Zeitschrift: Bericht über die Tätigkeit der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft

Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft

Band: 80 (1969-1972)

Artikel: Untersuchungen zur Glazialmorphologie des Neckertales (Nordostschweizer Voralpen)

Autor: Keller, Oskar

Kapitel: 4.: Zeugen und Verlauf der Wuermeiszeit

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-832790

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: 09.12.2025

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

4. ZEUGEN UND VERLAUF DER WUERMEISZEIT

In diesem Kapitel soll die Ausbreitung der würmeiszeitlichen Gletscher im Untersuchungsgebiet dargestellt werden, wobei den Fragen der Korrelation und der Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Eisströmen besonderes Gewicht zukommt. Zugleich wird für dieses Gebiet erstmals eine Gliederung innerhalb der Stadien versucht; dazu kommt für das Neckertal eine Untersuchung zum Verhalten der Gletscher überhaupt.

Damit die Zusammenhänge und der zeitliche Ablauf besser erkennbar werden, sei hinsichtlich Formen, Aufschlüsse und Material auf Kap 2 verwiesen.

4.1. Allgemeine Bemerkungen zu Stadien und Ständen

Die Vorstellung, dass die Würmgletscher bei den einzelnen Rückzugsphasen, d h Rückzügen mit Wiedervorstössen, längere Zeit unbeweglich an einem Ort verweilt hätten, ist unpräzis. Es zeigt sich im Gegenteil ein ständiges unruhiges Oszillieren. Kräftige Rückzüge und anschliessende Hauptvorstösse ergeben die Stadien. Aus geringeren Bewegungen innerhalb der Stadien resultieren die Stände mit einzelnen Staffeln (Sommerhalder, 1968). Dies konnte Schindler (1968) im Limmattal für den Linthgletscher zwischen Würm-Maximum und Zürich-Stadium zeigen. Entsprechendes haben

Patzelt und Bortenschlager (1969) für das postglaziale Verhalten von Gletschern erkannt. Auch Kinzl (1932) stellte z B am oberen Grindelwaldgletscher gleiches fest, wo drei Stände selbst im Zungenbereich auf gegen 100 m zusammengeschoben sind.

Im Neckergebiet und Umgebung zeigen sich die dem Linth- und Rheingletscher entsprechenden Stadien ebenfalls. Für das Thurtal zwischen Wattwil und Wil wurden sie bereits durch Frey (1916), Andresen (1964), Hantke (1967) festgestellt; ebenso für den Rheingletscher zwischen St. Gallen und Wil durch Falkner (1909), Ludwig (1930) und andere. Im Bereich des Urnäsch- und Sittergletschers haben Kesseli (1926), Ludwig (1930), Hantke (1960), Saxer (1967) Stadien erkannt. Die zeitliche Zuordnung dieser Autoren muss allerdings in den folgenden Kapiteln noch untersucht und besprochen werden.

Im Neckertal und Umgebung lässt sich zeigen, dass die Stadien in Stände und teilweise noch in Staffeln unterteilt sind, ähnlich dem Limmattal. Ob dies jeweils die entsprechenden Stände des Linthgletschers sind, ist aber fraglich; es ist eher mit einem Oszillieren zu rechnen, das in den verschiedenen Vereisungsgebieten zeitlich, örtlich und ausdehnungsmässig verschieden erfolgte. Dafür diene der Thurgletscher und der Wilerlappen des Rheingletschers im Stein a/Rhein-Stadium als Beispiel. In dieser Phase berührten sich die beiden Gletscher nicht mehr, standen sich aber auf 1 - 3 km gegenüber, so dass sie über ihre Schotterfluren, die gegen die gemeinsame Entwässerungsrinne von Littenheid s Wil weisen, miteinander in Beziehung gebracht werden können. Hier zeigt sich, dass die Abfolgen dieser Stände nicht immer synchron verlaufen, indem die Höhenlage der entsprechenden Schotterfluren teilweise Differenzen aufweisen.

Die Stadien hingegen, welche wesentliche Veränderungen im Haushalt der Gletscher bezeugen und einen grösseren Zeitabschnitt umfassen, lassen sich gut über grössere Regionen vergleichen, indem sie bezüglich Ausdehnung, Höhenlagen, morphologischer Wirksamkeit, Schotterfelder, Wallmoränensysteme usw im grossen Aehnlich-

keiten aufweisen. Daher verwende ich für die Stadien die Bezeichnungen des Rhein- und Linthgletschers, welche allgemein bekannt und gebräuchlich sind. Für die Stände hingegen verzichte ich aus den genannten Ueberlegungen auf Namen nach den Typuslokalitäten der erwähnten Gletscher. Ich weise die Stände, die zusammengehöhren, je den entsprechenden Stadien zu, so dass z B das Diessenhofen/Schlieren-Stadium meistens zwei Stände, einen äusseren und einen inneren Stand, erkennen lässt.

Zusätzlich seien die häufig verwendeten Begriffe "Rückzugshalt" oder "Rückzugsstadium" noch kurz diskutiert. Beim Zürich-Stadium handelt es sich keineswegs nur um einen Halt während eines allgemeinen Rückzuges der Eisströme. Im Gegenteil, die Stadien bezeugen kräftige Wiedervorstösse nach vorher erfolgten Rückzügen. Daher scheint es mir nicht angebracht, diese beiden Begriffe zu verwenden.

Tabelle 3: Nomenklatur der älteren Würm-Stadien

Würmeiszeit	Allgemeine Bezeichnungen	Rheingletscher[1]	Linthgletscher[1]
Hochglazial	Würm-Maximum	Schaffhausen	Killwangen
	1. Rückzugshalt	Diessenhofen	Schlieren
	2. "	Stein a/Rhein	Zürich
Spätglazial	3. Rückzugshalt	Konstanz	Hurden
	-	Feldkirch[2]	Weesen[2]
	-	Sargans[2]	Sargans[2]

[1]Bezeichnungen, welche durch Penck und Brückner (1909) eingeführt wurden und sich seither eingebürgert haben.

[2]Stadien nach Hantke 1970.

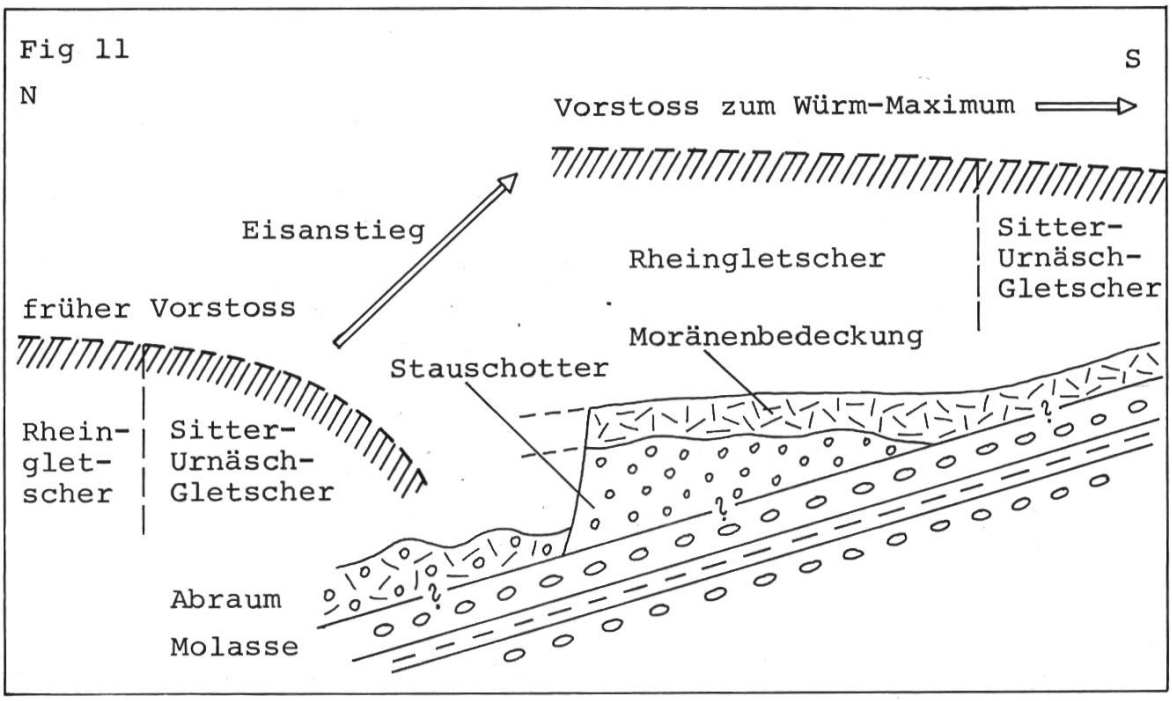
4.2. Die Zeit der Gletschervorstösse vor dem Würm-Maximum

Es ist kaum anzunehmen, dass die Würmgletscher sich in einem einzigen gewaltigen Vorstoss direkt aus den Alpen bis zur maximalen Ausdehnung vorschoben. Vielmehr ist ein phasenartiges Vorrücken zu erwarten, ganz ähnlich, wie auch der Rückzug etappenweise erfolgte (Hantke, 1970 b). Wie das Geschehen zeitlich absolut abgelaufen ist, liess sich bis jetzt für mein Untersuchungsgebiet nicht bestimmen, da keine organischen Reste, welche zur ^{14}C-Datierung geeignet wären, zu finden waren. Immerhin sind die Mörschwiler Schieferkohlen ne St. Gallen auf der ^{14}C-Basis auf über 56'000 B P datiert worden (Saxer, 1965) und bezeugen zusammen mit ihrer Flora und Fauna eine Wärmeperiode im Frühwürm. Das "Paudorf"-Interstadial, das an zahlreichen Orten festgestellt werden konnte, ist charakterisiert durch eine kräftige Erwärmung zwischen 35 und 25'000 B P (Fliri, 1970 und andere). Da das Lascaux-Ula-Interstadial mit 17 - 16'000 B P (Frenzel, 1967 und andere) eine wärmere Zeit nach dem eigentlichen Hochglazial darstellt, dürfte der eigentliche Gletschervorstoss zum Würm-Maximum 20'000 B P erfolgt sein.

Von den frühwürmeiszeitlichen und präwürmmaximalen Vorgängen ist im Neckergebiet kaum etwas erhalten geblieben, denn beim Eisvorstoss zum Maximalstand wurden tiefer liegende Ablagerungen weggescheuert oder überdeckt.

Einzig bei Grobenetschwil 2 km s Flawil hat man Einblick in den Rest eines Vorstossschotters:

- Liegend sind bis 4 m mächtig wenig sortierte, stark angewitterte Schotter aufgeschlossen. An Kristallingeröllen kommen nur schlecht erhaltene aus der Molasse vor.
- Hangend werden die Schotter diskordant durch Moräne mit bis 2 m Mächtigkeit überlagert. In der Geschiebelehmmatrix zeigen sich Erratiker von mehr als Kopfgrösse, worunter auch kristalline Gesteine (Gneise, Grüngesteine) und Ilanzer Verrucano auftreten.



Deutung (Fig 11): Dem liegenden randglazialen Stauschotter fehlen Rheingletscher-Leitgesteine, d h dass der Sitter-Urnäschgletscher aus dem kalkalpinen Säntisgebirge, der vom Rheingletscher bei St. Gallen nach W abgelenkt wurde, in dieser Höhenlage am S-Rand des Bodensee-Rheineisstromes entlang floss. Beim nachfolgenden Vorstoss zum Würm-Maximum stieg das Eisstromnetz an, der Sitter-Urnäschgletscher wurde weiter nach S abgedrängt und der eigentliche Rheingletscher überdeckte den Schotter mit GM. Dieser Aufschluss demonstriert den Anstieg des Rhein-Bodenseegletschers vor dem Würm-Hochstand. Der dem gegen N abfallenden Hang aufgesetzte Stauschotter bedingt für seine Ablagerung einen phasenhaften Stillstand während des Vorrückens der Eismassen und fordert eine Eisrandhöhe, welche ungefähr einem mittleren Stand des Diessenhofen-Stadiums (4.4.3) entspricht.

Beim weiteren Anstieg des Eises erreichte der Rheingletscher zuerst in der Bucht von Degersheim die Höhe eines Ueberganges ins Neckertal, so dass die Schmelzwässer dieses Eislappens durch das Aachtal abflossen und aufschotterten (2.6 und 4.8). Der Thurgletscher muss das Neckertal im Raume Ganterschwil abgedämmt haben,

wobei ein Eisrandsee aufgestaut wurde. Der Neckergletscher lag irgendwo im mittleren Neckertal. Ihm fehlte vorerst die Kraft eines grossen Vormarsches, da sein Einzugsgebiet klein und niedrig gelegen ist mit maximal 1500 m Höhe. Sobald aber Thur-, Luteren- und Urnäschgletscher bis über die Höhenlagen der Pässe ins Neckertal angewachsen waren, erhielt der Neckergletscher über diese Transfluenzen genügend Zuschuss, um nun ebenfalls bis ins untere Neckertal vorstossen zu können. Das Ueberschreiten der Transfluenzen ist durch Erratiker und Ueberprägung der Sättel gut belegt und wird im Kap 7 eingehend besprochen.

4.3. Das Würm-Maximum

Kartenbeilage 4. Es lassen sich zwei Stände auseinanderhalten, die sich hier im Bereich des Eisstromnetzes in verschiedenen Höhenlagen manifestieren: ein höheres "äusseres Maximum" und ein tieferes "inneres Maximum". Entsprechendes fanden auch Gerber (1955), Zimmermann (1961) und Hantke (1968) im w schweizerischen Mittelland.

4.3.1. Das äussere Maximum

Die Höhe der Eisoberfläche lag am N-Hang der Hochalp auf 1200 m, über Hemberg bei 1100 m, n St. Peterzell bei Furt auf 1000 m, n des Wilket auf 950 m, am Altenberg 3 km s Flawil in 900 m.

Belege:
- Stauterrassen am Eisrand (2.5): se Schönengrund bei Letzi 1010 m, n bei Hintere Risi 980 m, ne bei Stein 1000 m, bei Dietenberg 915 m 2 km e Degersheim.
- Moränenmassen mit eingebetteten Findlingen: am Stäggelenberg s Schachen um 900 m, in den obersten Seitentälern des Wissenbaches w Schwellbrunn, n und e Dicken bis 950 m, im oberen Ruer- und Jomerbachtal e und n Nassen bis 880 m.

- Wenig verwitterte und kaum eingesunkene Erratiker oft in Gruppen (2.2): Täler n des Wilket bis 890 m, s und n Oberhelfenschwil bei Schwanden 980 m und Höögg 890 m, am Köbelisberg gegen 1000 m, in der Umgebung des Salomonstempels 1130 m w Hemberg, auf den Hügelkuppen s und n der Rindaler Talung 800 - 840 m.
- Rundhöckerreihen (2.4): entlang der N-Seite des Hochhamm bis 1020 m, an den S-Abhängen des Wilket bis 970 m, s Schachen bis 910 m, um Degersheim bei 900 m, w Gähwil auf 880 m.

Alle diese Merkmale lassen sich ins Eisstromnetz auf der N-Seite des Alpsteins einordnen. So ist der Rhein-Sittergletscher belegt durch Erratikergruppen am Gäbris (Hantke, 1965), an der Fäneren (Eugster, 1960), auf der N-Seite des Kronberges (Ludwig, 1930), an der Hundwiler Höhi (Saxer, 1960); der Urnäschgletscher am Hochhamm und n der Hochalp (Ludwig, 1930); der Thurgletscher n unter dem Regelstein (Frey, 1916), auf dem Salomonstempel (Gutzwiller, 1873), bei Chalchtaren (Andresen, 1964). In der Beilage 8 sind alle diese Bausteine zu einer Karte zusammengefügt, aus der das Eisstromnetz n des Alpsteins resultiert. Sie weist einige Abweichungen zur Karte der letzten Eiszeit im Atlas der Schweiz von Jäckli (1968) auf, welche aber für das Gesamtbild unwesentlich sind.

In Anbetracht der Ansichten von Ludwig (1930) und Saxer (1960, 1967), die einen grösseren selbständigen Necker- oder Urnäschgletscher mindestens für die Würmeiszeit ablehnten, stellt sich hier die Frage:
Warum Würm-Maximum und nicht Risseiszeit?
1. Bereits Penck (1909) stellte Moränenwälle bis gut 1000 m Höhe am Pfänder bei Bregenz und s Oberstaufen im Allgäu fest, die sich bis ins Schussenried verfolgen lassen, wo das Würm-Maximum deutlich belegt ist (Germann, 1960). Somit muss auch auf der W-Seite des Austrittes des Rheingletschers ins Bodenseebecken das Eis am Rorschacherberg auf etwa 1000 m gereicht haben. Das gesamte Appenzellerland fällt daher ins Eisstromnetz mit abfallender Tendenz von S gegen N, aber immer noch 1000 m Höhe bei Herisau.

Also tranfluierte das Eis allenthalben von E her ins Neckertal.
2. Hantke (1961) und Andresen (1964) haben den deutlichen Wall von Chalchtaren wegen des guten Erhaltungszustandes, der geringen Bodenbildung und der aufliegenden Erratiker sicher zu Recht ins Würm-Maximum gestellt. Dazu gehört ein Eisrand von 870 m, welcher auch e der Thur in ± gleicher Höhenlage angenommen werden muss. Dies passt sich zudem ins Gefälle des Rheingletschers von 1000 m bei Herisau bis 400 m bei Rüdlingen ein. Der sicher talaufwärts ansteigende Thurgletscher hat damit die Sättel ins Neckertal überschritten.
3. Die Berechnungen von Ludwig (1930) über die Ausdehnung des Thurgletschers in der Würmeiszeit basierten speziell auf der zu hoch angesetzten Schneegrenze von 1200 m für das Würm-Maximum, für welche aber 1000 - 1050 m anzunehmen sind (5.1). Ludwig konstruierte daraus einen Thurgletscher, der nur bis Wattwil gereicht haben soll und schloss, dass das Neckertal einzig in der Risseiszeit einen beachtlichen Gletscher aufgewiesen habe, weil die Transfluenzen gemäss seinen Annahmen nicht funktioniert haben können.
4. Die vielen frischen Findlinge und die gut erhaltenen Stauterrassen dürften kaum ein ganzes Interglazial und vor allem keine vegetationslose, ganze Würmeiszeit mit Auftauboden, Spaltenfrost und Solifluktion überdauert haben.
5. Die Bodenbildungen sind im Neckertal selten 50 cm mächtig, wie Aufschlüsse bei Schönengrund, im Raume Degersheim, im Nassenfeld oder auf der Terrasse von Bleiken beweisen. Sie müssen also jung sein und entwickelten sich erst nach der Würmeiszeit, deren Eisströme das Neckertal überflutet haben.

4.3.2. Das innere Maximum

Auch hier lässt sich der Eisrand in ähnlicher Weise belegen wie für das äussere Maximum; es zeigt sich eine Absenkung der Eishöhe um etwa 50 m. Einzig im mittleren Neckertal war die Differenz grösser, so dass sich eine grossräumige Einmuldung der Eisoberfläche herausbildete, welche sich morphologisch im Absinken

der Eisrandzeugen gegen das Becken von Nassen zeigt. Dies ist verständlich, wenn man berücksichtigt, dass bereits einige Transfluenzen ins Neckertal nicht mehr oder nur noch abgeschwächt funktionierten (7.6). Die Eisströme erreichten zwar noch das Becken von Nassen, konnten es aber nicht mehr zum Ueberlaufen bringen.

Belege:

- Stauterrassen (2.5): e Dicken bei Möseren und im Hönenschwilertal 850 m, n Dicken bei Wisenwaldbach 830 m, bei Vorder Sonder 795 m, Vorder Au 815 m und Aeschenwis 805 m im Wissenbachtal, s Degersheim bei Untergampen um 830 m, bei Widenschopf und Banholz 800 - 810 m s Hoffeld im mittleren Aachtal.
- Zungenbecken in Seitentälern (2.3): direkt n und e Dicken bis 850 m, se Schachen bei Stierweid und Lehn bis 860 m, bei Füberg-Tobel n Oberhelfenschwil bis 780 m, unmittelbar s Winzenberg bis 760 m, im Jomerbachtal n Nassen vor allem auf der W-Seite bis 770 m.
- Im Raume Winzenberg - Jomerbachtal - unteres Ruerbachtal manifestieren sich die Eisränder durch Schliffgrenzen, d h deutliche Uebergänge zwischen GM-bedeckten, flacheren Talmulden und den darüber ansetzenden steilen Abhängen. Diese Grenze wird wegen der Ueberhöhungswirkung beim stereoskopischen Betrachten von Luftbildpaaren äusserst deutlich.
- Erratiker und GM-Massen (2.2): im Jomerbachtal und am Altenberg s Magdenau um 800 m, s Oberhelfenschwil bis 840 m, bei Ebersol e Necker bis 820 m, auf der S-Seite des Wilket bis 870 m.
- Drumlins im Kampfgebiet Neckergletscher - Rheingletscher im mittleren Jomerbachtal.

4.3.3. Die Nunatakker

Nur kleine Areale erhoben sich im Maximum des Würmglazials über das Eisstromnetz. Sie lagen grossenteils noch über der regionalen SG auf vergletschertem Areal und trugen deshalb auf

den N-Seiten selbständige Firnfelder (Kap 6). Die steilen S-Hänge waren eisfrei. An der sonnenexponierten NF-Felswand der Züblisnase (1047 m) n Dicken konnte sich bis heute eine Reliktflora erhalten: Leberbalsam (Erinus alpinus) und Alpen-Bergflachs (Thesium alpinum), welche möglicherweise die Eiszeit in diesem Refugium überstanden haben, aus der Föhrenwaldzeit die Föhre, die niedrige Segge (Carex humilis), der ausdauernde Steinbrech (Saxifraga aizoon), die Kugelblume (Globularia cordata)(nach Oberli, Wattwil, mündliche Mitteilung).

Das Nunatakkergebiet umfasst im mittleren Untersuchungsgebiet die Höhen zwischen Degersheim und Schönengrund, den Wilket und den Köbelisberg. Weiter n scheinen im äusseren Würm-Maximum nur die höchste Kuppe des Wolfensberges 935 m und der Altenberg 915 m das Eis überragt zu haben, während der Schauenberg 864 m, zwischen unterstem Neckertal und Rindaler Rinne gelegen, von den Eisströmen noch überfahren wurde (2.2).

4.4. Das Diessenhofen-Stadium

Kartenbeilage 5. Gegenüber dem inneren Würm-Maximum lag der Eisrand zwischen 50 und 100 m tiefer. Für den Neckergletscher ist charakteristisch, dass er bereits eine selbständige Zunge aufwies.

4.4.1. Der Thurgletscher

Im Raume Jonschwil - Brunberg s Wil erfolgte die Verschmelzung mit dem Rheingletscher, was Andresen (1964) für die W-Seite des Toggenburger Thurtales gezeigt hat. Auf der E-Seite gibt die Kiesgrube in der Schottermoräne s Jonschwil entsprechende Hinweise, indem neben Rheingletscher-Kristallingeschieben Thurgletscher-Erratiker (Kalk-NF und Sandsteine der Speerzone) und AG-Gerölle vorkommen.

Es lassen sich zwei Stände unterscheiden:

1. Aeusserer Stand bei Tüfrüti 750 m, Kirchberg 730 m, Dietschwil 705 m.
2. Innerer Stand bei Wolfikon - Taaholz in 670 - 680 m.

Die Untersuchungen von Andresen stimmen mit diesen Befunden nicht ganz überein, was darauf zurückzuführen ist, dass dieser Autor das Würm-Maximum des Rheingletschers im Raume s Wil zu tief ansetzte, nämlich bei Brunberg in 680 - 690 m und bei Oberschönau in rund 700 m. Dabei ergibt sich eine Diskrepanz zum Thurgletscher, der richtig bei Chalchtaren s Gähwil auf 870 - 880 m angenommen wurde. Offenbar ist der Tatsache des ausgeglichenen Gefälles im damaligen einheitlichen Eisstromnetz zu wenig Beachtung geschenkt worden, denn so ergäbe sich zwischen Thur- und Rheingletscher-Randlage auf nur 4 km Distanz eine Höhendifferenz von nahezu 200 m, d h ein Gefälle von ca 50‰, was kaum vertretbar ist. Zudem konnten zwischen Chalchtaren und Brunberg weitere Zeugen für eine höhere Eisrandlage, als sie Andresen annimmt, gefunden werden: Schliffgrenze und höchste Erratiker am Eschenberg nw Gähwil in 860 - 880 m sowie die noch rundhöckerartig überprägte Kuppe des Alvensberg sw Dietschwil mit 848 m. Die Randlage des Rheingletschers von Brunberg - Oberschönau muss deshalb dem äusseren Stand des Diessenhofen-Stadiums zugeordnet werden, was einerseits mit den Verhältnissen s Jonschwil - Uzwil (4.4.3) und andererseits mit denjenigen bei Dietschwil - Kirchberg - Tüfrüti übereinstimmt. Weiter ergibt sich, dass das von Andresen beschriebene Diessenhofen-Stadium w Unter Bazenheid der innere Stand dieses Stadiums ist.

Auf der E-Seite des Thurtales drang der Gletscher im <u>äusseren Stand</u> ins untere Neckertal ein und stiess bis zum grossen Nekkerknie vor, wo ihn die Zunge des Neckergletschers eben noch erreichte.

Belege:

In entsprechender Höhenlage finden sich: Zungenbecken von Oberhelfenschwil mit Schmelzwasserabfluss ins Neckertal (2.3.4, 7.3.1 sowie Abb 17), ein Wallrest am Laubberg s Ganterschwil,

die Schotterterrasse von Bleiken (2.6.2), ein Moränenwall ne ob dem grossen Neckerknie, Stauschotter und Moränenmassen im Sägentobel s Winzenberg (2.5.3), Zungenbecken ne Tufertschwil steil über der Rindaler Rinne mit Moränenwällen und Erratikerhäufungen (2.3.4).

Der innere Stand ist ausser durch das kleine Schotterfeld im Zungenbecken ne Tufertschwil, als der Gletscher den Transfluenzpass P 715 als Schmelzwasserrinne benutzte (2.3), auf der E-Seite der Thur nicht belegt.

4.4.2. Der Neckergletscher

Durch mehrere im S noch funktionierende Eistransfluenzen erhielt der Neckergletscher im äusseren Stand soviel Eiszuschuss vom Thur-, Luteren- und Urnäschgletscher, dass er bis Anzenwil w Nassen vorstiess, um dort mit dem Thurgletscher, wie bereits vermerkt, eben noch zusammenzutreffen. Im unteren Neckertal jedoch lagen bereits alle Transfluenzen trocken (4.4.3 und 7.6), so dass die e und n Teile des Beckens von Nassen eisfrei waren.

Belege:
Die randglazialen Entwässerungsrinnen von Mietsteig - Weid (740 - 720 m) w und Haldenberg 765 m e vom Dorf Necker, die randglaziale Stauterrasse von Schopfen 700 m nw Rennen, Häufungen von Findlingen am mittleren Bach von Unterwald n Oberhelfenschwil, Erratiker und Wallmoräne bei Bleiken 690 - 700 m (2.6.2 und Abb 7), Erratikeransammlungen im grossen Neckerknie und die teils gewaltigen Findlinge in der Kiesgrube Anzenwil, worunter eine grosse Zahl AG-Blöcke den Neckergletscher sicherstellen (8.2 und Abb 23). In der mittleren Kiesgrube des Nassenfeldes bei Neckersteig 695 m zeigen die erratischen Blöcke, sowie die teils wirren und verwürgten Schotter- und Sandablagerungen in den höchsten Partien die Eisrandlage an (2.6 sowie Abb 9 und 10).

Im inneren Stand stirnte der Neckergletscher bereits 2,5 km weiter talauf s Rennen (Abb 24 in 10.3). Der kräftige Rückzug lässt sich mit dem Ausfall der grossen Transfluenz des Urnäschgletschers über Schönengrund erklären (7.2.1).

Belege: Schottermoräne von Schoren (Abb 3) n Necker nahe dem Talgrund in 650 m - also nahe dem Zungenende - mit Staucherscheinungen von S her und vielen eingebetteten Erratikern, Häufung von Findlingen im n davon gelegenen Bachtobel bis 640 m sowie die randglaziale Entwässerungsrinne von Metzwil w Necker um 670 m, die nordwärts Richtung Zungenende ausläuft.

4.4.3. Der Rheingletscher

Nachdem Gutzwiller (1873) im Raume Degersheim - Flawil als erster Rhein- und "Sentisgletscher" anhand des Erratikums gegeneinander abgrenzen konnte, versuchte Ludwig (1930) eine Gliederung in Stadien und setzte den höchsten markanten Moränenwall s Gossau bei Hueb ins Würm-Maximum. Alle höher gelegenen Wälle, welche nicht mehr so deutlich ausgebildet sind, schrieb er der Risseiszeit zu. Hantke (1961) kam vorerst zur Auffassung, dass die Wälle n Degersheim das Maximum der letzten Eiszeit bekundeten, hat aber bereits 1967 diese Feststellungen einer Korrektur unterworfen und die Wallmoränen s Gossau - Flawil dem Schlieren/Diessenhofen-Stadium zugeordnet. Im folgenden soll erstmals eine Zuordnung dieser glazialen Bildungen zu einzelnen Ständen durchgeführt werden. Aus Vergleichen mit dem im E anschliessenden Konfluenzgebiet von Rhein - Sitter - Urnäschgletscher im Gebiet St. Gallen - Herisau und dem Thurgletscherbereich im W lässt sich ableiten, dass die glazialen Erscheinungen zwischen Degersheim und Flawil mehrheitlich dem Diessenhofen-Stadium angehören. Nur die direkt s Flawil und Gossau vorhandenen Moränenbildungen sind dem nächst jüngeren Stadium zuzuweisen.

Der Rheingletscher überschritt auch im äusseren Stand des Diessenhofen-Stadiums keine Transfluenz mehr ins Neckertal, konnte aber noch Schmelzwässer durch das Aachtal von der Stirne bei Degersheim ins Neckertal entsenden (2.6 und 4.8).

Belege: Mächtige Stauschotterablagerungen zwischen Herisau und Degersheim in 770 - 800 m entlang der Bahnlinie bei Tüfenau, Ramsen (mit kleinen aufgesetzten Moränenwällen), Schachen, Baldenwil, Büel, Hinterschwil (2.5.2). Das Zungenbecken von Matt n Degersheim um 780 m mit dem Moränenwall von Chalberstadel (2.3.1). Moränenwälle bei Langmoos, Chrüzstrass, Wolfertswil zwischen 800 und 770 m. Randglaziale Entwässerungsrinne Matt - Wolfertswil - Magdenau - Rindal (2.4). Moränenwall auf dem Hügelsporn w Magdenau 745 m. Wallreste sw Chreienberg s Bichwil um 730 m. Kleines Schotterfeld bei Eberwies 730 m. Moränenwälle s Jonschwil bei Hori mit zugehörigem Schotterfeld von Tannau um 695 m.

Im Raume Flawil - Degersheim, aber auch s Bichwil erscheint deutlich ein mittlerer Stand.

Belege: Moränenwälle bei Egg und Alterswil um 750 m . Schotterfelder bei Alterswil und Grobenetschwil 745 - 750 m (2.3.1). Reste einer randglazialen Entwässerungsrinne n Magdenau in 725 m, von welcher nur die S-Seite erhalten blieb, während die N-Seite bei der Schaffung der Burgau - Botsberg - Rinne wegerodiert wurde. Markante Moränenwälle s Bichwil zwischen Chreienberg und Chapf 700 - 720 m.

Der innere Stand ist s Gossau und bei Jonschwil gut erkennbar.

Belege: Der bogenförmig verlaufende, über 1 km lange Moränenwall von Rain - Hueb - Hohschoren in 710 - 730 m und Wallreste im Rütiwald um 720 m s Gossau. Schotterfluren bei Tüfi nw Herisau, bei Schwänberg, Geren und Sägen s Burgau (2.3.1). Stauschotter und Wallmoränenstücke in mehreren Staffeln e und s Jonschwil in 640 - 680 m (4.4.1).

Die Aufgliederung in drei unterscheidbare Stände ist mit Hilfe der Höhenlagen der Moränenwälle und Stauschotter trotz häufiger Unterbrechungen möglich. Dabei zeigt sich ein allgemeines Absinken der Eisrandzeugen von E nach W, was bei einer Bewegungsrichtung des Rheingletschers vom Bodensee her über St. Gallen gegen Wil zu erwarten ist. Gute Hilfe bei der Zuordnung der Eisrandlagen leisten etwa die Schotterfluren Tüfi um 710 m, Schwänberg 700 m und Sägen 680 m, deren Gefälle nach W demjenigen des Eisrandverlaufes entspricht. Besondere Bedeutung kommt den randglazialen Entwässerungstälern zu, die bei längeren Gletscherhalten entstehen (2.4.1).

4.5. Das Stein a/Rhein-Stadium

Kartenbeilage 6. Im Zungenbecken von Rhein-, Thur- und Neckergletscher kann man im wesentlichen drei Stände auseinanderhalten, welche oft in mehrere Staffeln zerfallen. Die Stände dürften dem Zürich-Stadium, nämlich den Ständen von Hard, Lindenhof und Hafner entsprechen. Ob sie zeitlich genau korrelierbar sind, kann nicht festgestellt werden; es handelt sich um einen relativen Zeitvergleich (4.1). Rhein- und Thurgletscher berührten sich nicht mehr, schütteten aber aufgrund der Höhenlagen gemeinsam die Schotterfluren zwischen Bazenheid, Schwarzenbach und Wil. Daraus lässt sich im grossen die Parallelität des Stadiums von Bazenheid für den Thurgletscher und desjenigen von Jonschwil für den Rheingletscher ableiten.

Falkner (1909) hat die Rheingletscherzungen zwischen St. Gallen und Aadorf anhand der markanten Moränenwälle des Stein a/Rhein-Stadiums richtig erkannt, sie aber noch nicht einzelnen Ständen zuordnen können. Für das Bazenheid - Stadium des Thurgletschers forderte Frey (1916) Zürich-Stadium (= Stein a/Rhein). Ludwig (1930) hat dagegen die Bazenheider Moränen ganz aus der Würmeiszeit ins Riss versetzt und die auffallenden Moränenzüge von Gossau - Flawil - Jonschwil ins Schlieren-Stadium (= Diessenhofen) eingeordnet. Für den Rheingletscher kam Hantke (1961) zum Schluss,

dass die Schlierenwälle nach Ludwig Zürich seien. Beim Thurgletscher zeigte Andresen (1964), dass Bazenheid dem Zürich respektive Stein a/Rhein entsprechen muss. Im folgenden soll auch hier eine detaillierte Gliederung durchgeführt werden, welche einige Berichtigungen der bisherigen Ansichten mit sich bringt.

4.5.1. Der Rheingletscher

Die drei Stände mit ihren Staffeln kann man auf der weiten Hochfläche von Gossau - Flawil, aber auch bei Jonschwil verfolgen. Die Moränenwälle sind markant und über weite Strecken klar aneinander gereiht. Ferner wurden mächtige Schotterfluren akkumuliert und randglaziale Schmelzwassertäler gebildet.

Im äusseren Stand schob sich der Rheingletscher noch über die Hochfläche von Gossau - Flawil hinweg gegen die Abhänge des Degersheimer Berglandes hinauf. Dadurch sperrte er bei Mettendorf e Gossau die Talung St. Gallen - Gossau, indem er n um den Tannenberg herum gegen S vorstiess. Die Glatt wurde zusammen mit Schmelzwässern am s Eisrand entlang nach W gelenkt und entwässerte über die Rindaler Talung.

Belege: Die zu diesem Stand gehörenden Moränenwälle lassen sich fast durchgehend vom Tannenberg herunter über Mettendorf - Muelt s Gossau - Helfenberg - (Unterbruch) - Stocken s Flawil - Ober Botsberg - Rudlen - (Unterbruch) - Bichwil - Bernholz - (Unterbruch am Dietelsberg) - Oberbettenau - Jonschwil - Bärensberg verfolgen (2.3.1). Ebenso markant erscheint die randliche Entwässerung: Glatt bis Burgau - Burgauer Rinne - Rindaler Rinne; eine zweite Rinne verläuft von Riggenschwil über Bichwil, s am Dietelsberg vorbei bis Oberbettenau, von wo aus der Abfluss subglazial erfolgt sein muss. Das Schotterfeld von Jonschwil wurde gegen S Richtung Thurtal geschüttet (2.3.1).

Am ausgeprägtesten ist der mit Zürich-Lindenhof zu vergleichende mittlere Stand entwickelt mit hohen langgestreckten Wällen und oft mehreren nahe beieinander liegenden Staffeln. In dieser Phase erreichte der Rheingletscher zwischen Gossau und Bichwil die Abhänge des Degersheimer Berglandes nicht mehr, so dass zwischen den Stirnmoränen und dem Fuss des Berglandes weite Schotterfluren akkumuliert werden konnten.

Belege: Moränenwälle (2.3.1): In mehreren Staffeln, oft nahezu parallel angeordnet, steigen vom nw Tannenberg über Andwil auffallende Moränenzüge südwärts gegen Gossau hinunter. Hier biegen sie nach W um und verlaufen von Watt über Sidenberg, n an Flawil vorbei, über Städeli/Riggenschwil und Bichwil bis nahe an den Dietelsberg. Auf der W-Seite dieses Molassehügels setzen sie bei Windegg wieder ein und umschliessen, gegen den Vogelsberg hinaufziehend, das Zungenbecken des Bettenauweiers. Um den Vogelsberg herum fehlen sie, erscheinen wieder s Lörhof in 730 m Höhe und lassen sich bis P 574.8 w Oberstetten verfolgen. Hier brechen sie am steilen Hang, der die Terrasse von Schwarzenbach begrenzt, abrupt ab und fehlen in der Folge im Thurtal und auf der S-Seite des Nollens.

Entwässerung: Da der St. Galler Rheingletscherlappen in dieser Phase bei Winkeln den Schmelzwässern und der Sitter den Weg nach N versperrte (Moränenwälle bei Bild-Winkeln und Haggen), waren diese gezwungen, Richtung Gossau nach W abzufliessen. Zwischen Gossau und Flawil lag ein weiterer Lappen des Rheingletschers, so dass auch hier die Entwässerung nach W erfolgte. Da sich bei Riggenschwil die Wallmoränen nahezu an die Ausläufer des Berglandes anlehnen, nahm das Schmelzwasser den Weg durch die Rindaler Talung. Ab Riggenschwil wurde das Tal s des Dietelsberges benutzt. Diese Schmelzwässer und diejenigen der Bettenauzunge flossen um den Bärensberg herum und ergossen sich über die Terrasse von Schwarzenbach Richtung Littenheider Rinne s Wil.

Schotterfelder (2.3.1): Zwischen St. Gallen-Winkeln und Flawil wurde ein mächtiges Schotterfeld akkumuliert, welches später durch die Glatt quer zerschnitten worden ist. Noch gewaltiger ist die Schotterflur von Schwarzenbach - Wil, welche damals zusammenhängend war, da ja die Entwässerung von Thur und Schmelzwässern über Littenheid erfolgte (Andresen, 1964).

Der innere Stand ist durch die Moränenwälle von Arnegg - Degenau - Ufhofen nw Gossau, von Stolzenberg - Buecherholz n Bichwil, von Sonnenhof s Oberuzwil und von Mattenhof - Oberstetten belegt. Als Schotterfelder sind das Moos und das Egelmoos nw Gossau zu erwähnen, welche wegen der Stausituation zwischen mittlerem und innerem Stand versumpften, und dasjenige von Egg w Oberuzwil im einstigen Zungenbecken des Bettenauerweiers (2.3.1). Ab Oberstetten erfolgte auch in dieser Phase die Entwässerung aufgrund der Lage von Moräne und Rest eines Schotterfeldes bei dieser Siedlung Richtung Littenheid.

4.5.2. Der Thurgletscher

Die Zunge stirnte zuerst bei Unter Bazenheid, dann bei Ober Bazenheid und bei Bräägg. Bei Lütisburg und Bütschwil finden sich internere Endmoränen. Die Wälle von Unter Bazenheid stellt Andresen (1964) ins Schlieren/Diessenhofen-Stadium. Aus drei Gründen muss dies abgelehnt werden:

1. Die Wälle liegen zu niedrig mit 632.8 respektive 620 m, verglichen mit der entsprechenden Eisrandlage 1 km e beim Taaholz von 660 - 670 m.
2. Das von ihnen ausgehende Schotterfeld liegt auf 595 m, was genau der gegenüberliegenden Schotterflur von Jonschwil, welche äusserer Stand des Stein a/Rhein-Stadiums ist, entspricht.
3. Diese Wälle liegen nur 400 und 600 m ausserhalb des Bazenheider Hauptwalles und müssen daher noch zum Bazenheid-Stadium gerechnet werden.

Auf der E-Seite der Thur sind die Zeugen dieses Stadiums seltener. Immerhin treten die drei Stände e Ganterschwil nochmals klar zutage (Abb 27 in 10.3). Dem äusseren Stand entsprechen der Wall von Stocken, dem mittleren die Wallreste von Gartikon und Taa und dem inneren der Moränenkranz, der knapp s Ganterschwil beginnt, nach E ausholt und bei Feld endet. Im Neckertal ist mit einem zeitweisen Stausee zu rechnen; während interneren Ständen wurden dagegen Schottermassen hinterstaut (8.1.3).

Der äussere Stand ist belegt durch Rundhöcker, anschliessenden Moränenwall und Schmelzwassertal bei Rossfallen s Ganterschwil (2.4). Im untersten Neckertal folgen Moränenwall und Schotterfeld bei Stocken (2.3.2). Bei Tufertschwil setzt in 680 m eine markante Entwässerungsrinne, die bis Unterrindal reicht, ein. Von ihr aus muss die Schüttung der mächtigen Kiese und Sande des Deltas bei Ebenhof erfolgt sein, als ein Thurgletscherlappen im unteren Rindal einen Gletscherrandsee aufstaute. Der Necker dürfte meist subglazial abgeflossen sein, obwohl die Rinne von Tufertschwil ins untere Neckertal weist, denn das zwar deutliche randglaziale Schmelzwassertal weist für die Ableitung der Gletscherwässer und des Neckers zu geringe Dimensionen auf. Ein Vergleich mit der zur gleichen Zeit benutzten Rinne von Mosnang auf der W-Seite der Thur bestätigt dies, indem diese Talung viel mächtiger ist, obwohl nur kleine Seitenbäche aus dem Hörnlibergland das Schmelzwasser verstärkten. Zudem weisen die Deltaschotter vom Ebenhof nur vereinzelt für den Necker typische AG-Gerölle auf (2.5.3).

Im mittleren Stand wurde Rossfallen von den Schmelzwässern wohl noch durchflossen, während im untersten Neckertal die Moränenreste von Gartikon und Taa 20 - 30 m nach unten abgesetzt sind. Ob die Tufertschwiler Rinne noch ganz benutzt wurde, ist ungewiss; es scheint eher, als ob sie nur noch ab Steig in Funktion war und nun gegen Unterrindal hinunter eingetieft wurde (2.5.3).

Dem inneren Stand von Bräägg entsprechen auf der E-Seite der Thur die Wallmoränen von Haslen und der Moränenkranz e Ganterschwil.

Ferner wurde e Lütisburg eine Eisrandterrasse gebildet, teils überschottert und mit Moränenmaterial bedeckt. Der Necker wurde im Sinne eines Schmelzwasserweges bei Feld n Ganterschwil gegen N gewiesen und tiefte sich hinter dem Molasserundhöcker P 627.5 epigenetisch ein. Bei der 100 m hohen NF-Felswand von Steig bog er jedoch wieder nach W um und entwässerte unter dem Gletscher. Auf alle Fälle benutzte er nicht die Terrasse e Lütisburg und die Rinne e Haslen; diese sind zu eng und weisen GM-Bedeckung auf (2.3.2 und 8.1.3).

4.5.3. Der Neckergletscher

Kartenbeilage 7 sowie Abb 24 und 25 in 10.3. Er kann im Raume St. Peterzell ebenfalls deutlich 3-phasig belegt werden, was ich als Peterzell-Stadium des Neckergletschers zusammenfasse. Dass sich dieses mit dem Stein a/Rhein-Stadium parallelisieren lässt, kann auf drei Arten gezeigt werden:

1. Da ausser den südlichsten alle Eistransfluenzen ins Neckertal ausgeschaltet waren, muss sich der Gletscher stark zurückgezogen haben. Die Gletscherstirn lag 5 km weiter talaufwärts als beim inneren Stand des Diessenhofen-Stadiums. Damit war der Gletscher auf 13 km Gesamtlänge zusammengeschmolzen.
2. Die Gletscherausdehnung lässt sich mit dem Urnäschgletscher des gleichen Stadiums vergleichen, wobei dieser allerdings wegen eines gewissen Eiszuschusses vom Sittergletscher her noch etwas weiter bis Waldstatt - Hundwil vorstiess (5.2).
3. Der numerische Vergleich mit rezenten Gletschern ähnlicher Ausdehnung ergibt bei Aufteilung der Gletscherflächen in Akkumulations- und Ablationsgebiete durch die regionale Schneegrenze über vergletschertem Areal gute Uebereinstimmung (5.2).

Im <u>äusseren Stand</u> stirnte der Neckergletscher bei Gass n St. Peterzell. Den hier einsetzenden Engpass zusammen mit den Bergsturzmassen bei Furt vermochte der Gletscher nicht mehr zu übersteigen. Diese Randlage ist belegt durch Anhäufungen von errati-

schen Blöcken bei Gass, im Bachtobel s Schafhalden und n Unterhemberg. Daneben gibt es einige Moränenwälle, welche allerdings morphologisch wenig hervortreten, n Mühle 715 m, bei Herrenweidli 780 m, Schönenbüel 830 - 840 m, Bächli 880 m, Hinter Harzenmoos und Rain am Ausgang des Telltales 900 m. Rundhöcker und Schmelzwasserrinnen n St. Peterzell und bei Bächli vervollständigen die Belegsreihe (2.4). Als Schotterfeld ist die Neckerebene zwischen Furt und Necker anzusehen.

Der mittlere Stand mit den auch hier auffälligsten Merkmalen ist bei St. Peterzell selbst anzusetzen, wo Moränenwälle, Findlinge und Entwässerungsrinnen sich häufen. Südwärts lässt sich dieser Stand auf der E-Seite über Bächli wiederum bis Harzenmoos im Telltal verfolgen, während die steile W-Seite bei Hemberg keine Anzeichen eines Gletscherrandes aufweist (2.3.3, 2.4 und 2.5.4).

Eine auffällige morphologische Form stellen die Terrassen n und s von St. Peterzell dar, welche bereits Gutzwiller (1873, 1877) beschrieb und als einstiges Flussufer interpretierte. Mir scheint, dass ein mächtiger Toteiskörper, aus dem äusseren Stand stammend, noch lange die Talsohle bei St. Peterzell erfüllt hat. Der sich zurückziehende Gletscher war über den Molasserippen bei Brunau zuerst durchgeschmolzen, während im tieferen, schattigen Talgrund Toteis sich noch längere Zeit erhalten konnte. Um dieses herum musste das Schmelzwasser den Abfluss nach N suchen. Die Folge der Stauwirkung ist die Terrasse auf der NE-Seite der Talweitung von St. Peterzell mit nahezu horizontaler Oberfläche, welche eine fluviale Bildung ist. Das Material der Terrasse ist allerdings verschiedener Herkunft, wie Aufschlüsse s Gass und e Bunt zeigten. Neben Schotterlagen kamen Moränenmassen mit erratischen Blöcken und gekritzten Geröllen vor. Entsprechendes ergibt sich aus der Bohrung der Firma Dicht AG, die 1960 für den Schulhausneubau abgeteuft wurde: Anstehende NF in 4,4 m Tiefe, darüber bis 3 m Kies mit Tonlagen, dann Schotter mit Geröllen bis 10 cm Durchmesser und teils siltiger Ton, zwischen 3,1 und 2,5 m Tiefe ein angewitterter NF-Block. Leider wird dieser Block nicht

näher beschrieben; es dürfte sich aber, wie die andern Aufschlüsse zeigen, um einen Findling handeln. - Zusammenfassend lassen sich diese Ablagerungen als Gemisch aus fluvial verfrachteten Schottern und Sanden, sowie eingeschwemmten GM-Massen der Talhänge und Obermoränenmaterial vom Toteiskörper auffassen.

Oberhalb der Mündung des Tüfenbachs in den Necker häufen sich die Anzeichen für einen weiteren, den inneren Stand zwischen Brunau und Wis mit Moränenmassen, undeutlichen Wällen und Findlingen. Bis Bächli lässt sich wiederum eine Reihe von Rundhökkern mit Schmelzwassertälchen verfolgen, welche die E-Flanke dieses Standes markieren. Talaufwärts scheint der Eisrand mit den älteren dieses Stadiums zusammenzufallen. Das zugehörige Schotterfeld ist die Talaue von St. Peterzell sowie weiter talauswärts wieder die Ebene von Furt - Necker.

Trotz der zu hoch angenommenen Schneegrenze von 1200 - 1250 m für das Bazenheid-Stadium (= Stein a/Rhein), glaubte Frey (1916), dass der Neckergletscher sich noch bei Ganterschwil mit dem Thurgletscher vereinigt hätte. Kesseli (1926) bestreitet diese Auffassung zu Recht, da das Einzugsgebiet des Neckergletschers bei dieser Sgr-Höhenlage sehr klein gewesen ist. Er vermutet, dass der Gletscher nur bis Mistelegg s Hemberg vorgestossen sei, räumt aber ein, dass er jene Gegend nicht genau kenne. Da die Sgr im Bazenheid = Stein a/Rhein-Stadium tiefer lag als Frey und Kesseli annahmen, erreichte der Neckergletscher noch das Becken von St. Peterzell (siehe oben).

4.6. Die spätglazialen Stadien

Der kräftige allgemeine Rückzug der grossen Vorlandgletscher vom Stein a/Rhein- zum Konstanz-Stadium muss sich auch in den kleineren Gletschergebieten der Bergländer ausgewirkt haben. So ist nicht anzunehmen, wie Andresen (1964) und Schindler (1970) im Gegensatz zu Hantke (1967) meinen, dass der Thurgletscher in die-

sem Stadium noch bis Bütschwil gereicht habe, welches nur 5 km weiter talaufwärts liegt als Bazenheid = Stein a/Rhein-Stadium. Anhand der Vorgänge im Flussystem von Thur und Necker kann dargelegt werden, dass jener Eisstrom oberhalb Lichtensteig gestirnt hat (8.1.3). Wo das Zungenende wirklich lag, ist unsicher, auf alle Fälle ausserhalb des Untersuchungsgebietes. - Der Rheingletscher erfüllte eben noch ± das Bodenseebecken, lag also weit ne des Neckerraumes (Germann, 1960; Hantke, 1961, 1970; Saxer, 1964).

Wo stand nun der Neckergletscher im Konstanz-Stadium? Bei einer klimatischen Schneegrenze über vereistem Areal, welche in der Säntis- und Hochalp-Region bei etwa 1300 m über Meer lag (5.4), blieb dem Neckergletscher nur noch der hinterste, höchste Talbereich zwischen Hinterfallenchopf 1532 m und Spicher 1520 m als Firngebiet. Die Südhänge der Hochalp fielen aus Gründen der Exposition zum vorneherein weg. Dem Firngebiet von gut 2 km^2 dürfte ein Ablationsbereich von etwa 1 km^2 gegenüberzustellen sein (5.1.4), was heisst, dass die Zunge den Ampferenboden 1050 m noch erfüllt hätte. Diese theoretischen Ueberlegungen bestätigen sich bei der Geländebegehung, indem der Ampferenboden die Gestalt eines Zungenbeckens besitzt und die einzige Talweitung am hinteren Necker ist. Leider fehlen in diesem steilwandigen Kessel Moränen, Erratikerhäufungen oder Schmelzwasserrinnen, die die Talweitung mit Sicherheit als Zungenbecken ausweisen würden.

Klarer sind die Verhältnisse auf der N-Abdachung der Hochalp, wo das Rossmoos-Kar noch vollständig Firnzone war. Eine kleine Gletscherzunge trat aus dem Kar aus, um bis gegen 1100 m hinunter bei Bruggerenwald vorzustossen, belegt durch Muldenform des Tales mit GM und vielen lokalen Findlingen. Als Bestätigung zeigen sich im w anschliessenden Tal entsprechende Formen, die allerdings nur bis ca 1200 m hinunterreichen, was aber wegen des Fehlens einer Karmulde als Firnsammelbecken verständlich ist (2.7.1 und Fig 8).

Moränenwälle am Ausgang des Rossmooskars mit einer kleinen randglazialen Rinne und Anhäufungen von Erratikern lassen erkennen, dass selbst bei einer Sgr-Höhenlage von rund 1400 m ü M hier noch ein Kargletscher lag. Dies dürfte etwa Feldkirch-Stadium nach Hantke (1970) bedeuten. Damals muss der Neckergletscher mit Ausnahme einiger gegen N exponierter Firnfelder völlig verschwunden sein.

Im Bühl-Stadium mit einer Sgr-Depression von 900 - 1000 m (Heuberger - Mayr, 1966) lagen selbst die höchsten Molasseberge des Neckertales bereits knapp unter der Sgr und dürften daher höchstens noch bei NE-Exposition kleine perennierende Schneeflecken getragen haben.

4.7. Zusammefassung

4.7.1. Stadien und Stände zwischen Sitter und Thur (Tabelle 4)
Vergleich mit Linth- und Rheingletscher im Zungengebiet

Stadien	Linthgletscher-zunge[1]	Rheingletscher-zunge[1]	Rheingletscher Raum Degersheim - Gossau - Bischofszell
Würm-Masimum 1. Stadium im Hochglazial	Killwangen 1 Killwangen1 2 Killwangen2 3 Spreitenbach	Schaffhausen 1 Neuhausen 2 Schaffhausen	1 Stäggelenberg (920) 2 s Degersheim (840)
2. Stadium im Hochglazial	Schlieren 1 älteres Schl 2 Schlieren 3 Altstetten	Diessenhofen 2 Diessenhofen 3 ?	2a Wolfertswil (770) b Alterswil (750) 3 Hueb s Gossau (720)
3. Stadium im Hochglazial	Zürich 1 Hard 2 Lindenhof 3 Hafner	Stein a/Rhein 1 Etzwilen 2 Kaltenbach 3 Stein a/Rh	1 Z Gossau Bhf (650) 2 Z Gossau - Watt (650) 3 Z Gossau - Degenau (630)
1. Stadium im Spätglazial	Hurden	Konstanz	Z Chistenmüli s Kradolf

(900) = ungefähre Höhenlage des Eisrandes
Z = Gletscherzunge

[1] Die Namen der Stände der Zungen von Linth- und Rheingletscher stammen einerseits aus Suter und Hantke (1962), andererseits zusammengefasst aus Schindler (1968) sowie aus Troll (1936).

[2] Die Stände des Thurgletschers entsprechen Andresen (1964) und Schindler (1970, geol Karte) oder eigenen Untersuchungen

[3] Hantke (1970) und Grüninger (1972).

Thurgletscher Raum Gähwil - Bazenheid - Nesslau [2]	Neckergletsch. Raum Nassen - St. Peterzell - hint. Neckertal	Urnäschgletsch. Raum St. Gallen - Hundwil - Urnäsch	Sittergletsch. Raum St. Gallen - Stein AR - Appenzell
1 Chalchtaren (870) 2 Mülrüti (770)	1 Wilket N (über 900) 2 Wilket N (810)	1 Stäggelenberg (920) 2 ?	1 Horst (1050) 2 ?
2 Dietschwil (700)	2 Z Anzenwil (650)	2 Saum e Herisau (800)	2 Niederteufen (820)
3 e Wolfikon (670)	3 Z n Necker (620)	3 Z n Hundwil ?	3 Störgel n Stein (740)
1 Z Unt. Bazenheid (610) 2 Z Ob. Bazenheid (610) 3 Z Bräägg (590) 4 Z Bütschwil	1 Z Gass n St. Peterz. (680) 2 Z St. Peterzell (700) 3 Z Brunau s St. Peterz.	1 Z Bleichi w Hundwil (760) 2 Z Steblen w Hundwil (780) 3 Z Auen sw Hundwil (780)	1 Z Gmünden n Stein (700) 2 Z Gmünden n Stein (700) 3 Z Auen bei Hint. Haslen
Z Raum Krummenau-Ebnat [3]	Z Ampferenboden hint. Nekkertal (1050)	Z Grüenau s Urnäsch ? [3]	Z Steig n Appenzell [3]

Ueber der strichpunktierten Linie: intaktes Rhein - Säntisgletscher - Eisstromnetz.

-·-·-·-·-·-·-·-·-·-·-·-

Unter der Linie: Zerfall des Eisstromnetzes, selbständige Gletscherzungen.

4.7.2. Uebersicht und Vergleich der Stadien (Tabelle 5)

Würmeiszeit	Rheingletscher-zunge	Linthgletscher-zunge	Thurgletscher-zunge	Neckerglet.-zunge	Urnäschgl.-zunge
Hochglazial	Schaffhausen	Killwangen	- (Chalchtaren bei Gähwil)	-	-
	Diessenhofen	Schlieren	- (Kirchberg)	Anzenwil	-
	Stein a/Rhein	Zürich	Bazenheid	St Peterzell	Hundwil
Spätglazial	Konstanz	Hurden	Krummenau - Ebnat ?	Ampferen-boden	Grüenau ? s Urnäsch
	Feldkirch	Weesen	Starkenbach ?	Kargletscher an Hochalp und Hinter-fallenchopf	Aueli n Schwägalp

- noch keine selbständige Zunge

() seitliche Begrenzung des Thurgletschers durch Moränenwälle

? unsicher oder nicht genau festzulegen

Literaturangaben siehe vorstehende detaillierte Tabelle.

4.8. Die Stellung des Nassenfeldes

Die Beschreibung der Formen, Aufschlüsse und des Materials erfolgte im Kap 2.6. Hier soll nun, nachdem der Verlauf der Würmeiszeit diskutiert worden ist, die zeitliche Einordnung dieser Terrasse in die letztglazialen Ereignisse besprochen werden.

Für die Schüttung des Deltas und mindestens eines Teils des Uebergusses im Nassenfeld kommen prinzipiell nur zwei Zeitabschnitte des Würmglazials in Frage. Da das Delta aus Richtung Aachtal geschüttet wurde, muss die Aach während der Aufschotterung ein kräftiger, schuttbeladener Fluss gewesen sein. Sie war durch Gletscher-Schmelzwasser zum mächtigen Fluss geworden, was nur möglich ist, wenn der Rheingletscher bei Degersheim stand. Auf der anderen Seite muss der Thurgletscher gleichzeitig das untere Neckertal bis zu einer Höhe von knapp 700 m abgedämmt haben, so dass überhaupt erst ein See entstehen konnte, welcher das Becken von Nassen erfüllte. Zudem muss der Neckergletscher irgendwo im mittleren Talabschnitt gelegen haben, denn das Delta konnte offensichtlich ruhig und störungsfrei aufgebaut werden (Kartenbeilage 5).

Diese drei Bedingungen wurden im Verlaufe der Würmeiszeit zweimal erfüllt, nämlich in der Vorstossphase vor dem Würm-Maximum und in der Phase des Diessenhofen-Stadiums. Während dem Würm-Maximum war auch das Becken von Nassen unter dem Eisstromnetz versunken.

Für die Entstehungszeit vor dem Würm-Maximum sprechen:

1. Die Zerschneidung des Deltas und heutige Ausräumung des Aachtales kann die Aach nur bei grossem Wasseranfall vollbracht haben, also unter Mitwirkung von Gletscher-Schmelzwässern. Diese erhielt sie einzig im Diessenhofen-Stadium, als der Rheingletscher bei Degersheim stirnte. Folglich muss der Aufbau des Deltas früher erfolgt sein; es kommt nur Präwürmmaximum in Frage.
2. E des Nassenfeldes liegen im Aach- und Ruerbachtal Moränen-

massen teilweise auf tieferem Niveau als jenes. Das bedeutet, dass nach der Deltaschüttung erodiert wurde, worauf die Gletscher alles unter sich begruben und Moräne ablagerten. Hier können nur während des Würm-Maximums Gletscher gelegen haben, womit die Deltaschüttung vor dem Würm-Maximum erfolgt sein muss.

3. Die Deltaschotter sind wenigstens teilweise direkt der Molasse aufgelagert ohne dazwischen liegende GM. Daher dürfte das Delta vor dem Eintreffen der Gletscher entstanden sein, was nur vor dem Würm-Maximum stattgefunden haben kann.
4. Im Ueberguss kommen lehmige - tonige Partien vor, ausserdem finden sich gelegentlich eckige und gekritzte Gerölle sowie etliche erratische Blöcke. Die Ueberguss-Schüttung scheint deshalb eisüberfahren zu sein, ohne dass es allerdings zur Ausbildung einer typischen Moräne gekommen wäre. Das Material waren hier sicher zum Teil die Schotter des Uebergusses selbst. Zudem verhielt sich das Eis im Becken von Nassen ziemlich bewegungslos, da ja von allen Richtungen Zuströme erfolgten (Fig 4). Also vermochte es weder zu erodieren, noch Moränenmaterial abzulagern. Im übrigen zeigt Germann (1971) für den süddeutschen Bereich des Rheingletschers, dass über weite Gebiete schluffige GM fehlt und dafür Schmelzwassersedimente vorherrschen, so dass er den Begriff "Grundmoränenlandschaft" in "Schmelzwasserlandschaft" umwandeln möchte. Diese Bezeichnung liesse sich aufgrund der Materialzusammensetzung auch für das Nassenfeld rechtfertigen.

Für Entstehungszeit im Diessenhofen-Stadium nach dem Würm-Maximum sprechen:

1. Keine oder mindestens keine charakteristische Moränenbedeckung des Deltas. Nach dem Deltaaufbau floss also kein Eis mehr über dieses, daher ist es Post-Würmmaximum.
2. Die Aach hat das Delta als Schmelzwasserfluss geschüttet und im selben Diessenhofen-Stadium auch wieder zerschnitten, nachdem der Neckerstausee z B subglazial abgeflossen war.

Aufgrund dieser verschiedenen Ueberlegungen scheint mir das Nassenfeld-Delta während des Vorstosses zum Würm-Maximum geschüttet worden zu sein. Es hätte demnach folgende Entwicklungsphasen durchgemacht:

1. In der Vorstossphase zum Hochwürm, als der Rheingletscher bei Degersheim stirnte und im unteren Neckertal ein durch den Thurgletscher aufgestauter Eisrandsee lag, wurde durch Schmelzwässer das Aachtal hinunter zwischen Nassen und Mogelsberg ein gewaltiges Delta mit Ueberguss in den Neckersee geschüttet.
2. Während des Würm-Maximums überdeckte das Eisstromnetz auch das Becken von Nassen. Der das Nassenfeld aufbauende Deltaabschnitt blieb dabei erhalten, während im Ruer- und Aachtal teilweise erodiert und Moräne abgelagert wurde.
3. Als das Nassenfeld wieder ± ohne Eisbedeckung war, im Neckertal sich aber noch der Gletscher befand (bis zum Stand von Anzenwil) und im mittleren Aachtal bei Aach vermutlich noch Toteis lag, wurden auf dem Nassenfeld eisrandnahe Schotter und Sande in wirrer Lagerung über den Ueberguss geschüttet, so dass sich heute bis 10 m mächtige Akkumulationen über den Deltaschrägschichten aufbauen.
4. Nachdem dann das Becken von Nassen eisfrei geworden war und der Rheingletscher wieder im Raume Degersheim stand (Diessenhofen-Stadium), tiefte sich die durch Schmelzwässer verstärkte Aach in die Deltaablagerungen ein und schuf ihr heutiges, auf der Talsohle bis 100 m breites, 75 m tiefes und 5 km langes Kastental.