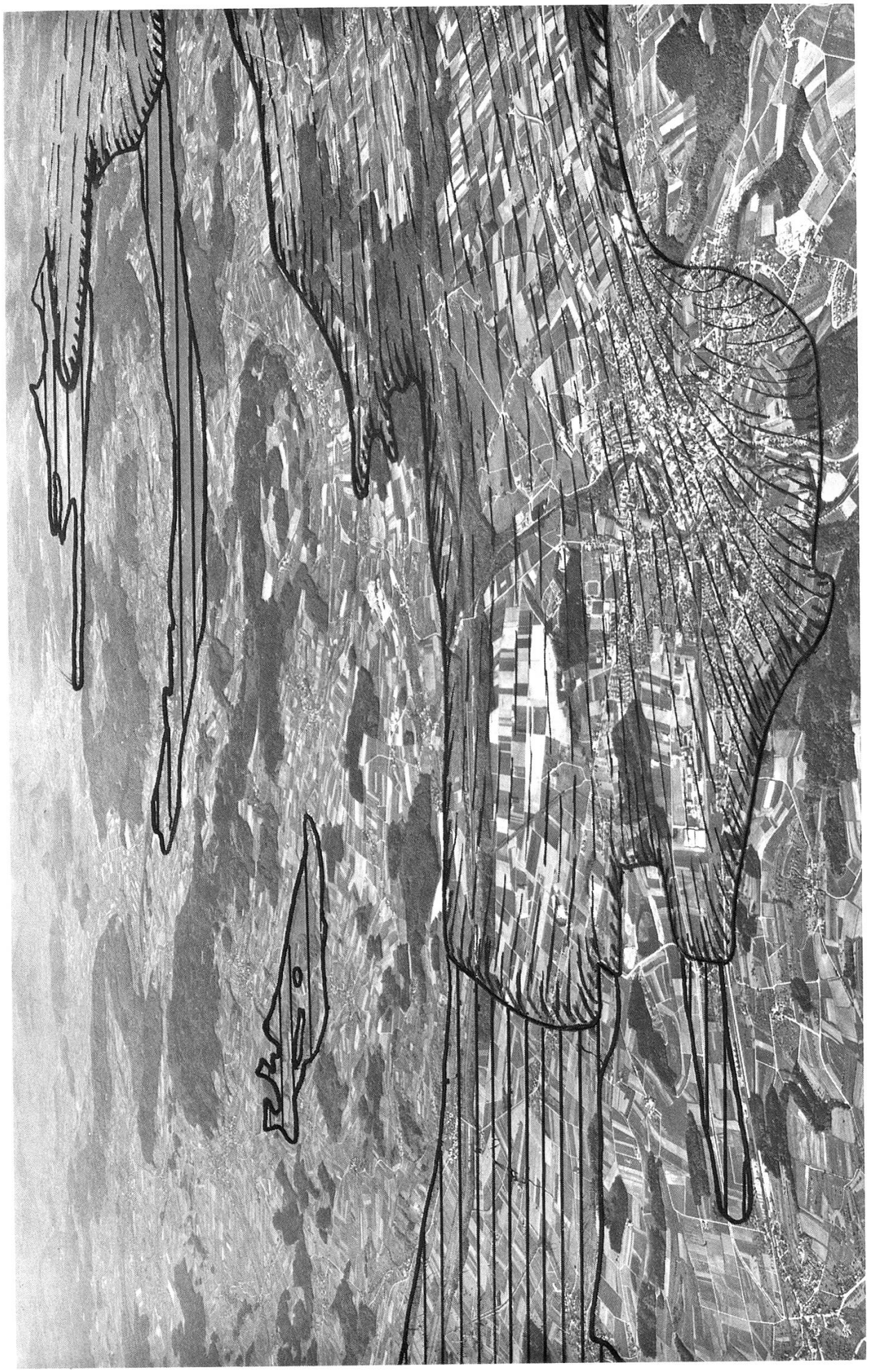
Bodensee-/Rheingletscher							Linth-/Rheingletscher
Hegau-lappen	Untersee-lappen	Seebachtal-lappen	Thurtal-lappen	Thunbachtal-lappen	Lauchetal-lappen	Fürstenland-lappen	Zürichseelappen
Worblingen	Stein am Rhein	Nussbaumen	Dätwil	Halingen	Untertuttwil	Niederstetten	Hafner
Bohlingen	Mammern	Hüttwilen	Altikon	Thundorf	Heiterschen	Züberwangen(?)	Küsnacht
Radolfzell	Steckborn	Weckingen	Frauenfeld	Strohwilen	Stettfurt	Henau(?)	Thalwil
Allensbach	Mannenbach		Wigoltingen		Affeltrangen	Niederbüren(?)	Horgen
Ermatingen			Bussnang			Bischofszell(?)	Bäch
Konstanz			Sulgen			—	Hurden

Aufgrund von Bohrungen aus dem Raum Frauenfeld reichen in der Mitte zwischen der Talachse und dem Talrand die Seeablagerungen bereits bis 56 m unter Terrain. Daher ist eine maximale Seetiefe von zirka 80 m im Bereich der Talachse möglich.
Zur Zeit des Bussnanger Standes endete die Gletscherstirn im Thurtalsee. Weil aber die Seeablagerungen auch östlich der Bussnanger Eisfront noch festgestellt wurden, ist anzunehmen, dass der Thurtalsee sich gegen Osten simultan mit dem Zurückweichen des Eises wenig erweiterte und mindestens zur Zeit des Konstanzer- respektive Sulgener Standes noch existierte. Dabei war der Stau bei Dätwil noch intakt, weshalb der Andelfinger Schotter damals noch durchgehend bestand.
500 m westlich der Pfynerbrücke wurden auf dem südlichen Hochwasserdamm über den Seetonen, jedoch noch unter dem Thurtalschotter, torfige und seekreidige Schichten erbohrt, welche ein grösseres Eschenholzfragment lieferten. Das Alter dieses bedeutenden warmzeitlichen Reliktes wurde durch das physikalische Institut der Universität Bern mittels der ^{14}C-Methode auf 6750 $\pm$ 70 Jahre vor heute (BP) bestimmt. Diese Schichten sind als Verlandungsschichten des Thurtalsees zu interpretieren. Dadurch wurde das jüngstmögliche Alter dieses Sees festgelegt.

b) *Ur-Hüttwilersee*
Nach dem Stand von Dätwil das heisst von Nussbaumen entstand im freigewordenen Zungenbecken des Seebachtallappens ein grösserer See. Dieser wurde zur Zeit der grössten Ausdehnung das heisst unmittelbar nach dem Stand von Altikon respektive Hüttwilen auf Kote 441 m gestaut. In diesem See bestanden damals zwischen Uerschhausen und Nussbaumen zwei Inseln.
Am Ostende des Hüttwilersees wurden die weichen Seetone bis mehr als 22 m unter Terrain, das heisst bis auf Kote 413 m, erbohrt. Am Ostende des Nussbaumersees folgten 4,40 m Torf, darunter 3,90 m Seekreide und 3,90 m Seeton. Darunter stand bis in 12 m Endteufe Moräne an. Durch Taucherbeobachtungen sind Grundwasseraufstösse ins heutige Seebecken bekannt. Somit folgen schon in geringer Tiefe unterhalb der Moränenbedeckung Vorstossschotter. Diese sind vermutlich mit dem Ittinger Schotter zu parallelisieren.
Der Zeitpunkt, zu dem sich der Seespiegel um 7 m auf das heutige Niveau abgesenkt hatte, ist noch nicht geklärt. Auf jeden Fall bestand nach dem Stand von Frauenfeld eine freie Abflussmöglichkeit in Richtung des Thurtales.

c) *Ur-Untersee*
Der damalige Ur-Untersee reichte von Etzwilen/Hemishofen zumindest bis zum Konstanzer Stand. Die Wasserspiegelhöhe kann anhand von Bohrdaten aus Kreuzlingen zwischen 412 und 415 m über Meer eingegabelt werden. Diese Höhen stimmen sehr gut mit der Höhenlage von Verlandungssedimenten im Raum von Stein am Rhein überein.
Da aus dem mittleren Unterseebecken keine Bohrdaten vorliegen, ist die damalige maximale Seetiefe nicht bekannt. Hingegen liegen Bohrdaten des Konstan-

Abbildung 9: Ansicht der Gletscherlappen während des Standes von Frauenfeld und der Eisrandseen: Thurtalsee, Islikersee, Ur-Hüttwilersee, Ur-Untersee und Hegausee. Bild von Frauenfeld in Richtung Rheintal-Hegau.
(Photoswissair)



zer Autobahn-Brückenbaues vor. Dort fand man die Moränenoberfläche erst in zirka 60 m Tiefe, woraus folgt, dass die maximale Seetiefe bis unter die Kote 335 m über Meer reichen musste.
Der Ur-Untersee hatte eine wesentlich grössere Ausdehnung als heute. So reichte er bis nach Worblingen zum dortigen Moränenwall und nach Überlingen am Ried sowie nach Böhringen. Nach dem Stand von Frauenfeld respektive Steckborn kommunizierte auch der Mindelsee mit dem Ur-Untersee.

d) *Züberwangersee*
Durch den Wiler Schotterkörper und die rückschmelzende Eisfront des Fürstenlandlappens wurde ein bis auf die Kote 508 bis 510 m reichender, zirka 4 km langer See hochgestaut. Nach dem Stand von Henau (vermutlich = Frauenfeld) wurde der Züberwangersee nach Osten durch den neu gebildeten Henauer Schotter und den Henauer Felsriegel begrenzt.
Die Züberwanger Seeablagerungen werden oft durch einen zwischen den Koten 480 und 490 m liegenden tieferen Kieskörper in zwei Komplexe gegliedert. Infolgedessen ist hier eine heterogene Genese anzunehmen.
Die Tiefe des Züberwangersees war sehr beachtlich, reichten doch die Seesedimente bis unter die Koten von 475 m, das heisst mindestens 33 m unter das Seeniveau.

e) *Uzwilersee*
Durch den Felseggschotter vom Züberwangersee getrennt, entstand nach der Phase von Frauenfeld der Uzwilersee. Dieser maximal von Henau nach Niederbüren reichende See wies ebenfalls Seetiefen von mehr als 25 m auf.
Der Seespiegel des Uzwilersees lag bis 15 m unter demjenigen des Züberwangersees.

f) *Lauchetalsee*
Der an der Stettfurter Moräne bis 465 m über Meer aufgestaute See entstand erst unmittelbar nach dem Frauenfelder Eishalt.
Der See wird durch erbohrte Seekreide- und Seetonsedimente dokumentiert, welche in der Regel nur wenige Meter mächtig sind. Die tiefsten lakustrischen Sedimente wurden nur bis zirka 456 m über Meer erschlossen. Daher ist hier nur mit einem relativ seichten See zu rechnen.
Die Seeablagerungen werden teils von Schottern unter- und zwischenlagert. Diese Erscheinung ist eine Folge der weiträumigen Kiesschüttungen des Kaabach- und Laucheschuttfächers.
Östlich von Heuberg/Speck steigt die Grundmoräne bis wesentlich über die Kote 465 m, weshalb hier sich der Lauchetalsee nicht mehr ausbreiten konnte.
Als höchste Verlandungssedimente treten grossräumige Torfvorkommen, besonders östlich von Weingarten auf. Sie erreichen Mächtigkeiten von mehr als 1,50 m.
Der Zeitpunkt des Auslaufens des 5 km langen Lauchetalsees und somit des Durchbruchs des Stettfurter Riegels ist nicht näher bekannt.

Abbildung 10: Eisrandlagen und Seen während des Standes von Wigoltingen im Raum von Kreuzlingen-Konstanz. ►
(Photoswissair)

3.5. Hochwürm-Abschlussphase: Die Staffeln von Konstanz

Nach der Rückschmelzphase von Bussnang respektive von Ermatingen schmolz das Eis bis mindestens ins Bodenseebecken zurück. Wenig später erfolgte eine erneute Abkühlung, um in mindestens zwei Teilphasen wieder nach Konstanz vorzustossen.
Durch den Hauptvorstoss wurden die Moränenbildungen des primären Konstanzer Standes überfahren.

3.5.1. *Verlauf der Eisrandlagen* (vergleiche Beilage: Abbildung 11)

Vom End- und Seitenmoränenwall von Konstanz-Kreuzlingen-Schönenbaumgarten-Waldhof-Bruster ausgehend, ist die Fortsetzung des Hauptstandes in Richtung Bürglen-Sulgen nicht mehr eindeutig erkennbar, weshalb verschiedene Interpretationen möglich sind. Die undeutliche Ausbildung des Hauptstandes ist vor allem eine Folge der Tatsache, dass sich hier der Eisrand vielfach an ältere, überfahrene Wälle respektive Drumlins und Molasserippen schmiegte.
Unter konsequenter Berücksichtigung der damaligen Eishöhen- respektive Eisgefällsverhältnisse resultiert für die Hauptphase der folgende Eisrandverlauf:
Heimenhofen-Opfershofen-Donzhausen-Hessenreuti-*Sulgen*-Bleiken-Götighofen-Buchackern-Schocherswil.
Anschliessend lässt sich unter fortlaufender Berücksichtigung eines einheitlichen Gefälles der Eisrand via Riet-Helmishub-Lömmenschwil in Richtung der ARA Wittenbach verfolgen. Die Fortsetzung des Konstanzer Standes verläuft weiter über Untereggen-Altberg bis zum zirka 720 m über Meer gelegenen Wolfhalden, wo die Eisoberfläche damals zirka 200 m tiefer als zur Zeit des Andelfinger Stadiums lag.

3.5.2. *Entwässerungsverhältnisse während des Konstanzer Standes*

Von der Annahme ausgehend, dass zu dieser Zeit der aufstauende Moränenriegel bei Hemishofen noch intakt war und somit der Seespiegel immer noch auf zirka 410 bis 415 m über Meer lag, bestand bei Kreuzlingen eine im See endende Eisfront. Dies lässt sich durch mehrere Bohrresultate bestätigen, welche eine in einem See abgelagerte Moräne erschliessen. Infolgedessen wurde der Konstanzer und Kreuzlinger Endmoränenkranz zum Teil im Wasser abgelagert.
Von Langrickenbach bis Kreuzlingen lässt sich eine sehr markante Entwässerungsrinne verfolgen. Westlich von Waldhof-Bruster hingegen erfolgte die Entwässerung teils randglazial und teils subglaziär.
Während zwischen Opfershofen und Bürglen bereits eine initiale Thurtalaufschotterung begann, mündeten die Schmelzwässer zwischen Kradolf und Sulgen in den Sulgenersee.
Ausser dem Abschnitt Zihlschlacht-Rohrenmoos (zirka 2 km west-nordwestlich von Lömmenschwil), welcher randglazial in Richtung Sittertal entwässert wurde, erfolgte oberhalb von Götighofen jegliche Entwässerung subglaziär in Richtung des Bodenseebeckens. Dabei kam es zu unterschiedlich verbreiteten subglaziären Ablagerungen.

3.5.3. *Sulgenersee*

Als nach dem Stand von Bussnang die Thurtalung zwischen Bürglen und Bischofszell eisfrei wurde, ragte bei Bürglen der Molasseriegel wesentlich über das Thurniveau heraus, so dass sich hier die Thur zu einem See aufstaute. Auf-

grund von Bohrresultaten und Aufschlüssen entlang des Thurufers musste die damalige Seespiegelhöhe zwischen 440 und 445 m über Meer gelegen haben. Die tiefsten erbohrten Seeablagerungen reichen bis auf Kote 428 m über Meer. Der Sulgenersee dürfte im Zeitpunkt der eigentlichen Thurtalaufschotterung verlandet gewesen sein, da sich über den Seeablagerungen teilweise bis 15 m starke Kiesschichten des Thurtalschotters (bei Stocketen, Gemeinde Sulgen) befinden.

3.5.4. *Spezielle Verhältnisse im Raum Kreuzlingen-Konstanz*

Aufgrund des am Konstanzer Horn in der Thermalwasserbohrung erschlossenen knapp 100 m mächtigen Kameschotters, muss ein dem Konstanzer Hauptstand vorgelagerter älterer Stand angenommen werden, welcher die Schüttung dieses Schotters ermöglichte. Der Schotter entstand zwischen dem Überlinger- und dem vereinigten Untersee-/Hegaulappen, angeschüttet an die steil abfallende Südostflanke des Lorettowaldes. Diesem älteren Stand entsprechen vermutlich der Wallrest der Kreuzlinger Seeburg und dessen unterirdischen, durch Bohrungen belegten östlichen Fortsetzungen.

Dass die Gletscherfront im Bereich von Kreuzlingen weitgehend im See endete, bezeugen diverse Bohrungen, welche über dem Moränenwall noch lakustrische Sande erschlossen. Die Moränenoberfläche lag bei diesen Sondierungen teilweise bis 15 m unter dem anzunehmenden Seespiegel.

Während im eisrandnahen Bereich eher Sande und Silte sedimentiert wurden, gelangten weiter westlich das heisst Richtung Tägerwilen weiterhin praktisch nur See- und Bändertone zur Ablagerung. Die mit dem Konstanzer Hauptstand zu korrelierenden Sande und Silte werden weitgehend von älteren und jüngeren See- und Bändertonen unter- respektive überlagert.

Über den höchsten Seeablagerungen folgen vorwiegend sandige und kiesige, teils torfige Verlandungssedimente.

3.5.5. *Jüngere, interne Staffeln von Konstanz*

Nach dem Konstanzer Hauptstand schmolz der Bodensee-/Rheingletscher relativ rasch zurück. Im Bereich des Kantons Thurgau lassen sich noch zwei relativ gut erkennbare interne Eisränder erkennen:

Äusserer Stand: Bottighofen-Scherzingen-Altnau-Dünnershaus-Engishofen-Biessenhofen-Räuchlisberg
Interner Stand: Vorderdorf-Güttingen-Dozwil-Hefenhofen-Amriswil

Durch die relativ hoch gelegenen Endmoränen und Drumlins im Raum Sulgen-Hessenreuti staute sich zwischen diesen, später zwischen den jungen Moränen und dem zurückweichenden Gletscher ein grösserer Eisrandsee hoch. Dabei entstanden zwischen Hessenreuti und Bodensee ausgedehnte Vorkommen von Seeablagerungen und Verlandungssedimenten. Das aus diesem See auslaufende Wasser schnitt sich bei Grabenwiesen allmählich in Richtung Sulgen ein, wodurch die heute von der SBB benützte Talung entstand.

4. Spätwürm und Postglazial (Holozän)

Nachdem während des Hochglazials die «Grundsteine» der thurgauischen Landschaft gesetzt worden waren, fand im Spätglazial wie vor allem auch in der

Nacheiszeit (Postglazial) die endgültige Gestaltung der Landschaftselemente und -formen statt.

4.1. Absenkung der Seespiegel

Im Bereich der Stauriegel fanden vorerst nur geringe Erosionen statt. Daher wurden die Seen primär nur langsam, aber sukzessive abgesenkt. Dabei wurden die Abflussmengen und somit auch die Erosionswirkungen stetig erhöht. Dies setzte sich solange fort, bis plötzlich die Riegel schlagartig «zusammenbrachen» und die Seen teilweise oder ganz ausliefen.
Dank der enormen Erosionswirkung der auslaufenden Seen wurden oft die unterliegenden Schotterfluren stark erodiert, so dass sie zum Teil nur noch als Schotterrelikte vorliegen, wie beispielsweise im Raum von Andelfingen.
Während der Hüttwilersee nur um 7 m und der Untersee um 16 m abgesenkt wurden, verlandeten die übrigen Seen ganz.

4.2. Vermoorungen

Das nun eingetretene etwas wärmere, jedoch immer noch feuchte Klima liess die flachen, schlecht durchlässigen Gebiete weitgehend vermooren. Insbesondere wandelten sich die nunmehr verlandeten Seeflächen zu riesigen Sumpfflächen um.

4.3. Alluvialbildungen

Erst im ausgehenden Spätglazial und im Postglazial erfolgte die eigentliche Aufschotterung des Thurtales. Dass dieser wichtige Schotterkomplex erst so spät entstand, geht aus den folgenden Begebenheiten hervor:

- *Eggler* erwähnt in seiner Arbeit einen 6 m unter der Schotteroberfläche gelegenen Rottannenfund aus dem Raum Bürglen. Aus früheren Untersuchungen ist bekannt, dass die Rottanne in unserem Gebiet frühestens 7000 bis 7500 Jahren vor heute - also im älteren Atlantikum - wieder einwanderte.
- Das unmittelbar unter dem Thurtalschotter bei der Pfynerbrücke gefundene Holz stammt von einer Esche. Dieser wärmeliebende Baum wanderte bei uns frühestens im Präboreal ein, das heisst im beginnenden Postglazial. Die ^{14}C-Datierung ergab ein noch jüngeres Alter, nämlich 6570 $\pm$ 70 Jahre vor heute, was dem älteren Atlantikum entspricht. Da sich dieser Fund zirka 5 m über dem tiefsten Muldenbereich des alten Seebodens befindet, könnte dem tiefstgelegenen Schotter trotzdem noch ein etwas älteres, eventuell gar noch ein spätglaziales Alter zustehen.

Aufgrund der obigen Situation kann angenommen werden, dass der tiefere Bereich des Thurtalschotters und vor allem die Kiesschüttung im engeren Raum von Weinfelden-Mauren-Bürglen vermutlich im Spätglazial entstand, während die mittleren und höheren Kies- und Sandschichten erst im Postglazial geschüttet wurden.
Da die Schichten des Murgschuttfächers mit denen des Thurtalschotters verzahnt sind, steht den Murgbildungen auch ein postglaziales Alter zu. Demzufolge kann auch die Annahme getroffen werden, dass der zwischen der Aumühle

und Rosental auftretende Murgschotter zumindest weitgehend holozänen Alters ist.

4.4. Flächenhafte Verschwemmungen

Die Abhänge der aus Moräne oder verwitterter Molasse bestehenden Hügelzonen wurden durch starke Niederschläge seit dem Spätglazial sukzessive abgeschwemmt, so dass es in der Folge entlang von Hangfusszonen zu breiten Gehängelehm- und verschwemmten Moränenbildungen kam.

4.5. Seekreide

Am Schluss des Spätglazials und vor allem im Holozän fanden in den verbliebenen Seen umfangreiche Seekreidebildungen statt. Die Mächtigkeiten dieser lakustrischen Sedimente können sehr beachtliche Grössen annehmen. So wurden in Kreuzlingen bis 21 m starke Seekreideschichten beobachtet.

4.6. Überschwemmungsbildungen

Die bis in die aktuelle Zeit periodisch wiederkehrenden Überschwemmungen lieferten eine meist durchgehende, abschliessende Bedeckung des Thurtal- und Murgschotters, welche wenige Dezimeter bis mehrere Meter dick ist und aus Überschwemmungslehmen und -sanden besteht.
Diese allerjüngsten Sedimentationsbildungen zeigen, dass die geologischen Prozesse auch in der heutigen modernen Zeitepoche und in Zukunft fortdauern.

Literaturverzeichnis

Andresen, H., 1962: Beiträge zur Geomorphologie des östlichen Hörnliberglandes. - Diss. geogr. Inst. Uni Zürich.

Büchi, U. P., Schlanke, S., & Müller, E., 1976: Zur Geologie der Thermalwasserbohrung Konstanz und ihre sedimentpetrographische Korrelation mit der Erdölbohrung Kreuzlingen. - VSP-Bulletin, **42**, Nr. 103.

Eggler, A., 1977: Beitrag zur Morphologie des Thurtales. - Dipolmarbeit geogr. Inst. Uni Zürich (unveröffentlicht).

Eugster, H., Fröhlich, H., & Saxer, F., 1960: Erläuterungen zu: Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000, Blatt: St. Gallen-Appenzell. Schweiz. Geol. Komm.

Falkner, C., 1910: Die südlichen Rheingletscherzungen von St. Gallen bis Aadorf. - Diss. geol. Inst. Uni Zürich (Zollikofer) St. Gallen.

Geiger, E., 1943: Erläuterungen zu: Geologischer Atlas der Schweiz, 1:25 000, Blatt 1053: Frauenfeld, Schweiz. Geol. Komm.

Geyer, O. F., & Gwinner, M. P., 1968: Einführung in die Geologie von Baden-Württemberg. - 2. Aufl. (Schweizerbart).

Grootes, P. M., 1977: Thermal Diffusion Isotopie Enrichment and Radiocarbon Dating. - Rijks U., Groningen.
Haldimann, P. A., 1978: Quartär des mittleren Glattales. - Eclogae geol. helv. 71/2.
Hantke, R., 1961: Die Nordostschweiz zur Würmeiszeit. - Eclogae geol. helv. 54/1.
- 1962: Zur Altersfrage des höheren und des tieferen Deckenschotters in der Nordostschweiz. - Vjschr. naturf. Ges. Zürich, **107.**
- 1963: Chronologische Probleme im schweizerischen Quartär. - Iber. u. Mitt. oberh. geol. Ver., N. F. **45.**
- 1967: Die würmeiszeitliche Vergletscherung im oberen Toggenburg (Kt. St. Gallen). - Vjschr. naturf. Ges. Zürich.
- 1970a: Aufbau und Zerfall des würmeiszeitlichen Eisstromnetzes in der zentralen und östlichen Schweiz. - Ber. naturf. Ges. Freiburg i. Br., **60.**
- 1970b: Zur Datierung spätwürmeiszeitlicher Gletscherstände am Rande des Säntisgebirges. - Eclogae geol. helv. 63/2.
- 1974: Zur Erdgeschichte des Weinlandes. - Mitt. geol. Inst. ETH Zürich (Zürcher Weinland, Akeret, Andelfingen).
- 1978: Eiszeitalter. - **1** (Ott-Verlag), Thun.
- und Mitarbeiter, 1967: Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete. - Vjschr. naturf. Ges. Zürich. **112**/2.
Hofmann, F., 1967: Erläuterungen zu: Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000, Blatt 1052: Andelfingen. Schweiz. Geol. Komm.
- 1973: Erläuterungen zu: Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000, Blatt 1074: Bischofszell. Schweiz. Geol. Komm.
- 1977: Neuere Aspekte der eiszeitlichen Landschaftsgeschichte im Bodensee-Hochrheingebiet. - Schr. VG Bodensee, 95. Heft, Friedrichshafen.
Hofmann, F., & Hantke, R., 1964: Erläuterungen zu: Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000, Blatt 1032: Diessenhofen. Schweiz. Geol. Komm.
Hottinger, L., Matter, A., Nabholz, W., & Schindler, C., 1970: Erläuterungen zu: Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000, Blatt 1093: Hörnli. Schweiz. Geol. Komm.
Hug, J., 1907: Geologie der nördlichen Teile des Kantons Zürich und der angrenzenden Landschaften. - Beitr. zur geol. Karte der Schweiz, NF, XV. Lieferung.
Keller, O., 1974: Untersuchungen zur Glazialmorphologie des Neckartales. - Jb. st.gall. naturf. Ges., **80.**
Keusen, H. R., 1976: Neue quartärgeologische Erkenntnisse von Baugrunduntersuchungen für die N 7 im Kanton Thurgau. - Mitt. thurg. naturf. Ges., **41.**
Kläy, R., 1969: Quartärgeologische Untersuchungen in der Linthebene. - Diss. geol. Inst. ETH Zürich (Zimmermann) Uster.
Leemann, A., 1958: Revision der Würmterrassen im Rheintal zwischen Diessenhofen und Koblenz. - Geographica helv., 2/1958.
Müller, E., 1978: Aufbau und Zerfall des würmeiszeitlichen Linth- und Reussgletschers im Raum zwischen Zürich- und Zugersee. - Eclogae geol. helv. 71/1.
Saxer, F., 1965: Erläuterungen zu: Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000, Blatt 1075: Rorschach. Schweiz. Geol. Komm.
Schindler, C., 1974: Zur Geologie des Zürichsees. - Eclogae geol. helv. 67/1.
Schindler, C., Röthlisberger, H., & Gyger, M., 1978: Glaziale Stauchungen in den Niederterrassenschottern des Aadorfer Feldes und ihre Deutung. - Eclogae geol. helv. 71/1.
Schreiner, A., 1974: Erläuterungen zur Geologischen Karte des Landkreises Konstanz mit Umgebung, 1:50 000. Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Stuttgart.
Steffen, M., & Trüeb, E., 1964: Quartärgeologie und Hydrologie des Winterthurer Tales. - Mitt. naturwiss. Ges. Winterthur, **31.**
Suter, H., & Hantke, R., 1962: Geologie des Kantons Zürich. - (Leemann) Zürich.
Suter, H., & Hantke, R., 1967: Exkursion 28, Teilstrecke II: Stein am Rhein-Stammheim-Andelfingen-Embrach-Zürich. - In: Geologischer Führer der Schweiz, Heft 6 (Wepf) Basel.
Wolstedt, P., 1969: Quartär; Handbuch der stratigaphischen Geologie. - **2** (Ferdinand Enke) Stuttgart.

Geologische Karten

Geologischer Atlas der Schweiz, 1:25 000:
- Blatt 218-221: Flawil-Herisau-Brunnadern-Schwellbrunn (Nr. 4), 1930
- Blatt 56-59: Pfyn-Märstetten-Frauenfeld, Bussnang (Nr. 16), 1943
- Baltt 222-225: St. Gallen-Appenzell (Nr. 23), 1949
- Blatt 1032: Diessenhofen (Nr. 39), 1961
- Blatt 1052: Andelfingen (Nr. 52), 1967
- Blatt 1054: Weinfelden (Nr. 54), 1968
- Blatt 1075: Rorschach (Nr. 45), 1964
- Blatt 1074: Bischofszell (Nr. 65), 1973
- Blatt 1093: Hörnli (Nr. 57), 1970

Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete. 1:50 000.

Adresse des Autors:
Erich R. Müller, dipl. phil., Geologe SIA, c/o Dr. U. P. Büchi, Geologische Expertisen AG, Zürcherstrasse 105, 8500 Frauenfeld.