

Zeitschrift: Berichte der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft
Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft
Band: 87 (1994)

Artikel: Die Bodensee-Vorlandvereisung des Rheingletschers im Konstanz-Stadium der letzten Eiszeit
Autor: Keller, Oskar / Krayss, Edgar
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-832701>

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: 14.12.2025

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

87. Band

Seiten 31–40

3 Abbildungen

1 Beilage

St.Gallen 1994

Die Bodensee-Vorlandvereisung des Rheingletschers im Konstanz-Stadium der letzten Eiszeit

Oskar Keller und Edgar Krayss

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	31
1. Einleitung	32
2. Eisrandkomplex Konstanz.	32
3. Eisrandlage Konstanz.	33
4. Eisrandlage Reichenau	36
5. Das Konstanz-Stadium innerhalb der letzten Vorlandvergletscherung	37
Literaturverzeichnis	39

Zusammenfassung

Eine Karte 1:150 000 zeigt die Bodensee-Vorlandvereisung des Rheingletschers im Konstanz-Stadium der letzten Eiszeit. Der Eisrandkomplex Konstanz, belegt durch Moränenwälle, Sanderterrassen, Seeablagerungen und Schmelzwasserrinnen wird in die Stände Reichenau und Konstanz (im engeren Sinn) gegliedert. Die Rekonstruktion des Gletscherkörpers im Konstanz-Stand stützt sich auf die Analyse der Entwässerungssysteme an den Eisrändern. Die Ausbildung von Schmelzwasserrinnen hängt vermutlich mit Ausbrüchen von Eisstauseen zusammen.

Das Konstanz-Stadium wird zwischen die Zeitmarken 15 000 und 13 800 J.v.h. (^{14}C) gestellt, dürfte aber nur einige Jahrhunderte gedauert haben. Durch vorangegangene Abschmelzprozesse stark reduziert, bedeckte der Vorlandgletscher des Konstanz-Standes mit 1125 km² noch 20% der Fläche der Vorlandvereisung im Maximalstand; die entsprechenden Eismassen waren volumenmässig auf 16% zusammengesmolzen. In klimatischer Hinsicht wird dem Konstanz-Stadium provisorisch eine Höhenlage der Schneegrenze um 1500 m ü.M. auf dem alpeninternen Eisstromnetz zugeordnet.

1. Einleitung

Gegenstand dieser Arbeit ist der *Bodensee-Rheingletscher* in einem Stadium der letzten Eiszeit, während dem er auf die Endlagen von Reichenau und Konstanz zurückgeschmolzen war (Abb. 1). Den Moränengürtel, der die Seebucht von Konstanz umschlingt, sprach SCHMIDLE (1914) in seiner Publikation über «Die diluviale Geologie der Bodenseegegend» als *Konstanzer Gletscher* an. PENCK umriss bereits 1902 in einem Kärtchen die Randlage einer tiefliegenden Vergletscherung im Bodenseegebiet durch eine Abfolge von «Eisseen und deren Abflussrinnen» vom Bregenzer Wald über Ravensburg bis zum Überlinger See (PENCK & BRÜCKNER, 1909, S. 396, 415). «Verschwundene Dämme der Eisseen» markierte er bei Konstanz und bei der Insel Mainau.

Während sich in der Folge SCHMIDLE (1914, 1942) vor allem mit dem Konstanzer Gletscher im Westteil des Bodensees befasste, stellten die Landesgeologen BRÄUHÄUSER (1915) und SCHMIDT (1910, 1915) weitreichende Untersuchungen der entsprechenden «Diluvialbildungen» im Schussen- und Argengebiete an. Später bemühten sich dort unter andern Heimatforschern auch ARMBRUSTER (1951) und GRÜNVOGEL (1951, 1955) um die Klärung des glazialen Geschehens. In einer Arbeit über die Vergletscherung des Kantons Thurgau veröffentlichte MÜLLER (1979) eine kartographische Darstellung des «*Stadiums von Konstanz*» im westlichen Seegebiet. Entsprechende Rückzugsphasen spielten auch eine Rolle in den glazialmorphologischen Untersuchungen von HIPPE (1986, 1992) in der Region Bischofszell/Hudelmoos.

Im östlichen Bodenseeraum ordnete DE JONG (1983) die tieferen Glazialrelikte des Argensystems einem «Dritten Rückzugskomplex» zu. Innerhalb einer Arbeitsgruppe der Universität Amsterdam befasste sich DE GRAAFF (1993) mit morpho-

und chronostratigraphischen Problemen im Vorarlberger Quartär, die auch das Konstanz-Stadium betreffen; eine Arbeit von DE JONG et al. über den Eisabbau im Vorderen Bregenzer Wald ist im Druck.

Die Autoren des hier vorliegenden Artikels beschäftigen sich im Rahmen ihrer Untersuchungen zur *Glazialmorphologie des Bodenseeraums* seit 1986 eingehender mit dem Konstanz-Stadium. Ihre Untersuchungen für das Projekt des Schweizerischen Nationalfonds «Der spätglaziale Eisabbau des Bodensee-Rheingletschers» (Nr. 2.619-0.85, Leitung Prof. G. Furrer, Geographisches Institut der Universität Zürich) wurden von den Publikationen KELLER & KRAYSS (1987, 1988) begleitet. Daneben veröffentlichte KELLER (1988, Fig. 34.1) erstmals eine Gesamtübersicht des Bodensee-Rheingletschers im Konstanz-Stadium von Ravensburg bis Sargans. Weitere Erkenntnisse zur Eingliederung des Konstanz-Stadiums gewannen die Autoren aus Studien zum Rhein-Linthgletscher-System als Modell der letzten alpinen Vergletscherung (KELLER & KRAYSS, 1991, 1993).

Ziel dieser Arbeit ist es, das Konstanz-Stadium aufgrund der erarbeiteten Befunde im Zusammenhang einer *detaillierten Kartierung* vorzustellen. Die Karte (Beilage im hintern Einband) wurde auf der topographischen Grundlage der Landeskarte der Schweiz 1:100 000 erstellt. Dementsprechend beziehen sich im folgenden Text die Koordinatenangaben auf das schweizerische Kilometernetz. Aus praktischen Gründen erfolgte der Druck der Karte im Massstab 1:150 000.

2. Eisrandkomplex Konstanz

Mit der Bezeichnung «*Konstanz-Stadium*» wird der *Zeitraum* angesprochen, während dem der zurückschmelzende Bodensee-Rheingletscher verschiedene Randlagen im Gebiet von Konstanz einnahm. Dieser

zeitliche Begriff ist vom *räumlichen* Begriff *«Eisrandkomplex Konstanz»* wohl zu unterscheiden, der sich auf die mehr oder weniger breite Staffelung von Moränenwällen, Sanderterrassen und Schmelzwasserrinnen bezieht, welche zur Zeit des Konstanz-Stadiums den Vorlandgletscher säumten. Es soll hier davon abgesehen werden, dem Begriff Stadium eine klimatische Bedeutung beizumessen.

In der Publikation über die hochwürmzeitlichen Rückzugsphasen des Rhein-Vorlandgletschers (KELLER & KRAYSS, 1987) wurden innerhalb des Eisrandkomplexes Konstanz W/K erstmals die Stände *Reichenau* W9 und *Konstanz* W10 unterschieden. Diese Gliederung wird auch in der vorliegenden Arbeit beibehalten. Die kartographische Darstellung des Eiskörpers bezieht sich auf den Gletscherstand, wie er im Bodenseebecken während der *Randlage von Konstanz* im engeren Sinne eingenommen wurde. Im älteren Stand Reichenau lag der Eisrand im Untersee noch rund 10 km weiter westlich beidseits der Insel Reichenau und im Überlinger See auf der Höhe von Nussdorf (731/291). Die Stände Reichenau und Konstanz lassen sich somit auch als *äusseren und inneren Stand* des Eisrandkomplexes Konstanz bezeichnen; sie werden beide zeitlich dem Konstanz-Stadium zugeordnet. Ausgehend von der hochwürmzeitlichen Numerierung der Terrassen und Stände im Raum Schaffhausen-Untersee werden auch die Bezeichnungen *«Stand 9»* für Reichenau und *«Stand 10»* für Konstanz verwendet.

3. Eisrandlage Konstanz (Stand 10)

Im Bereich des relativ flach auslaufenden Vorlandgletschers lassen sich die *Niveaus der Eisrandentwässerung* mit verlässlicher Genauigkeit zur Rekonstruktion durchgehender Eisrandlagen heranziehen. Dies gilt allgemein für die höheren, externeren Stände, die den Eisrandkomplexen Feuer-

thalen und Stein am Rhein zugeordnet werden (KELLER & KRAYSS, 1993), besonders aber für die Randlagen des Konstanz-Komplexes. Die Beschreibung des Standes 10 steht hier am Anfang, weil sich die Darstellung des Eiskörpers im Kartenbild auf diesen Stand bezieht. Der Stand 10 bietet sich gewissermassen als *Leithorizont* des Konstanz-Stadiums an.

Am *Südrand* des Vorlandgletschers entwickelte sich aus einer Staulage im Goldachtal (751/259) ein Randstromsystem, das über Rorenmoos (742/262) ins Sitter- und Thurtal einbog. Ins Thursystem entwässerte sich auch die Amriswiler Aachzunge über den Sander westlich Sulgen (734/267). Eine Abfolge von Moränenwällen markiert den Eisrand von Langrickenbach (736/273) hinunter zum Endwall von Kreuzlingen-Konstanz, auf dem sich heute die Altstadt erhebt. Mit einem Seespiegel um 410 m bildete der Untersee die Vorflut des Rheingletschers im Konstanz-Komplex.

Von wesentlich grösserer Ausdehnung war das Entwässerungssystem, das von Wangen an den gesamten *Nordrand* des Bodenseegletschers säumte. Am *Ostrand* reichte dieses System noch bis südlich des Pfänders zurück, wo sich zwei Zungen des Rheingletschers bei Alberschwende (780/258) und Langen (780/265) in einen ausgedehnten *Eisstausee im Bregenzer Wald* entwässerten. Der Abfluss dieses Sees lag im Rotachtal östlich Lindenberg (788/276), wo er zur Oberen Argen überlief. Das Seeniveau von 650 m wird im Tal der Bregenzer Ach durch die Deltaterrassen der Subersach nordöstlich Egg (785/256) und durch Kames-Relikte bei Bersbuch (784/253) dokumentiert. Ihm entsprechen im Weissachtal die Deltaschotter an der Einmündung der Bolgenach (788/264).

Zwischen Wangen und einem grossen *Eisstausee im Schussental* verlief der Randstrom des Standes 10 über das Tal der Unteren Argen und die Rinne der Schwarzach. Das Niveau ist ausgewiesen durch die

Terrasse von Wangen/Nieratz (779/285) auf 570 m und die Deltakiese der Gruben von Langentrog/Eschach (763/288) mit Top um 490 m (KELLER & KRAYSS, 1988, Profil Beilage 6). Von Nieratz an aufwärts lässt sich das Niveau mit gleichem Gefälle zum Eisstausee im Bregenzer Wald auf 650 m verlängern.

Die Auslaufschwelle des Ravensburger Eisstausees auf 490 m ist heute nicht mehr erhalten. Sie lag am Eingang der Rinne von Taldorf (756/290) rund 25 m über dem heutigen Talboden. Über diese Rinne erreichte der Schmelzwasserstrom bei Oberteuringen (752/288) das Rotachtal und folgte dem Hang des Gehrenbergs zu einem weiteren Eisstausee im Linzgauer Aachtal bei Bermatingen (743/288) auf

430 m. Eine gewundene Rinne führte den Seeabfluss über Mühlhofen (737/289) zum Überlinger See. Dort stirnte die Eisfront im Stand 10 auf der Höhe der Insel Mainau und umschlang etwas weiter südwärts die Landzunge von Petershausen (733/282). Über die markante Rinne von Petershausen entwässerte der Überlinger See zum Untersee (Abb. 2).

Im Bereich der Schmelzwasserrinnen und Moränenwälle rings um den Vorlandgletscher liessen sich die *Isohypsen der Eisoberfläche* nach der Methode von KELLER & KRAYSS (1982) rekonstruieren. Demnach erreichte der Rheingletscher an seiner Austrittsstelle in das Bodenseebecken noch eine Höhe von über 750 m, die ihm gestattete, das Tal der Bregenzer

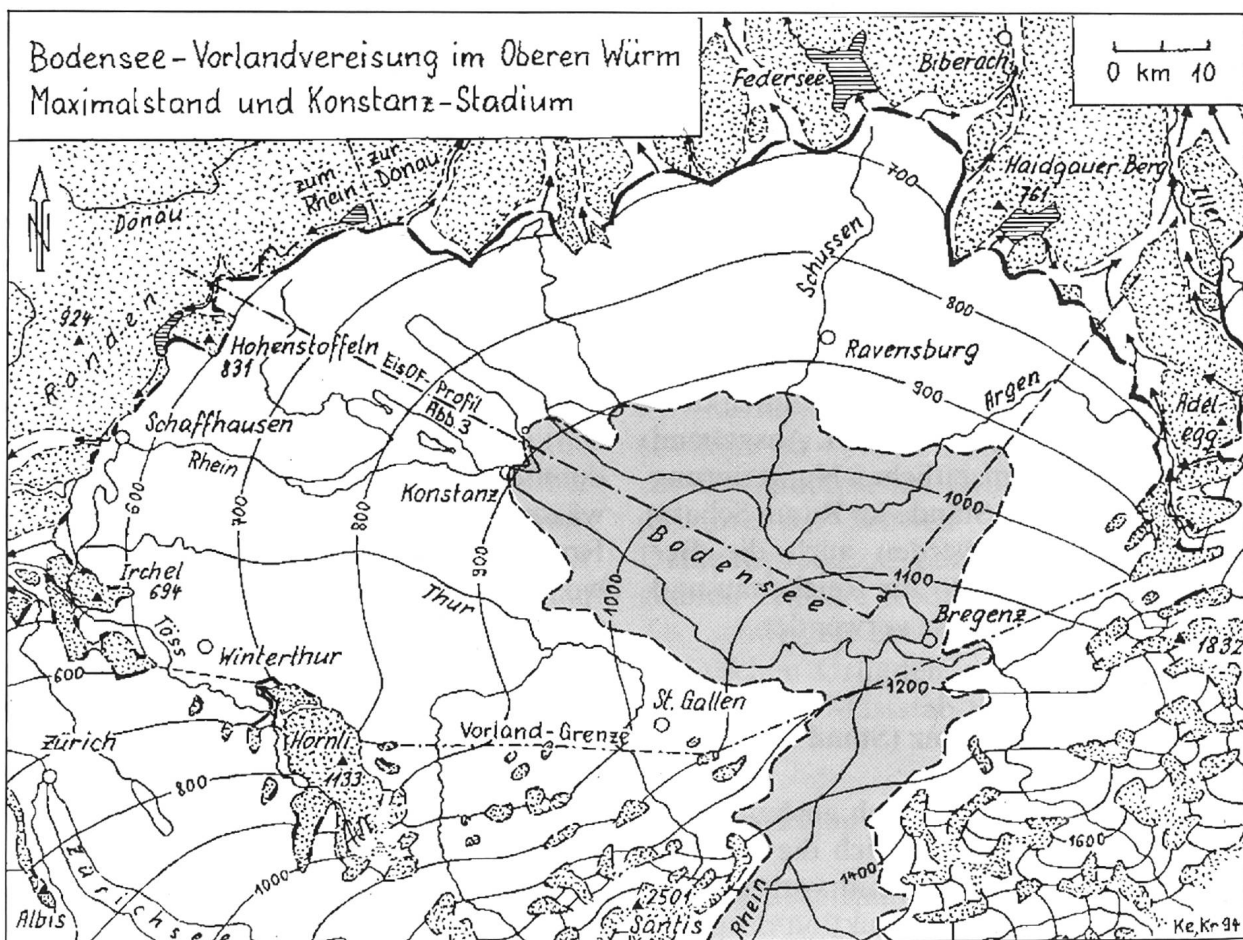


Abb. 1: Die Bodensee-Vorlandvereisung des Rheingletschers bedeckte im Konstanz-Stadium Stand 10 (graue Fläche) noch 20% der Ausdehnung im Maximalstand der letzten Eiszeit (weisse Flächen mit Höhenlinien der Eisoberfläche).

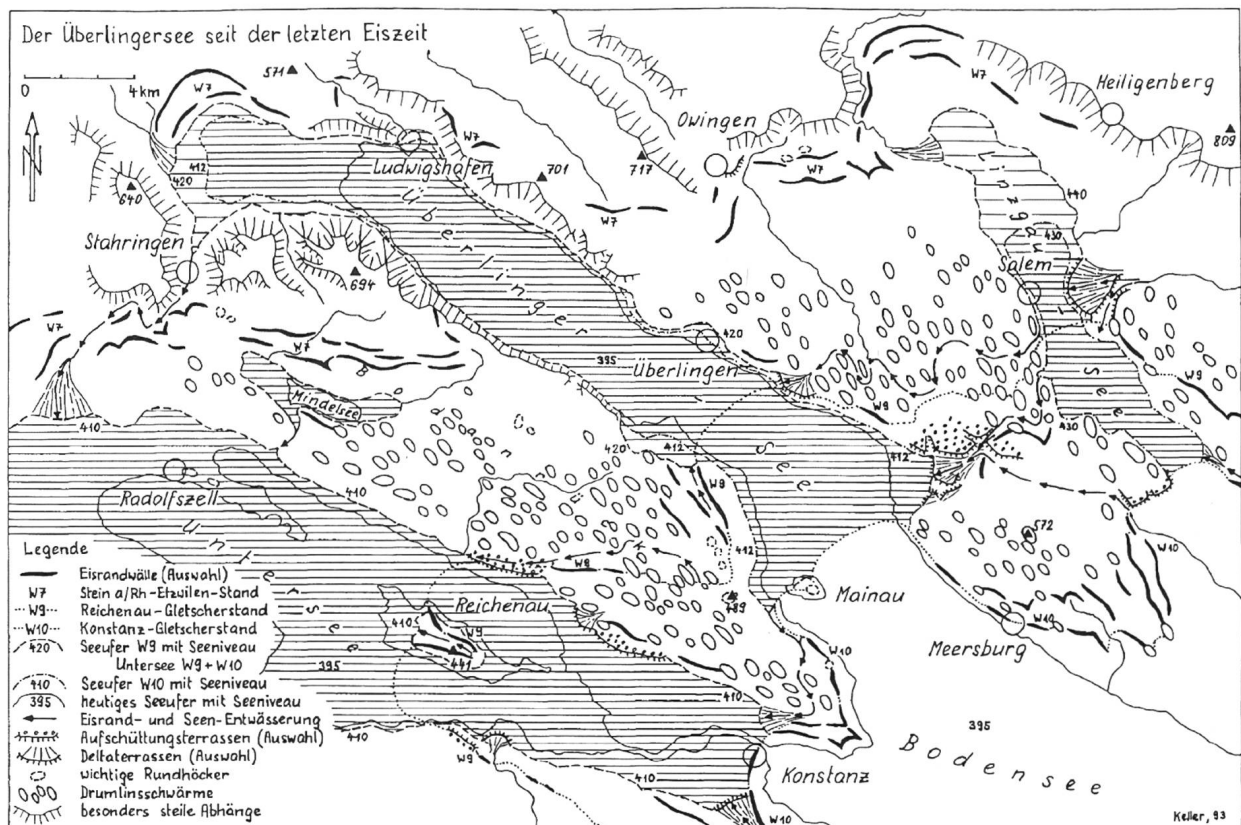


Abb. 2: Eisrandlagen der Bodensee-Vorlandvereisung in Konstanz-Stadium. Im Stand W10 stirnte der Bodenseegletscher bei Konstanz und bei der Insel Mainau (weisse Fläche). Der etwas ältere Gletscherstand W9 (punktierte Linie) reichte im Untersee bis zur Insel Reichenau und im Überlinger See bis etwas südlich der gleichnamigen Stadt. Eisrandwälle mit der Bezeichnung W7 markieren Gletscherstände des Stadiums Stein am Rhein.

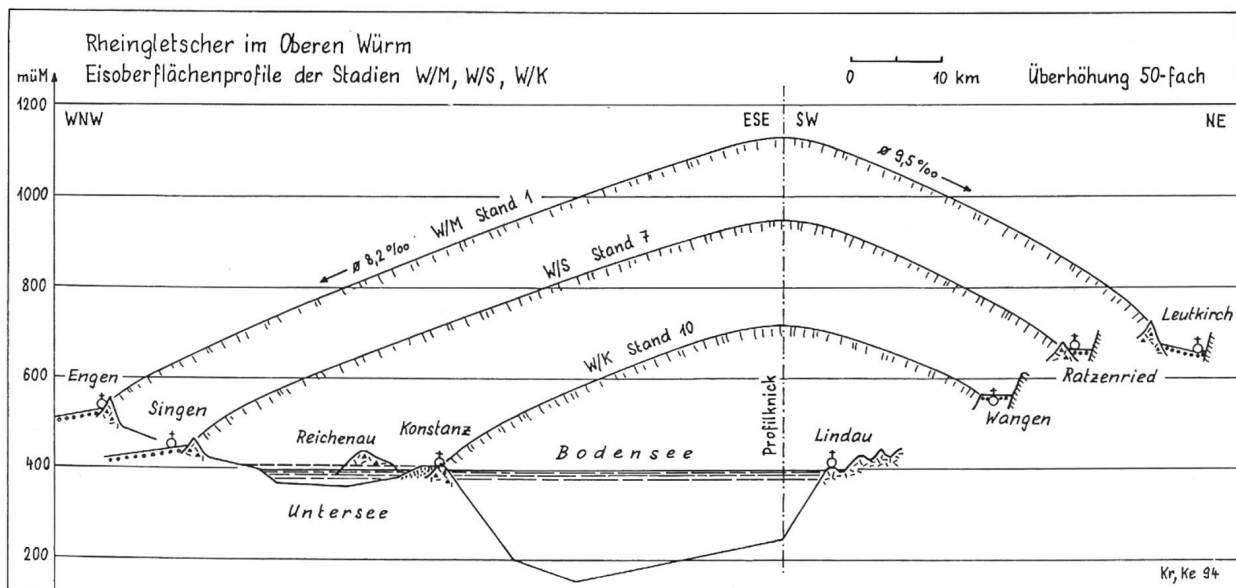


Abb. 3: Profile der Eisoberflächen zeigen die Aufwölbung der Bodensee-Vorlandvergletscherung. Die Profile verlaufen vom Hegau zum östlichen Bodensee und weiter über das Argengebiet nach Leutkirch (Profilsur siehe Abb. 1). Im Konstanz-Stand 10 (W/K) waren die Eismassen auf 16% ihres Volumens im Maximalstand 1 (W/M) zusammengeschmolzen. Die Eisoberfläche W/S entspricht dem Stand 7 des Stadiums von Stein am Rhein.

Ach südöstlich des Pfänders abzudämmen. Weiter südwärts fehlen eindeutige Belege für den Anstieg der *Eisoberfläche im Alpenrheintal*. Nach der Rekonstruktion von KELLER (1988, Fig. 34.2) erfolgte im Raum Appenzell die Ablösung des Sittergletschers vom Rheingletscher im Stand 10 des Konstanz-Stadiums bei Eggerstanden (752/244) auf einem Niveau um 870 m. Aufgrund dieser Schlüsselstelle sowie einer Reihe von Eisrandbildungen auf der Terrasse von Übersaxen (770/236) wurde im Bereich der Illmündung (760/241) eine Eishöhe um 1000 m angenommen. Nach Befunden neuerer Untersuchungen der Autoren zur «Deglaziation des alpinen Rheingletschersystems» (Nationalfondsprojekt Nr. 20-32104.91) wäre es jedoch möglich, dass im Konstanz-Stadium die Eisoberfläche im Alpenrheintal wesentlich steiler angestiegen sein könnte. So postuliert auch DE GRAAFF (1993, Tab. 2) für den Raum Feldkirch Eishöhen, die im Konstanz-Stadium auf 1100–1250 m gelegen haben sollen.

Beim *Rückschmelzen vom Stand 10* ergaben sich neue Abflusswege, die allenfalls noch dem Konstanz-Stadium zugeordnet werden können. Am Südrand des Gletschers bildete sich im *Aachtal westlich Amriswil* ein Eisstausee, dem die Schmelzwässer über die Rinne von Hagenwil (741/266) zufließen. Mit dem Rückschmelzen der *Leiblach-Zunge* auf eine Randlage bei Neu Ravensburg (774/279) öffnete sich dem Schmelzwasserstrom aus dem Brengener Wald ein Abflussweg, der jetzt in den Rinnen der Oberen und Unteren Argen verlief. Er lag niveaumässig rund 20 m tiefer als im Stand 10 und mündete über die obere Terrasse von Tettwang in den Eisstausee im Schussental, der auf 460 m stand. Damit war noch ein Abfluss über die Rinne von Taldorf und weiter über Markdorf zum Überlinger See möglich.

4. Eisrandlage Reichenau (Stand 9).

Der *Reichenau-Stand 9* entspricht einer Eisrandlage, die sich weniger klar definieren lässt als der Konstanz-Stand 10. In der Karte sind zwar die glazialen Relikte der äusseren Konstanzer Eisrandlage dargestellt, es wurde aber davon abgesehen, den Stand 9 nach aussen eindeutig abzugrenzen. Die Eisrandbildungen, die als Reichenau-Stand angesprochen werden, markieren gewissermassen den Abschluss der ausgeprägten Rückschmelzphase, die nach dem Stadium Stein am Rhein einsetzte und vergleichsweise wenig Spuren hinterliess. In den Zungenbecken des Vorlandgletschers bildeten sich nach dem Abschmelzen vom innern Stand 8 des Stadiums Stein am Rhein zahlreiche *Moränen- und Eisstauseen*, so etwa im Thursystem (MÜLLER, 1979; KRAYSS & KELLER, 1994), am westlichen Bodensee (SCHREINER, 1974; KELLER, 1994) und im Schussental (KELLER & KRAYSS, 1988).

Zu Vorgängen, die das Relief stark veränderten, kam es im *Thurtal östlich Wil*. Dort hielt sich in der Rückschmelzphase nach dem Stand 8 längere Zeit ein Eisstausee auf dem Niveau 555 m, der westwärts ins Tösstal abfloss (KRAYSS & KELLER, 1994, Abb. 16). Als die stauende Eisfront auf eine Position nördlich Niederbüren (734/260) zurückgeschmolzen war, tiefte sich – vermutlich als Folge eines *Seeausbruchs* – die Rinne von Halden (734/262) nach Schönenberg (732/265) ein, die noch heute von der Thur benützt wird. Dem Eisrand der Thurzunge folgend, fand das neue Abflusssystem seine Fortsetzung über die Rinne von Mettlen (727/266) zum damaligen Thursee bei Amlikon (722/270). Das rasche Absinken des Wiler Thurtalsees vom Niveau 555 m auf 515 m begünstigte die Ausbildung einer Rinne vom Sittertal her über Hauptwil (737/260) zu einem Delta bei Niederbüren (734/259) (HIPPEL, 1986). Dieses neue Randtal wurde sowohl von der Sitter als auch von den Schmelz-

wässern durchflossen, die den südlichen Gletscherrand über das Drumlinplateau von Wittenbach (746/259) entwässerten.

Mit Seeausbrüchen hängt vermutlich auch die Ausbildung der *Abflussrinnen westlich des Schussentals* zusammen. Der Aulendorfer See, der sich noch im Stadium Stein am Rhein gebildet hatte, entwässerte solange auf einem Niveau um 555 m über das Risttal zur Donau, bis die rückschmelzende Eisfront südwestlich Ravensburg einen tieferliegenden Abflussweg nach Westen zum Überlinger See freigab. Die neue Rinne leitete die Fluten über Rolgenmoos (755/293) ins Rotachtal, von wo aus sie ins Tal der Deggenhauser Aach überflossen. Bei Stefansfeld (739/292) erreichte der Strom den Eisstausee im Linzgau, wo er auf einem Niveau um 445 m ein Delta aufbaute. Eine gewundene Talung führte das Wasser schliesslich durch das Drumlinsfeld von Deisendorf (733/292) zum Überlinger See, welcher, ausgewiesen durch das Delta von Nussdorf (732/291), ein Niveau um 420 m aufwies (Abb. 2). Diesem Seespiegel entsprechend erfolgte der Abfluss noch über Stahrigen (715/294) zum Untersee.

Im Zusammenhang mit der Absenkung des Schussental-Sees auf ein Niveau um 510 m im Stand 9 steht auch die Eintiefung der Rinne von Kemmerlang (764/290) nach Ravensburg, welche die Schmelzwässer vom *Nordstrand* des Gletschers dem See zuführte. Die Abflusswege im äusseren Stand des Eisrandkomplexes Konstanz lassen sich zwischen Wangen und dem Schussental mangels eindeutiger Relikte nur schwer differenzieren. Im Gebiet von Wangen dürften die von DE JONG (1983) kartierten Schotterterrassen bei Maria Tann (783/282) und Deuchelried (781/285) dem Abflussniveau der Eisrandlage Reichenau zuzuordnen sein.

5. Das Konstanz-Stadium innerhalb der letzten Vorlandvergletscherung

Wie der Titel dieser Arbeit anzeigt, gehört das Konstanz-Stadium des Rheingletschers zum Vereisungszyklus des Oberen Würm, der in den Zeitraum von 25 000 J.v.h. bis 10 000 J.v.h. (^{14}C) gestellt wird. Die den Jahreszahlen beigefügte Klammer (^{14}C) bedeutet, dass es sich bei dieser Zählung um die radiometrisch ermittelte Zeit handelt, die von der siderischen Zeit, ausgedrückt in Kalenderjahren, in unterschiedlichem Masse abweichen kann.

Die Autoren haben den Aufbau und Verfall des Rhein/Linth-Gletschersystems im Oberen Würm nach 4 *Hauptphasen* gegliedert (KELLER & KRAYSS, 1993, Fig. 10):

- | |
|--|
| A. Vorstoss in die Vorlandbecken |
| 25 000 – 22 000 J.v.h. (^{14}C) |
| B. Aufbau der Vorlandvergletscherung |
| 22 000 – 19 000 J.v.h. (^{14}C) |
| C. Eishochstände Max. – Stein am Rhein |
| 19 000 – 15 500 J.v.h. (^{14}C) |
| D. Rückschmelzen in den |
| Vorlandbecken und Auslasstätern |
| 15 500 – 13 500 J.v.h. (^{14}C) |

Der Platz, der dem Konstanz-Stadium innerhalb dieser Gliederung zuzuweisen ist, liegt in der Hauptphase D. Offen ist aber noch immer eine genauere *chronologische Einstufung*. Die Autoren versahen erstmals (KELLER & KRAYSS, 1987) den Konstanz-Eisrandkomplex mit der Zeitmarke 15 000 J.v.h. (^{14}C). Sie stützten sich dabei auf die Befunde von LISTER et al. (1984), wonach der Linthgletscher im Becken des Zürichsees um 15 000 J.v.h. (^{14}C) bei Hurden im Obersee stand. Problematisch bleibt dabei die zeitliche Gleichsetzung der Eisrandlage Hurden mit dem Konstanz-Stand.

DE GRAAFF & DE JONG (im Druck) stellen neuerdings versuchsweise ihren *Recessional complex III*, der dem Konstanz-Stadium entsprechen dürfte, in die Zeit

zwischen 14 500 und 13 800 J.v.h. (^{14}C). Als Beleg dient ihnen eine Datierung, die GEYH & SCHREINER (1984) an einem Knochenbruchstück vornahmen, das allerdings bereits 80 Jahre in einer Sammlung gelegen hatte. Der Knochen stammte aus der Kiesgrube Hinterhausen (733/281) im Endmoränenwall des Konstanz-Standes 10 und ergab ein Alter von $14\,100 \pm 115$ J.v.h. (^{14}C). Für ein jüngeres Alter gemäss DE GRAAFF & DE JONG spricht die im Bodenseeraum bisher früheste Datierung an organischem Material mit $13\,335 \pm 185$ J.v.h. (^{14}C) (MERKT & MÜLLER, 1978). Sie wurde an der Lokalität Schleinsee (765/276) gewonnen, die wenige Kilometer intern des Konstanz-Eisrandes liegt. Gegenargumente wiederum liefern die Datierungen aus dem Moor Mariagrün bei Feldkirch (763/233), welche mit $14\,265 \pm 165$ und $13\,050 \pm 160$ J.v.h. (^{14}C) auf ein frühes Eisfreiwerden des randalpinen Gebiets hinweisen (CHÉDEL, 1986).

Für glaziologische Überlegungen von Bedeutung ist die Stellung des Konstanz-Stadiums innerhalb der *Rückschmelzprozesse seit dem Maximalstand*. Wie das Profil (Abb. 3) durch die während der letzten Eiszeit im Bodenseebecken deponierten Eismassen zeigt, waren diese im Konstanz-Stadium bereits in hohem Masse zusammengeschmolzen. Mit einer Fläche von 1125 km^2 erreichte der Konstanzer Vorlandgletscher noch 20% der Ausdehnung von 5620 km^2 im Maximalstand (Abb. 1). Volumenmässig wirkten sich die Abschmelzprozesse im Alpenvorland noch massiver aus. Einer Eismasse von 1915 km^3 im Maximalstand steht ein Volumen von 315 km^3 oder 16% im Konstanz-Stand entgegen. Dies entspricht einem Abschmelzbetrag von 1600 km^3 Eis und einem Höhenverlust von rund 400 m im Zentralbereich des Vorlandgletschers (Abb. 3). Dabei erniedrigte sich die mittlere Eisdicke der Vorlandvereisung von rund 340 m im Würmmaximum auf 280 m im Konstanz-Stand.

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass die Abschmelzprozesse bereits vor dem Konstanz-Stadium den Vorlandgletscher sehr stark reduziert hatten. Bewirkt wurde dieser Eisabbau von der Klimaverbesserung am Übergang vom Hochglazial zum Spätglazial. Den ansteigenden Temperaturen entspricht die *zunehmende Höhenlage der Schneegrenze* im Eisstromnetz und in den benachbarten Lokalgletscher-Systemen. In KELLER & KRAYSS, 1993, Fig. 8) wurde versucht, Schneegrenzen verschiedener Stadien aufgrund der hypsographischen Verhältnisse im Eisstromnetz und der Flächenteilungsmethode zu ermitteln. Aus der hypsographischen Kurve für das Konstanz-Stadium ergab sich eine *Gleichgewichtslinie (= Schneegrenze) um 1500 m ü.M.* auf dem Eisstromnetz. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Höhenlage der alpeninternen Eisoberfläche auf Schätzungen beruhte und die Gültigkeit der Flächenteilungsmethode an einem rückschmelzenden Eisstromnetz in Frage steht.

Die bereits erwähnten neueren Untersuchungen der Autoren lieferten Befunde, wonach in Mittelbünden *Ausschmelzprozesse* am Rande eines noch sehr hoch liegenden Eisstromnetzes stattfanden. In die gleiche Richtung weisen auch die Untersuchungen von DE GRAAFF (1993) im vorarlbergischen Walgau. *Wann* diese Ausschmelzprozesse einsetzten und *welches Ausmass* sie vor und während dem Konstanz-Stadium erreichten, ist ein Hauptproblem der laufenden Untersuchungen im alpinen Rheingletschersystem. Genauere Aussagen über die Höhenlage der Schneegrenze im Konstanz-Stadium sowie über die entsprechenden Klimawerte werden dann möglich sein, wenn sich das zugehörige Eisstromnetz im Alpenraum als verlässlich rekonstruierbar erweist. Aufgrund solcher Daten sollte dann auch fundierter erklärt werden können, in welcher Weise das Konstanz-Stadium mit klimatischen Veränderungen lokalen, regionalen oder globalen Ausmasses zu verknüpfen ist.

Literaturverzeichnis

- ARMBRUSTER, L. (1951): Landschaftsgeschichte von Bodensee und Hegau; – Lindau.
- BRÄUHÄUSER, M. (1915): Erläuterungen zu Blatt Friedrichshafen–Oberteuringen. Nachdruck in: Erläuterungen zu Blatt 8322 Friedrichshafen; – Geol. Landesamt Baden-Württemberg (1976).
- CHÉDEL, M. (1986): Pollenanalytische und moorkundliche Untersuchungen am Flachmoor Mariagrün bei Feldkirch/Vorarlberg; Dipl. Arb. Geogr. Inst. der Univ. Zürich.
- GEYH, M.A. & SCHREINER, A. (1984): ^{14}C -Datierungen an Knochen- und Stosszahnfragmenten aus würmeiszeitlichen Ablagerungen im westlichen Rheingletschergebiet (Baden-Württemberg); Eiszeitalter und Gegenwart, 34, 155–161.
- GRAAFF, L.W.S. DE (1993): Das Quartär in Vorarlberg: Die eiszeitlichen Prozesse und die Morphostratigraphie der letzten Talvergletscherung; – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F. 75, 325–363.
- GRAAFF, L.W.S. & JONG, M.G.G. DE (im Druck): Notes on the Alpine Rhine Glacier and the Chronostratigraphy of the Upper Wurm; – Mededelingen Rijks Geologische Dienst, Haarlem.
- GRÜNVOGEL, E. (1951): Südoberschwäbische Glazialprobleme; Schrr VG Bodensee, 70.
- (1956): Die beiden Wangener (und die drei Tettlinger) Rückzugstände des Würmgletschers östlich der Schussensenke; – Schrr VG Bodensee, 74.
- HIPP, R.A. (1986): Zur Landschaftsgeschichte der Region Bischofszell. Eine glazialmorphologische Arbeit; – Mitt. thurg. naturf. Ges., 74, 3–117.
- (1986): Geologie und Landschaftsgeschichte des Hudelmoos und seiner näheren Umgebung; – Mitt. thurg. naturf. Ges., 51, 9–27.
- JONG, M.G.G. DE (1983): Quaternary deposits and landforms of the western Allgäu (Germany) and the deglaciation after the last major Pleistocene ice advance; – Dissertation. Publ. nr. 36 Fys. Geogr. & Bodemk. Lab., Univ. Amsterdam.
- JONG, M.G.G. DE; GRAAFF, L.W.S. DE & RUPKE, J. (im Druck); – Der Eisabbau im Vorderen Bregenzerwald und in Nachbargebieten (Vorarlberg, Österreich) nach dem letzteiszeitlichen Eishochstand; – Geol. Bundesanstalt, Wien.
- KELLER, O. (1988): Ältere spätwürmzeitliche Gletschervorstöße und Zerfall des Eisstromnetzes in den nördlichen Rhein-Alpen (Weissbad-Stadium/Bühl-Stadium); – Physische Geographie, 27A und 27B, 241 + 291 S., Zürich.
- (1994): Entstehung und Entwicklung des Bodensees. Ein geologischer Lebenslauf; – in: MAURER, H. (Hrsg.): Umweltwandel am Bodensee, St.Gallen.
- KELLER, O. & KRAYSS, E. (1982): Methoden zur Rekonstruktion eiszeitlicher Vorland- und Talgletscher; – Physische Geographie, 1, 127–136, Zürich.
- (1987): Die hochwürmzeitlichen Rückzugsphasen des Rhein-Vorlandgletschers und der erste alpine Eisrandkomplex im Spätglazial; – Geographica Helvetica, 1987 (2), 169–178.
- (1988): Eisrandkomplexe im nördlichen Bodenseeraum. Führer zur Quartärexkursion der Universitäten Stuttgart-Hohenheim und Zürich-Irchel; – Geogr. Inst. der Univ. Zürich, 22 S.
- (1991): Der Eisaufbau des Rhein-Linth-Gletschers im Oberen Würm: Ein Modell. Paläoklimaforschung, Bd. 1, 421–433. Akademie der Wissenschaften und Literatur, Mainz.
- (1993) The Rhine-Linth Glacier in the Upper Wurm: A model of the last Alpine Glaciation; – Quaternary International Vol. 18, 15–27, INQUA/Pergamon Press.
- KRAYSS, E. & KELLER, O. (1983): Die Bodensee-Vorlandvereisung während des Würm-Hochglazials; – Schrr VG Bodensee, 101, 113–129.
- (1994): Geologie und Landschaftsgeschichte des Murggebiets (Kanton Thurgau); – Mitt. thurg. naturf. Ges. 52, 7–39.
- MERKT, J. & MÜLLER, H. (1978): Paläolimnologie des Schleinsees; – in: SCHREINER, A.: Erläuterungen zu Blatt 8323 Tettang, Geol. Landesamt, Stuttgart.
- MÜLLER, E. (1979): Die Vergletscherung des Kantons Thurgau während den wichtigsten Phasen der letzten Eiszeit; – Mitt. thurg. naturf. Ges., 43, 48–72.
- LISTER, G. & KELTS, K. et al. (1984): Correlation of paleoclimatic record and lacustrine sediment sequences: ^{14}C -dating by AMS; – Nuclear Institute and Methods in Physics Research, B 5, 389–393.
- PENCK, A. (1902): Der Bodensee; – Vorträge des Ver. zur Verbreitung naturw. Kenntnisse, 42/6, Wien.

- PENCK, A. & BRÜCKNER, E. (1909): Die Alpen im Eiszeitalter (Band 2); – Tauchnitz, Leipzig.
- SCHMIDLE, W. (1914): Die diluviale Geologie der Bodenseegegend; – Westermann, Braunschweig, Berlin.
- (1942): Postglaziale Spiegelhöhen des Bodensees und der Vorstoss des Konstanzer Gletschers; – Schrr VG Bodensee, 68, 109–142.
- SCHMIDT, M. (1911): Rückzugsstadien der Würmvergletscherung im Argengebiet; – Schrr VG Bodensee, 40, 26–52.
- (1915): Die geologischen Verhältnisse des Oberamts Tettnang; – in: Beschreibung des Oberamts Tettnang, 57 S., Stuttgart.
- SCHREINER, A. (1974): Erläuterungen zur Geologischen Karte des Landkreises Konstanz mit Umgebung 1:50 000; – Geol. Landesamt Baden-Württemberg.