Martin Müller und Herbert Scholz

Neues zum Findling-Streufeld des Kempter Waldes im Allgäu

Kurzfassung

Eines der größten Findling-Streufelder des Alpenvorlandes, mit einer Fläche von 160,5 km², liegt im Bereich des Kempter Waldes im Allgäu, an der Nahtstelle zwischen dem Iller- und dem Lech-Wertach-Vorlandgletscher. Es besteht aus mehr als 2528 Einzelblöcken mit Durchmessern zwischen 0,5 und 25 m. Die Blöcke lassen sich vom NW-Hang des aus Konglomeraten der Unteren Süßwassermolasse (USM) aufgebauten Rottachberges in nördlicher Richtung über den Kempter Wald bis zum Haarberg südlich von Günzach verfolgen, über eine Entfernung von mehr als 25 km. Sein Westrand liegt bei Durach und Betzigau, seinen Ostrand markiert die Wertach.

Das gesamte Findling-Streufeld des Kempter Waldes wurde durch einen der beiden Autoren (Müller) kartiert. Jeder einzelne Findling wurde dabei erstmals exakt lokalisiert und seiner Größe sowie seines Materials nach klassifiziert. Die Blöcke, die größtenteils aus grobkörnigen Molassekonglomeraten der Kojenschichten (USM) bestehen, erreichen Durchmesser bis zu 25 m. Nur etwa 4% der Blöcke, allesamt von kleiner Größe, bestehen aus anderen Gesteinen, fast ausschließlich aus Flyschsandsteinen.

Die Findlinge sind sehr ungleichmäßig verteilt und bilden teilweise große Findlingsgruppen, die aus mehr als 100 Einzelblöcken bestehen können. Besonders hohe Blockdichten werden einerseits in jungen Erosionstälern erreicht, in denen sich die aus den Geschiebelehmen ausgespülten Blöcke angereichert haben. Andererseits häufen sich Findlinge auch auf Rückzugsmoränen, wo sie streifenförmig angeordnet sind. Massive anthropogene Veränderungen der Findlingsdichte ließen sich vor allem für kleine Blöcke im Bereich landwirtschaftlicher Nutzflächen nachweisen.

Das gesamte Findling-Streufeld des Kempter Waldes ist vom Ostrand des Iller-Vorlandgletschers abzuleiten. Seine ältesten Teile am Haarberg sind während der würmglazialen Maximalstände entstanden, seine jüngsten Abschnitte am Fuße des Rottachberges, stammen aus dem ausgehenden Würm-Hochglazial. Während des Rückschmelzens des Eises kam es offensichtlich zu Wiedervorstößen des östlichen Iller-Vorlandgletschers (Wildpoldsrieder Lobus), wobei vom Rottachberg stammende Findlinge am Westrand des Kempter Waldes zwischen Sulzberg und Betzigau abgesetzt wurden. Weiterhin scheinen aber auch Gletscherzungen des Iller-Vorlandgletschers vom Rottachberg her über Bodelsberg und das Rottachtal bis nach Bachtels in nordöstlicher Richtung vorgedrungen zu sein (Rotwässerlezunge). Diese gleichfalls mit Konglomeratblöcken des Rottachberges beladenen Gletscherzungen drangen auf der Ostseite des Kempter

Anschrift des Verfassers:
StR Martin Müller, Institut für Geographie, Universitätsstr. 10, D-86159 Augsburg,
Prof. Dr. Herbert Scholz, Lehrstuhl für Ingenieurgeologie der Technischen Universität München, Arcisstr. 21, D-80290 München

Download unter www.biologiezentrum.at

Waldes über Görisried fast bis Kraftisried nach N vor. Das Vordringen von Zungen des Illergletschers in Bereiche, in denen vorher der Lech-Wertach-Vorlandgletscher gelegen hatte, ist aber nur möglich, wenn das Gebiet zwischen dem Kempter Wald und der Wertach zu diesem Zeitpunkt schon weitgehend eisfrei war.

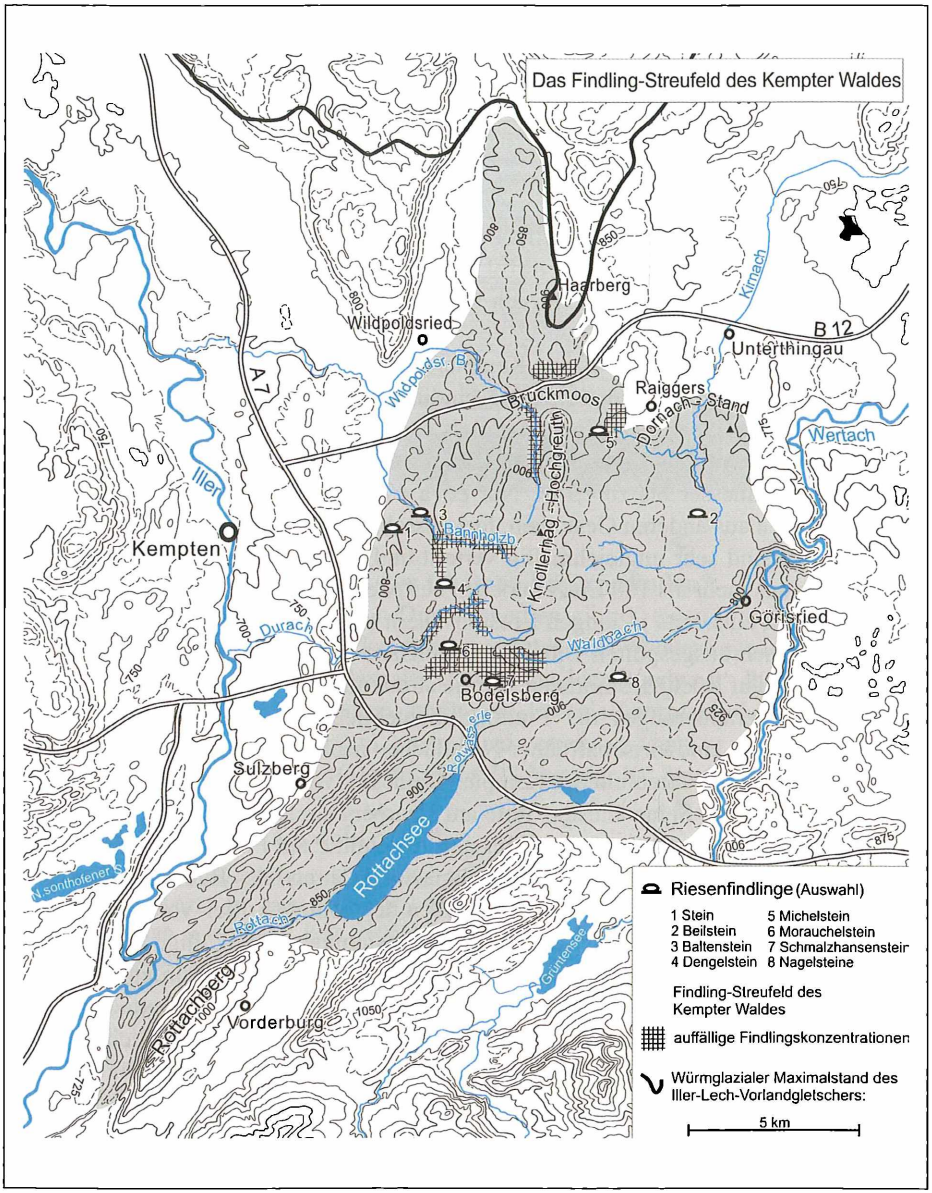


Abb. 1: Überblick über das Findlings-Streufeld im Kempter Wald
[Overview of the dispersion field in the area of the Kempter Wald]

[Origin and distribution of glacial erratics in the area of the Kempter Wald]

Abstract

One of the most extended dispersions of glacial erratics is situated in the area of the Kempter Wald in the Allgäu along the former contact line of piedmont glaciers using the adjacent valleys of the Iller and Lech rivers. Consisting out of more than 2528 erratics of between 0.5 and 25 meters in diameter, the dispersion field covers about 160,5 km^2 and extends more than 25 kilometers, from the foot of the Rottachberg to the Haarberg just south of Günzach.

The entire dispersion field was mapped by one of the authors (Müller) with respect to the erratic's location, size and material. The vast majority of the dispersion's erratics are composed of Molasse conglomerates of the Kojenschichten (USM). Only about 4% of the boulders consist of different rocks – almost exclusively of flysch sandstone. The individual boulders are distributed irregularly, while at times forming large groups of more than 100 erratics. On the one hand, erratics have accumulated at the bottom of erosive valleys after having been washed out of boulder clays. On the other hand, they are also concentrated on recessional moraines, forming bands of supraglacial deposits.

The entire dispersion of glacial erratics originated from the eastern side of the Iller piedmont glacier. Its oldest parts at the Haarberg were formed during the maximum advances of the Würm glaciation, its youngest parts at the foot of the Rottachberg during the end of the Würm glacial period. Towards the end of the Würm glaciations, the receding Iller Piedmont Glacier seems to have re-advanced, thus depositing the erratics on the western side of the Kempter Wald between Sulzberg and Betzigau. Simultaneously, its most eastern components seem to have advanced via Bodelsberg, the Rottach valley to Bachtels (Rotwässerlezunge). Laden with Molasse conglomerates from the Rottachberg, this glacier tongue amalgamated with the Wertach glacier and advanced north until Kraftisried. However, this intrusion of the Iller Piedmont Glacier into the area formerly occupied by the Lech-Wertach Piedmont Glacier was only possible after it had been cleared by the latter before.

1. Einführung

In den ehemals vom Eis des Iller-Vorlandgletschers bedeckten Gebieten des Allgäuer Alpenvorlandes finden sich zahlreiche Geschiebe unterschiedlicher Größe. Großgeschiebe mit Durchmessern bis wenigen Metern kommen als Bestandteile von Geschiebemergeln („Grundmoränen", lodgement tills) vor und werden bisweilen bei Tiefbaumaßnahmen entdeckt und meist in der Nähe ihres Fundortes bei der Gestaltung von Anlagen und Gärten verwendet. Viele und besonders große Geschiebe des Supraglacial Tills liegen hingegen der Erdoberfläche auf und werden als Findlinge, Irrblöcke, erratische Blöcke oder Erratica bezeichnet (MULLER IN EVENSON 1983). Die Diskussion über deren Entstehung und Herkunft war schon zu Beginn der geologischen Erforschung Mitteleuropas in der 2. Hälfte des 18. Jh. sehr ausgeprägt.

Im Oberallgäu sind die hier meist aus Molassekonglomeraten bestehenden Findlinge sehr ungleichmäßig verteilt und treten in gewissen Gegenden gehäuft auf. Vielfach sind Findlingsgruppen oder Findlingsfelder mit eng beieinander liegenden Blöcken bekannt, die der von den Gletschern überformten Landschaft aufliegen. Vereinzelt sind

 Download unter www.biologiezentrum.at

riesenhafte erratische Blöcke zu finden, die Durchmesser von 10 m bis 25 m erreichen können. Diese Riesenblöcke haben oft Namen, wie der auf Wiesen nördlich von Ermengerst liegende „Rabenstein" oder der „Dengelstein" mitten im Kempter Wald. Die Lage vieler heute an der Erdoberfläche sichtbarer Findlinge ist offensichtlich durch erosive Prozesse und/oder Hangbewegungen verändert worden; eine Reihe von ihnen scheint überhaupt erst durch Erosion ans Tageslicht gekommen zu sein. Andere Großgeschiebe liegen vermutlich heute noch so da, wie sie vom Gletschereis ursprünglich einmal abgesetzt worden sind. Die Findlinge, die zu dieser zweiten Gruppe gehören, sind in ihren basalen Partien gewöhnlich zum Teil im Untergrund verborgen, wo sie in „Ausschmelzmoränen" (ablation oder melt-out tills) eingebettet sind (SHAW IN EVENSON et al. 1983: 5), die die „Belastungsmoränen" (lodgement tills) in unterschiedlichen Mächtigkeiten überlagern (SCHREINER 1992: 29).

Die meisten und größten Findlinge im Oberallgäu sind östlich der Iller zu finden, im Gebiet zwischen Rottachberg, Sulzberg und Wildpoldsried, zwischen dem Rottachspeicher bei Moosbach, Bodelsberg und Görisried sowie am Ostrand des Kempter Waldes zwischen Görisried und Kraftrisried. In dieser Arbeit werden sie zum Findling-Streufeld des Kempter Waldes zusammengefasst. Es dürfte sich um eines der größten Findling-Streufelder und um die höchste Konzentration von Riesenfindlingen des Alpenvorlandes handeln. Dieses Findling-Streufeld von insgesamt über 160 km^2 Fläche besteht heute aus mindestens 2528 sehr unregelmäßig verteilten Einzelblöcken unterschiedlichster Größe.

In tiefen Erosionstälern liegen mancherorts so viele Findlinge, dass hier nicht jeder Block einzeln kartiert werden konnte. An anderen Stellen sind sie aber auch weit verstreut und fehlen abschnittsweise völlig. Einige besonders große Blöcke sind schon auf den entsprechenden amtlichen Gradabteilungsblättern (TK 25) verzeichnet.

Die genaue Herkunft der Blöcke und die Gründe für ihre auffällig ungleichmäßige Verteilung, für die sowohl natürliche wie bisweilen auch anthropogene Ursachen in Frage kommen, sind bis heute nicht näher untersucht worden. Auch Entstehung und genaues Alter dieses riesigen Findling-Streufeldes sind bisher unbekannt. Einige Autoren haben sich jedoch schon mit Teilabschnitten der Findlingsverteilung beschäftigt. Zu nennen sind hierbei die amtlichen geologischen Karten (GK 25) der Blätter Nr. 8427 Immenstadt (Schwerd et al. 1983) und Nr. 8328 Nesselwang West (Schwerd 1983) und Nr. 8228 Wildpodsried (Frieling, in Vorbereitung), welche Findlinge mit Durchmessern ab 0,5 m verzeichnen. Weitere Teilabschnitte wurden bei Unterthingau (Scholz 1985) und in den geologischen Kartenbeilagen zu den Diplomarbeiten von Roppelt (1983) und Weiland (1988) bearbeitet.

Größere Bereiche der Verteilung betrachteten Oblinger (1975), der als erster einen umfassenderen Blick auf die Findlingsverteilung im Gebiet des Kempter Walds warf und Thomas Wasserab, der 1995 im Rahmen einer Ausstellung über „Die Eiszeit im Allgäu" im Naturkundemuseum im Zumsteinhaus (Kempten) eine grobe Übersichtskarte des gesamten Findling-Streufeldes im Maßstab 1 200 000 erstellte.

Auf Grundlage dieser Voruntersuchungen wurden die bisher nicht abgedeckten Bereiche (ca. 77 km^2) sowie die aussagekräftigen Randlagen im N des Findling-Streufeldes neu kartiert. Hierbei wurden die Findlinge genau lokalisiert (Ortslage und Höhenlage) und anhand ihres Gesteins und des geschätzten mittleren Durchmessers katalogisiert.

Bei der Erfassung der Findlinge wurde analog zu Schwerds Kartierung eine Mindestgröße von 0,5 m im Durchmesser angesetzt, wodurch sich die Daten beider Kartierungen verzerrungslos zusammenführen ließen.

2. Geologischer Rahmen

2.1 Molasse

Das Untersuchungsgebiet zwischen dem Rottachberg im S und dem nördlich des Bruckmooses bei Kraftisried gelegenen Klosterfrauenholz im N wird von Molassegesteinen unterlagert. Sie gehören im Nordteil der Vorlandmolasse an, südlich einer Linie, die vom Bachtelweiher am Ostrand von Kempten, am Knollerhag im Kempter Wald vorbei bis nach Wald nordöstlich von Görisried zieht, zählen sie zur Faltenmolasse. Im Bereich der Vorlandmolasse im N des Untersuchungsgebietes handelt es sich v.a. um Sandsteine und Mergel der Oberen Süßwassermolasse, die östlich der Iller keinerlei grobkörnige Einschaltungen enthalten. Im Bereich des aufgerichteten Südrandes der Vorlandmolasse treten glaukonitführende Feinsandsteine, feste fossilführende Grobsandsteine und Konglomerate der Oberen Meeresmolasse auf und sind beispielsweise im Betzigauer Bach unterhalb von Baltenstein aufgeschlossen. Jenseits der Südrandstörung, im Bereich der Hauchenbergschuppe, schließen sich feste Sandsteine und Mergel der unteren Süßwassermolasse an. Diese werden am Südrand der Hauchenbergschuppe von Mergeln und fossilführenden Sandsteinen der Oberen Meeresmolasse überlagert, in die stellenweise auch mittel- bis grobkörnige, teilweise Austern führende Konglomerate eingeschaltet sind. Noch weiter im S folgt die Rottenbucher Mulde, an dessen Nordrand neuerlich Sandsteine und Mergel der Unteren Süßwassermolasse auftreten. Nach S zu gehen sie allmählich in mächtige Konglomerat-Mergel-Wechselfolgen über, wobei Korngröße und Mächtigkeit der Konglomerate zum Hangenden hin stetig zunehmen (coarsening-upwards sequence), bis sie schließlich am 1116 m hohen Rottachberg-Gipfel (Falken) in schlecht sortierter, gröbstkörniger, proximaler Fazies („Hochgratfazies") der Hochgratschüttung ausgebildet sind (Scholz 2000).

Die Konglomeratfolgen am Rottachberg werden nach Schwerd et al. (1983) zu den untermiozänen Kojenschichten gerechnet, die sich mit Hilfe petrographischer Kriterien zweiteilen lassen. Die Konglomerate der Unteren Kojenschichten weisen nach Schiemenz (1960: 30) sowie Schwerd et al. (1983: 105) hohe Gehalte an Kalk-, Dolomit- und Hornsteinkomponenten sowie niedrige Gehalte an Flysch- und Kristallingeröllen in der Grobkiesfraktion auf (<1%). Die Oberen Kojenschichten, die den Gipfelbereich des Rottachberges aufbauen, sind dagegen vergleichsweise reich an Sandsteingeröllen aus dem Flysch (35%) und Kristallinkomponenten (Kristallin- und Quarzanteile >5%).

 Download unter www.biologiezentrum.at



Abb. 2: Typische Zusammensetzung des Kojenschichten-Konglomerats mit Geröllen im Zentimeterbereich [Molasse conglomerates of the Kojenschichten]

2.2 Quartär

Molassegesteine sind im Untersuchungsgebiet nur mancherorts direkt an der Erdoberfläche zu finden, da sie großflächig von teilweise sehr mächtigen quartären Ablagerungen überdeckt werden. Besonders hohe Quartärmächtigkeiten werden mit stellenweise mehr als 50 m im Gebiet des Kempter Waldes, einem breiten bis zu 941 m hoch aufsteigenden Höhenrücken, der das Illertal im W vom Wertachtal im E trennt, erreicht. Nach N zu verschmälert sich dieser Höhenzug und setzt sich im markanten Rücken der Hohen Schulter (941 m), jenseits des Bruckmooses im Klosterfrauenholz (910 m) und im Haarberg (913 m) fort. Nach S zu geht der Kempter Wald in die Höhen um Bodelsberg und Moosbach über. Der Kern des Höhenrückens des Kempter Walds wird vermutlich von einem Härtling gebildet, womöglich aus pleistozänen Konglomeraten, die weder im Kempter Wald selbst, noch im Bereich des Haarberges unter der mächtigen Decke aus Geschiebemergeln aufgeschlossen sind. In seiner nördlichen Fortsetzung, am Haarberg, kommen unter den würmglazialen Moränen lediglich ältere, mächtige Geschiebemergel heraus, die von HOFMANN et al. (1983) ins Rissglazial gestellt werden. Nach allgemeiner Auffassung, die u.a. von SIMON (1926), WEINHARDT (1973), HANTKE (1983) oder JERZ (1993) geteilt wird, stellt der First des Kempter Waldes und seine nördliche Fortsetzung die ehemalige Nahtstelle zwischen dem Lech-Wertach-Vorlandgletscher im E und dem Iller-Vorlandgletscher im W dar. Obwohl er sich fast 300 m über das Illertal bei Kempten erhebt, scheint der Kempter Wald einschließlich

der Hohen Schulter und dem Klosterfrauenholz während der Eishöchststände des Würm- und Rissglazials von Gletschereis bedeckt gewesen zu sein (SIMON 1926). Folgt man den Rekonstruktionsversuchen der Eishöhen von WEINHARDT (1973), so betrug die würmglaziale Eisüberdeckung im südlichen Teil des Kempter Waldes immerhin noch 100 bis 150 m. Während des Rückschmelzens der Vorlandgletscher im ausgehenden Hochglazial wurde zuerst das Klosterfrauenholz, bald aber auch die Hohe Schulter und der Kempter Wald vom Eis freigegeben.

Um die Verteilung der auf dem Blatt Nr. 8328 Nesselwang West vorkommenden Findlinge erklären zu können leitet SCHWERD (1983: 51) das im W des Kempter Waldes vorrückende Eis von einer Rottachzunge des östlichen Illergletschers ab, die sich im Gebiet des südlichen Kempter Waldes in nordöstlicher Richtung vorgeschoben haben muss. Die Existenz einer vom Eis des Illergletschers genährten Zunge wird nach SCHWERD (1983) auch durch die Geometrie zahlreicher Rückzugsmoränen auf Blatt Nesselwang West nahegelegt, die Loben einer von SW her kommenden Gletscherzunge nachzeichnen.

Die Eisrückzugsgeschichte lässt sich anhand zahlreicher Moränenwälle, Kamesterrassen, Schmelzwasserrinnen und Stauseesedimenten rekonstruieren, die sich an den Flanken und in der weiteren Umgebung des Kempter Waldes erhalten haben (ELLWANGER 1980, ROPPELT 1983, SCHWERD 1983, SCHOLZ 1985, WEILAND 1988). Die von ihren Maximalständen am Haarberg westlich von Reinhartsried in östlicher Richtung zurückschmelzende Friesenrieder Zunge des Lech-Wertach-Vorlandgletschers hat unmittelbar östlich von Reinhartsried sowie östlich des Kirnachtales deutliche Wallsysteme hinterlassen. Alle drei Wallsysteme laufen mehr oder weniger parallel, haben einen bogenförmigen Verlauf und lassen sich über mehr als 10 km Länge verfolgen. Der von zahlreichen Toteisstrukturen begleitete und aus vielen parallel laufenden Wällen aufgebaute Moränenstrang östlich der Kirnach ist der markantere und hat den Charakter einer „Inneren Jungendmoräne" Dieser ist zwischen Aitrang und Oberthingau parallel zum Kirnachtal verfolgbar. Das einige Kilometer weiter im W gelegene Wallsystem ist weit weniger markant, besteht aus parallel laufenden, abschnittsweise aber auch wirr angeordneten Moränenwällen und wird von auffällig vielen Toteisstrukturen begleitet. Es ist von Münzenried und Görwangs im N über Reinhartsried bis nach Raiggers im S verfolgbar. Südlich von Eichenschwang an der Wertach, bei Berleberg und in der Umgebung des Notzenweihers, wird die Fortsetzung der beiden parallel laufenden Wallsysteme nach S hin undeutlich.

3. Die Findlinge

3.1 Geometrie des Findling-Streufeldes vom Kempter Wald

Zum allergrößten Teil gehören die Findlinge im Oberallgäu zu einem weitläufigen, östlich der Iller gelegenen Findling-Streufeld, das sich vom Rottachberg im S über den Kempter Wald und sein östliches und nordöstliches Vorfeld bis hin zum Klosterfrauenholz und Haarberg im N verfolgen lässt. Dieses Findling-Streufeld, das insgesamt eine Fläche von ungefähr 160 km² bedeckt, ist auf folgenden sieben amtlichen topographischen Karten (TK 25) zu finden: 8128 Obergünzburg, 8227 Kempten i. Allgäu, 8228 Wildpoldsried, 8229 Marktoberdorf, 8327 Buchenberg, 8328 Nesselwang West und 8427 Immenstadt i. Allgäu.

Download unter www.biologiezentrum.at

Im Rahmen der Kartierung dieses Findling-Streufeldes durch einen der beiden Autoren (M. Müller) wurden insgesamt 2528 Findlinge erfasst. 957 von ihnen waren vorher schon durch SCHWERD (1983) auf Blatt Nesselwang West verzeichnet worden. Im Rahmen von geologischen Diplomarbeiten waren außerdem 49 durch WEILAND (1988), 44 von ROPPELT (1989), 87 durch Wasserrab (1999) und zusätzlich 32 auf einer geologischen Kartierungsübung (Scholz 1985) erfasst worden.
Schon die Übersichtskarte der Findlinge von OBLINGER (1975) sowie die oben erwähnte Zusammenstellung der Findlinge aus dem Jahre 1995 durch WASSERRAB (1999: 51) im Maßstab 1 200 000 haben gezeigt, dass das Findling-Streufeld des Kempter Waldes ein relativ scharf begrenztes Gebiet abdeckt, das sich zwischen dem Rottachberg bei Untermaiselstein und dem Haarberg bei Günzach sowie zwischen Görisried und Betzigau erstreckt. Die detailliertere und umfassende Findlingskartierung von MÜLLER (2007) konnte dies bestätigen.
Das Findling-Streufeld beginnt am Nordwesthang des Rottachberges oberhalb von Untermaiselstein und ist von hier aus in einem etwa 1 km breiten Streifen am Fuße des Rottachberges weiter in nordöstlicher Richtung verfolgbar, wo es sich zwischen Sulzberg, Moosbach und dem Fuß des Mittelberges bei Petersthal allmählich auf ca. 4 km verbreitert. In der Gegend von Bodelsberg erreicht das Findling-Streufeld den Kempter Wald und lässt sich einerseits über das Rottachtal und den südöstlichen Teil des Kempter Waldes bis über Görisried hinaus in die Gegend südwestlich von Oberthingau und südlich von Kraftisried nach Norden verfolgen. Im westlichen Teil des Kempter Waldes lässt sich das Findling-Streufeld bis zur B12 südöstlich von Wildpoldsried nachweisen. Seine Westgrenze folgt einer Linie, die von Sulzberg über das Allgäuer Kreuz an der A7 bei Durach, Hermannsberg, Wieseris und Leiterberg bei Betzigau nach Wolkenberg bei Wildpoldsried zieht.
Im SE und E wird es vom Mittelberg sowie vom Westrand des Taleinschnittes der Wertach bei Bachtel (SCHWERD 1983) und Wildberg begrenzt. Nordöstlich von Görisried finden sich einzelne Findlinge sogar am Westhang des Wertachtales selbst. Zwischen Hermannsberg bei Durach im W und Görisried im E erreicht das Findling-Streufeld eine Breite von 9,5 km. Südlich des Bruckmooses ist es noch etwas über 7 km breit, um sich nördlich davon abrupt zu verschmälern. Als kaum 1 km breiter Streifen zieht es über das Klosterfrauenholz weiter nach NNW. Die nördlichsten Findlinge, die noch zu diesem Findling-Streufeld gerechnet werden müssen, finden sich in der Höll und am Fuchsbau nordwestlich des Haarberges oberhalb von Günzach.

3.2 Klassifikation der Findlinge

Bei der Kartierung wurden nur Findlinge ab einer Mindestgröße von 0,5 m erfasst. Die größten Findlinge im Arbeitsgebiet, etwa der Dengelstein oder der Stein, weisen Durchmesser von bis zu 25 m auf. Anhand einer Schätzung der mittleren Durchmesser wurden die Findlinge in drei Größenklassen eingeteilt:

1. kleine Findlinge mit mittleren Durchmessern von 0,5 bis < 2 m.
2. große Findlinge mit mittleren Durchmessern von 2 bis < 5 m.
3. Riesenfindlinge mit mittleren Durchmessern von 5 bis < 15 m.
4. außergewöhnlich große Riesenfindlinge mit Durchmessern von 15 bis 25 m.

Die außergewöhnlich großen Riesenfindlinge wurden zudem vermessen. Neben der Lokalisierung mittels GPS und der Zuordnung in eine der vier Größenklassen wurden die Findlinge weiterhin auch hinsichtlich ihrer Höhenlage und ihrer Petrographie klassifiziert. Zudem wurde auch versucht zu klären, ob ihre heutige Lage primär oder anthropogen verändert ist.
Trotz der großen Mehrheit an kleinen (76%) und großen (21%) Findlingen sind es vor allem die Riesenfindlinge, welche die Landschaft und die Wahrnehmung der Menschen des Findlings-Streufeldes prägen. Die gewaltigsten Erratiker unter ihnen, mit Durchmessern von 15 bis an die 25 m, sind selbst auf gewöhnlichen topographischen Karten (TK25, TK50) verzeichnet. Einige haben Namen, beispielsweise „der Stein" beim Weiler Stein, der „Baltenstein" und der „Dengelstein" (= Denkelstein) nahe Betzigau, der „Morauchelstein" bei Bodelsberg sowie der „Beilstein" (= Beichelstein) bei Görisried. Namen haben allerdings auch einige der kleineren, frei auf Wiesen liegende und dadurch besonders ins Auge fallende Findlinge oder Findlingsgruppen, beispielsweise die „Nagelsteine" oder der „Schmalzhansenstein" zwischen Bodelsberg und Görisried. Einige der außergewöhnlich großen Riesenfindlinge, z.B. der „Dengelstein" (MERKT 1951: 94) oder „der Stein" bei Grünenbach im Westallgäu (CZYSZ et al. 1995: 175), der freilich nicht zum hier beschriebenen Findling-Streufeld zählt, waren zeitweise wohl als Kult- oder Thingplätze genutzt worden, und viele spielen, wie „Dengelstein", „Beilstein" oder „Baltenstein", auch in lokalen Sagen eine gewisse Rolle (ENDRÖS & WEITNAUER 1954: 85, 149, 183). Einer dieser besonders großen Erratiker, der „Baltenstein", trägt sogar Mauerreste einer mittelalterlichen Burg (Merkt 1951: 88). Auch Gerber und Schmalz (GERBER, E. & SCHMALZ, K.L. 1948: 12ff.) berichten von der Funktion von Findlingen als sagenumwobene Orte und Kultorte.

Namen, Lage und Größe außergewöhnlich großer Riesenfindlinge im Kempter Wald:

„**Stein**" beim Weiler Stein, UTM 32T 604920 E 5286021 N – in 4 Teile zerlegt, größter Teil ca. 25 x 20 x 11 m, ca. 3300 m³ (8580 t), ursprünglich wohl 11.000 t
„**Beilstein**" („Beichelstein") bei Görisried, UTM 32T 612091 E 5287120 N – 2 Steine, der größere ca. 20 x 15 x 11 m, ca. 1980 m³ (5148 t)
„**Baltenstein**" bei Betzigau, UTM 32T 605064 E 5286355 N – in 3 Teile zerlegt, ursprünglich wohl ca. 23 x 15 x 11 m, ca. 2277 m³ (5920 t)
„**Dengelstein**" („Denkelstein") bei Betzigau, UTM 32T 605492 E 5285061N, ca. 19 x 14 x 9 m groß, ca. 1436 m³ (3735 t)
„**Michelstein**" bei Raiggers, 32T 609837 E 5289844 N, ca. 14 x 10 x 6 m, ca. 504 m³ (1310 t), früher um ca. 250 m³ größer
„**Morauchelstein**" bei Bodelsberg, UTM 32T 605502 E 5283258 N, ca. 17 x 12 x 5 m, ca. 510 m³ (1326 t)
„**Schmalzhansenstein**" zw. Bodelsberg und Görisried UTM 32T 610924 E, ca. 10 x 6 x 4 m, ca. 144 m³ (374 t), früher bedeutend größer
„**Nagelsteine**" zw. Bodelsberg und Görisried UTM 32T 609503 E 5281810 N – 3 Steine, der größte ca. 9 x 6 x 4,5 m, ca. 146 m³ (379 t)

 Download unter www.biologiezentrum.at

Deutlich ersichtlich ist hierbei, dass der Dengelstein entgegen landläufiger Meinung nicht der größte Findling im Gebiet des Kempter Waldes ist!

Die Volumina der Riesenblöcke wurden entsprechend einer von SCHULZ (2003) vorgeschlagenen Methode näherungsweise berechnet, in dem aus den direkt gemessenen drei Hauptdurchmessern zunächst das Volumen eines Quaders ermittelt und anschließend mit 0,6 multipliziert wurde. Bei Findlingen bzw. Findlingsfragmenten, die eine Keilform besitzen (z.B. Morauchelstein), wurde das aus den drei Hauptdurchmessern berechnete Quadervolumen hingegen einfach halbiert. Das Gewicht der Blöcke ergab sich durch Multiplikation der jeweiligen Volumina mit 2,6, da die Konglomerate überwiegend aus Kalk-, Dolomit- und Quarzkomponenten bestehen. Dabei wurden deren durchschnittliches spezifisches Gewicht für diese Materialien etwas geringer angesetzt als die spezifischen Gewichte der Minerale Calcit (2,7 g/cm³), Dolomit (2,9 g/cm³) und Quarz (2,65 g/cm³), da die Gesteine eine geringe Porosität besitzen und die Verwitterung auch zu einer gewissen Reduktion des spezifischen Gewichtes führt.
Einige der Riesenfindlinge sind zerbrochen und entlang von Klüften oder Schichtfugen in einzelne Teile zerlegt worden. Dies gilt z.B. für den an der Hangschulter oberhalb des schluchtartig eingeschnittenen Bannholzbaches liegenden „Baltenstein", der sich in drei größere Fragmente zerlegt hat oder für den am Hang des Betzigauer Baches liegenden „Stein" beim Weiler Stein nahe Wieseris, der sich entlang von Schichtfugen sogar in vier teilweise einander überlagernde, riesige Blöcke aufgespalten hat. Das größte dieser Fragmente hat heute noch Abmessungen von ca. 25 x 11 x 9 m. Vor seiner Zerlegung dürfte es sich bei diesem Riesenblock vermutlich um den mit Abstand größten Findling dieses Findling-Streufeldes gehandelt haben, der ursprünglich ein Volumen von mehr als 4400 m³ und damit ein Gewicht von etwa 11 000 t besessen haben muss. Das Bersten dieser gewaltigen Blöcke dürfte natürliche Ursachen haben und auf postglaziale Hangbewegungen an den übersteilten Flanken der Erosionstäler zurückzuführen sein. Auch einige Findlingsgruppen, die der eiszeitlich geformten Landschaft aufliegen, dürften durch Zerlegung eines ursprünglich sehr großen Blockes entstanden sein, da glatte Bruchflächen auf benachbarten Findlingen aneinanderzupassen scheinen. Das gilt z.B. für den „Beilstein" oder „Beichelstein" bei Görisried, der aus zwei etwa 15 m voneinander entfernt liegenden Teilen besteht. Die Bildung dieses riesigen Doppelfindlings hat hier nichts mit einer nachträglichen Zerlegung durch Hangbewegungen zu tun. Er muss schon kurz vor oder während des Rückschmelzens der Gletscherzunge zerlegt worden sein, die ihn hierher transportiert und abgesetzt hat.

3.3 Die Herkunft der Blöcke

Die Findlingsblöcke im Oberallgäu bestehen zum allergrößten Teil aus stark verfestigten, calcitisch gebundenen, grobkörnigen Konglomeraten mit sandigen Zwickelfüllungen. Da die Konglomerate eine geringe Porosität aufweisen und zudem die Oberflächen eines Großteils ihrer Karbonatgerölle Drucklösungsnarben aufweisen, wie sie auf Komponenten quartärer Konglomerate nicht vorkommen, handelt es sich zweifelsfrei um Molassekonglomerate des Tertiärs. Bei den Findlingen mit Durchmessern von 0,5

bis 2 m treten neben Molassekonglomeraten auch sehr feste, bräunlichgraue, grobkörnige, quarz- und lithoklastenreiche Sandsteine geringer Maturität auf, bei denen es sich um Flyschsandsteine handelt, fast ausschließlich um grobkörnigen Reiselsberger Sandstein. Von 1359 durch MÜLLER (2007) aufgenommenen und kartierten Blöcken bestanden lediglich 55 aus Sandsteinen dieses Typs, also gerade einmal 4 %. Einen sehr kleinen Anteil haben auch Findlinge aus gelblichen, grobkörnigen Sandsteinen mit deutlichen Schrägsichtungsgefügen, die der Unteren Süßwassermolasse angehören. Im Bereich des kartierten Findling-Streufeldes im Kempter Wald fand sich nur ein einziger Findling dieses Typs (UTM 32T 607986 E 5289961 N). Gelegentlich können solche Sandsteine auch große, fossile Süßwasseronkoide enthalten, z.B. ein Findling im Bachtelbach in der Bachtelmühlsiedlung am Ostrand von Kempten (SCHOLZ 1984). Andere Gesteine, etwa Kalksteine oder Dolomite aus den Nördlichen Kalkalpen und den Helvetischen Bergen, quartäre Konglomerate oder – extrem selten – auch Kristallingesteine kommen, wenn überhaupt, nur als kleinere Geschiebe mit Durchmessern von weniger als 1,5 m vor. Sie werden zwar gelegentlich bei Baumaßnahmen aus Geschiebelehmen gegraben, konnten aber niemals als frei in der Landschaft liegende Blöcke beobachtet werden.

Blöcke mit Durchmessern von mehr als 2,5 m bestehen ausnahmslos aus grobkörnigen Molassekonglomeraten des Typs, wie sie in der Immenstädter Nagelfluhkette oder am Rottachberg vorkommen. Da sie ein buntes Kornspektrum aus unterschiedlich gefärbten Karbonat-, auffällig vielen Flyschsandstein- und Hornsteingeröllen enthalten, sind es zweifellos Konglomerate der Hochgratschüttung – auch diejenigen Blöcke, die nahe der Wertach liegen. In keinem der Konglomeratblöcke östlich der Iller wurden marine Fossilien wie etwa Austern entdeckt. Stellenweise führen die oft rötlich gefärbten Konglomerat-Erratiker Komponenten mit mehr als 40 cm Durchmesser, z.B. der Beilstein bei Görisried. Diese Konglomerate müssen aus der Unteren Süßwassermolasse (USM) stammen, und zwar aus Bereichen, wo die gleichfalls nicht selten rötlich gefärbten Konglomerate in der besonders grobkörnigen, schlecht geschichteten „Hochgratfazies" ausgebildet sind. In diesen USM-Konglomeraten sind bisweilen weder eine Bankung noch eine schichtparallele Einregelung von länglichen Geröllen oder gar eine Imbrikation (Dachziegellagerung) erkennbar, wie sie für gewöhnliche Flusskiese typisch sind. USM-Konglomerate dieser proximalen Fazies, stehen beispielsweise in den Nordwänden der Hochgratkette oder am Rottachberg an (SCHWERD et al. 1983). Molassekonglomerat-Findlinge der karbonat- und dolomitreichen, kleingerölligen Nesselburgschüttung, die auffällig arm an Sandstein- und Hornsteingeröllen ist (SCHIEMENZ 1960, SCHOLZ 1984), wurden weder im Oberallgäu noch innerhalb des Findling-Streufeldes im und in der Umgebung des Kempter Waldes gefunden. Beispiele für Blöcke, die in typischer Weise die proximale Fazies der Hochgrat-Schüttung repräsentieren, sind die Findlinge UTM 32T 609426 E 5291108 N und UTM 32T 608500 E 5287146 N.

Woher stammen diese Konglomeratblöcke aber genau? Grundsätzlich hätten dem Illergletscher Konglomeratblöcke dieses Typs durch Gletscherströme aus dem Gunzesrieder Tal zugeführt werden können. Er hätte diese auch direkt im Gebiet des Mittags und des Immenstädter Horns aufnehmen können. Man muss aber annehmen, dass Material, das am Westrand eines derart großen Gletscherstromes erodiert wurde – der Illergletscher hatte beim Verlassen der Alpen im Gebiet zwischen Sonthofen und Immenstadt

 Download unter www.biologiezentrum.at

eine Breite von mehreren Kilometern – im Alpenvorland nicht an seinem Ostrand abgelagert werden konnte. Gletscherströme überkreuzen sich nicht; folglich ist ein Eistransport von Blöcken aus dem Gebiet der Immenstädter Nagelfluhberge in Kempter Wald auszuschließen.

Die am Ostrand des Iller-Vorlandgletschers im Gebiet des Kempter Waldes abgesetzten Findlinge müssen östlich der Iller vom Illergletscher aufgenommen worden sein. Grobe USM-Konglomerate der Hochgratschüttung des Typs, wie sie als Konglomeratfindlinge verbreitet sind, findet man am Nordhang des Grünten, am Rottachberg und im Illertal zwischen Greggenhofen und Immenstadt (Greggenhofener Höhenrücken). Der Grünten-Nordhang scheidet schon deshalb als Liefergebiet aus, da ein Gletscherstrom, der vom Illergletscher in nordöstlicher Richtung abgezweigt und über Rettenberg am Nordhang des Grünten vorbei Richtung Vorderburg, Petersthal und Oy abgeflossen ist, schon aus rein geometrischen Gründen keine Chance gehabt hätte, den Kempter Wald mit Findlingen zu versorgen. Es bleibt also das Gebiet des Rottachberges und des Greggenhofener Höhenrückens als Liefergebiet übrig. Eine Herkunft der Blöcke von dort wird letztlich auch dadurch wahrscheinlich, dass sich das Findling-Streufeld des Kempter Waldes lückenlos nach S zu in einem sich verjüngenden Streifen bis zum sehr steilen Nordwesthang des Rottachberges hin verfolgen lässt. Hier geht dieses Findlingsfeld fließend in Blockschuttfelder mit riesigen Sturzblöcken über, die unter den Konglomeratwänden des Rottachberges liegen.

Da die Großgeschiebe also von Molassekonglomeraten des Rottachberges abgeleitet werden müssen, sollten sie nicht nur faziell sondern auch geröllpetrographisch mit den Konglomeraten der hier anstehenden untermiozänen (aquitanen) Kojenschichten der USM identisch sein. Da der Großteil der den Rottachberg aufbauenden Konglomerate nach der geologischen Karte von SCHWERD et al. (1983) den Oberen Kojenschichten angehört, die sich nach SCHIEMENZ (1960: 30) durch einen auffällig hohen Anteil von Flyschsandstein- und Kristallingeröllen auszeichnen, müssten auch die Findlinge des Kempter Waldes einen vergleichbar hohen Kristallingehalt besitzen. Die Kristallinkomponenten lassen sich in den meisten Konglomerat-Findlingen jedoch nur mit Schwierigkeiten erkennen. Auf ihren stark angewitterten, oft von Kalkkrusten und Flechten überzogenen Oberflächen sind Hornsteingerölle gut, Kalk- und Sandsteinkomponenten leidlich aber Kristallingerölle so gut wie gar nicht zu erkennen. Nur auf wenigen relativ frischen Bruchflächen oder günstig angewitterten oder verkarsteten Oberflächen ist eine Identifikation fast aller Komponenten möglich.

Immerhin lässt sich so viel sagen: Einige Großgeschiebe weisen tatsächlich relativ hohe Kristallingehalte auf und entstammen somit eindeutig den Oberen Kojenschichten. Hierzu gehören beispielsweise der „Beilstein" bei Görisried im Ostteil des Kempter Waldes sowie „der Stein" im Betzigauer Bach im westlichen Teil. Andere Findlinge scheinen hingegen, obwohl hier Flächen zu finden sind, die für eine Geröllanalyse geeignet erscheinen, extrem wenig Kristallingerölle zu enthalten. Hierzu gehören z.B. der „Baltenstein" oder der „Dengelstein", besonders aber der „Morauchelstein" im westlichen Kempter Wald, der für Geröllanalysen ideal angewitterte, verkarstete Oberflächen zeigt. Trotz intensiver Suche ließen sich am gesamten „Dengelstein" nur zwei Granitgneis- und zwei Quarzgerölle finden, am „Morauchelstein" nur zwei Gneisgerölle und am „Baltenstein" kein einziges. Da alle drei genannten Findlinge aber auf-

fällig hohe Gehalte an Hornsteingeröllen aufweisen, dürften sie den Unteren Kojenschichten zuzuordnen sein (SCHWERD et al. 1983). Für die allermeisten Findlinge steht allerdings aus den oben genannten Gründen eine eindeutige Zuordnung aus. Ein fehlender Nachweis von Kristallinkomponenten auf vielen angewitterten Oberflächen der Blöcke muss aber nicht unbedingt heißen, dass diese aus wirklich kristallinarmen Konglomeraten bestehen und damit nicht von den Oberen Kojenschichten abzuleiten wären. Auch auf den angewitterten Oberflächen der Konglomeratwände und Sturzblöcke am Südwesthang des Rottachberges gestaltete sich die Suche nach Kristallinkomponenten mitunter recht mühsam und zeitraubend.

3.4 Sekundäre aber natürliche Veränderungen der Blockkonzentration

Die genauere Betrachtung der Verteilungsmuster der Findlinge im Streufeld ergibt interessante Schlussfolgerungen. Primäre Ablagerungsformen müssen dafür von sekundären, postglazialen Formen unterschieden werden.

Einige auffällig hohe Blockkonzentrationen sind ganz offensichtlich an junge Täler gebunden. Entlang tief in glazigene Ablagerungen eingeschnittenen Erosionstälern des Wildpoldsrieder Baches, des Bannholzbaches, des Oberlaufes des Betzigauer Baches oder der Quellbäche der Durach treten Findlinge in hohen Konzentrationen auf. Hier liegen im Taltiefsten auf einer Länge von 100 m im Mittel 50 Findlinge. Wegen der hohen Blockkonzentration konnten die Findlinge hier nicht mehr einzeln kartiert werden. Dieses an diese Taleinschnitte gebundene massive Auftreten von Blöcken wird nirgends sonst im Gebiet des Findling-Streufeldes erreicht und hängt ganz offensichtlich mit dem spät- bis postglazialen Einschneiden dieser Fließgewässer zusammen. Dabei scheinen vor allem die ursprünglich völlig von Geschiebemergeln (lodgement till, „Grundmoräne") umgebenen kleinere Blöcke ausgespült und am Boden der Erosionstäler konzentriert worden zu sein.

Stellenweise sind auch an den Hängen oder am Grunde der Täler Riesengeschiebe zu finden, die ursprünglich wohl keine Bestandteile dieser blockreichen Geschiebemergel waren. Besonders im Bereich des Bannholzbaches lässt sich zeigen, dass die heute im Bach liegenden Riesengeschiebe zu einem auf der pleistozänen Landoberfläche liegenden Cluster von Riesenfindlingen gehören. Diese teilweise gewaltigen Blöcke scheinen bei der Eintiefung des Baches unterschnitten worden zu sein und sind wohl den Talhängen folgend sukzessive nach unten gesunken – sicherlich als Teil von Massenbewegungen. In diesen „Tobel" genannten, steilen Erosionseinschnitten lassen sich alle Stadien des Abgleitens dieser großen und Riesenfindlinge an den Talhängen beobachten. Einige gewaltige Blöcke liegen noch unmittelbar am Talrand und erheben sich hier noch deutlich über die pleistozäne Geländeoberfläche, (z.B. der Baltenstein), andere liegen an den Talflanken (z.B. der Stein bei Stein), während einige den Weg schon ganz nach unten geschafft haben und am Talgrund konzentriert sind, z.B. der „Durachstein" (UTM 32T 605777 E 5284218 N). Die Blockdichte in den erwähnten Findlings-Clustern stehen jedoch in keinem Verhältnis zu der zuvor erwähnten großen Konzentration kleiner Findlinge innerhalb der tief eingeschnittenen Tobel im mächtigen quartärem Moränenmaterial im westlichen Kempten Wald, welche zu großen Teilen aus dem Untergrund, womöglich gar aus überfahrenen, prä-würmglazialen Till-Komplexen stammen.

 Download unter www.biologiezentrum.at

Ein weiterer, schwer abzuschätzender Faktor, der den Konglomeratblöcken stark zugesetzt haben dürfte, ist die Verwitterung. Die Oberflächen der meisten Blöcke, die seit mehr als 15 000 Jahren auf der Geländeoberfläche gelegen haben, sind dadurch stellenweise mürbe geworben und zerfallen in Stücke. Gründe hierfür sind neben der Auflösung der karbonatischen Anteile durch das Regenwasser und dem Spaltenfrost vor allem die Wurzelsprengung der auf den Blöcken wachsenden Bäume und Sträucher. Der dadurch gelockerte Verwitterungsschutt ist teilweise heruntergefallen und hat sich zu Füßen großer Findlinge bisweilen schutthaldenartig angehäuft, die Teile der steilen Flanken verhüllen.
Die Oberflächen einiger dieser sehr karbonatreichen Konglomeratblöcke zeigen zudem deutliche Verkarstungserscheinungen. Das ist vor allem am „Morauchelstein" besonders auffällig, dessen vegetationsfreie, dachförmig geneigte Oberfläche von Kluftkarren und parallelen, dem Gefälle folgenden Rinnenkarren regelrecht zerfurcht ist. Einige dieser Karren sind Dezimeter breit und fast 1 m tief eingeschnitten, ähnlich den verkarsteten Oberflächen des Schrattenkalkes im Gottesackergebiet. Ansätze zur Verkarstung lassen sich auch bei einigen anderen, kleineren Konglomeratblöcken beobachten, besonders bei Blöcken, deren bisher im Boden steckende Unterseiten durch Baumaßnahmen freigelegt worden sind. Durch Verwitterung und Verkarstung dürften viele der größeren Blöcke seit ihrer Ablagerung an Volumen verloren haben. Vor allem kleinere Konglomeratblöcke könnten dadurch auch völlig entfestigt, zerfallen und schließlich spurlos verschwunden sein.

3.5 Anthropogene Veränderungen der Blockkonzentration

Innerhalb des Findling-Streufeldes sind häufig auffällige Sprünge in der Blockdichte festzustellen, die nicht mit natürlichen Ursachen erklärt werden können. Vor allem in der Nähe größerer Siedlungen oder in Gebieten, die schon lange landwirtschaftlich intensiv genutzt werden, etwa am Westrand des Findling-Streufeldes am Randes des Kempter Waldes, haben die in der Landschaft herumliegenden Blöcke sicherlich immer schon bei der Landnutzung gestört. Die Anlage von Feldern unter Ausnutzung schon ursprünglich findlingsfreier Räume hatte in Bereichen mit hohen Blockdichten wohl bald ihre Grenzen. Man muss davon ausgehen, dass immer wieder versucht worden ist, Blöcke zu entfernen oder zumindest zu verkleinern, um die landwirtschaftlichen Nutzflächen zu vergrößern. Dieses Bestreben ist so auch in Norddeutschland, Skandinavien oder in Island immer schon vorhanden gewesen. Nach Beobachtungen eines der Autoren (H. SCHOLZ) sind die ursprünglich von europäischen Siedlern in Südgrönland als Weideland genutzten Flächen schon von weitem daran zu erkennen, dass hier kaum erratische Blöcke liegen, ganz im Gegensatz zur den ursprünglich nicht genutzten Flächen in der unmittelbaren Umgebung.
Blöcke sind umso leichter zu entfernen, je kleiner sie sind. Entsprechend dürften vor allem viele kleinere Findlinge von ihrem ursprünglichen Ablagerungsort verschwunden sein. Das wird u.a. daran deutlich, dass sich kleinere Blöcke oft an Waldrändern, im Bereich von Hecken an Besitztumsgrenzen oder am Rande von Taleinschnitten häufen, während die angrenzenden Wiesen völlig frei von Findlingen sind. In all diesen Fällen ist die anthropogene Umlagerung von Blöcken augenscheinlich. Auch an Wegrändern oder an Stellen, wo kleine Waldwege enden, werden Findlinge heute noch gerne zusammen mit Bauschutt entsorgt.



Abb. 3: Anthropogen verfrachteter Findling an einem Abhang am Feldesrand. UTM 32T 3609525 5289094 [Anthropogenic alteration of glacial erratic´s location]



Abb. 4: Findling, zusammen mit anderem Schutt am Wegesrand entsorgt. UTM 32T 607261 5285125 [Glacial erratic disposed at road´s side]

Download unter www.biologiezentrum.at

Wurden die Findlinge erst vor Kurzem bewegt, so lassen sich sogar Schäden an der Vegetation beobachten. Weiterhin beweisen frische Bruchstellen und fehlender Flechtenbewuchs, dass die Findlinge von Menschen transportiert worden sind – mitunter so weit, dass deren Herkunft nicht mehr ohne weiteres ermittelt werden kann.
Kleine Findlinge mit Durchmessern von 0,5 bis 2 m stellen im gesamten Untersuchungsgebiet die deutliche Mehrheit (76,3%). Auf landwirtschaftlich genutzten Flächen fehlen kleine Findlinge dagegen fast völlig, auch in Gegenden, wo sich Blöcke unterschiedlichster Größe auffällig häufen. Im Gegensatz dazu sind große Findlinge im Wald wie auf benachbarten Wiesen gleich häufig anzutreffen. Diese auffälligen, offensichtlich von der Nutzung des Geländes abhängigen Unterschiede in der Findlingsverteilung sind nur durch anthropogene Veränderungen erklärbar. Befragte Bauern bestätigten, man habe die Findlinge seit jeher aus den Feldern geschleppt, vergraben und mitunter auch gesprengt.
Dementsprechend belegen die noch auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen verbliebenen Findlinge eine früher bedeutend höhere Blockdichte. So sind auf den Wiesen westlich des Kempter Waldes überproportional viele große, teilweise auch riesige Findlinge zu finden, während Blöcke von weniger als 2 m Durchmesser deutlich unterrepräsentiert sind. Die Vermutung liegt nahe, der Mensch habe die leichter zu entfernenden, kleinen Blöcke quantitativ entfernt und nur vor den allzu großen Exemplaren kapituliert. Ein in Schmalzhansenstein lebender Bauer konnte diese Überlegungen bestätigen. Die Wiesen in der Umgebung des Hofes, auf denen heute lediglich ein kleinerer und zwei größere Findlinge liegen, seien ursprünglich von Konglomeratblöcken geradezu übersät gewesen. Nach seinen Angaben sind sie alle gesprengt worden, um die Wiesen besser mähen zu können.
Auch eine unbekannte Anzahl großer Findlinge scheint spurlos verschwunden zu sein. Ohne technische Hilfsmittel waren größere Blöcke früher kaum zu bewegen. Man konnte aber versuchen sie allmählich zu verkleinern und auf diese Weise schließlich doch zu entfernen. Auch wenn Werkzeugspuren selten sind, so kann man gelegentlich an einzelnen großen Findlingen Bohrlöcher beobachten, z.B. am „Stein" bei Betzigau, UTM 32T 604920 E 5286021 N, am Findling UTM 32T 611560 5289307, am „Michelstein" bei Raiggers UTM 32T 609837 E 5289844 N, an dem ca. 250 m^3 anthropogen abgetragen wurden oder am „Schmalzhansenstein" bei Bodelsberg UTM 32T 610924 E 5282585. Nach Angaben des unmittelbar neben diesem Findling lebenden Bauern soll der heute nur mehr etwa 10 x 6 x 4 m große „Schmalzhansenstein" früher bedeutend größer gewesen sein. Das hier gebrochene Material soll zum Bau der Hausfundamente in der Nachbarschaft verwendet worden sein. Auch ein Bauer aus Trampoi unterhalb des Haarberges, im Gegensatz zum vorherigen Beispiel auf der westlichen Seite des Findlings-Streufelds gelegen, berichtet vom häufigen Verwenden der Findlinge für die Fundamente älterer Bauernhäuser wie das seine. Eine Nutzung von Findlingen als Baustein ist also ein weiterer Grund für das Verschwinden vieler Findlinge von den bewohnten Flächen des Findlings-Streufelds, auch wenn die nur schwer bearbeitbaren Konglomerate als Bausteine nie wirklich begehrt waren. Die hier geschilderten anthropogenen Beiträge zum Verschwinden der Findlinge sind auch in Norddeutschland nachweisbar, etwa für die Findlinge Rügens (Svenson 2005: 7, oder 27).



Abb. 5: Ausbruchstelle am Michelstein bei Berleberg mit Bohrloch neben dem Hammer. [Anthropogenic quarry niche with drill-hole next to hammer]

Ganz anders verhält sich das mit Großgeschieben, die aus Flysch- und Molassesandsteinen bestehen. Diese festen und relativ verwitterungsresistenten Sandsteinblöcke waren früher begehrte Bausteine. Viele dieser Sandsteinblöcke sind deutlich geschichtet und daher mit Hilfe von Keilen grundsätzlich spaltbar. Tatsächlich finden sich im Mauerwerk zahlreicher Burgen und Bauernhäuser des Oberallgäus Blöcke aus Flyschsandstein, die wegen ihrer abgerundeten Flanken ursprünglich Teile größerer Geschiebe gewesen sein müssen. Ein bevorzugter Abtransport von Blöcken dieses Typs und ihre Verwendung als Bausteine ist wahrscheinlich. Dementsprechend könnte der Anteil an Sandsteinfindlingen, der heute bei nur etwa 4% liegt, ursprünglich höher gewesen sein.

Auch das völlige Fehlen von größeren Kalksteinblöcken innerhalb des Findling-Streufeldes scheint anthropogen verursacht zu sein. Früher wurde an vielen Stellen im Allgäu Kalk gebrannt, vor allem in der Zeit zwischen dem 30-jährigen Krieg und dem frühen 20. Jahrhundert. Findlinge aus Kalkstein waren dabei für die Herstellung von Branntkalk sehr begehrt. Belegt ist dies beispielsweise für einen riesigen aus dem Rätikon stammenden Kalksteinfindling mit einem ursprünglichen Volumen von 3000 bis 4000 m³, der ehemals im Ellhofener Moos im Westallgäu lag. Er ist in einem regelrechten Steinbruch abgebaut, zu Branntkalk verarbeitet worden und bis auf spärliche Reste verschwunden (WASMUND 1929).

An anderen Stellen haben menschliche Aktivitäten aber auch zu einer sichtlichen Anreicherung von Findlingen in der Landschaft geführt. Vor allem durch den Straßenbau

Download unter www.biologiezentrum.at

und die rege Bautätigkeit in den Dörfern rund um den Kempter Wald sind viele Großgeschiebe ans Licht gekommen, die ursprünglich Bestandteil von Geschiebemergeln und im Untergrund verborgen waren. Heute liegen sie neben Einfahrten, in Privatgärten, in öffentlichen Anlagen oder werden u.a. zur Begrenzung von Parkplätzen und Wegen verwendet.
Irritierend ist freilich, dass man Findlinge zur Dekoration des Gartens auch kaufen kann und deshalb nicht jeder rundliche Konglomeratblock, der in einem Vorgarten liegt, unbedingt auch dort gefunden sein muss. Von den „echten" Findlingen unterscheiden sich die aus dem Untergrund gegrabenen Blöcke – wenigstens in den ersten Jahren noch – durch ihre frischen Oberflächen, den fehlenden Flechten- und Moosbewuchs und letztlich auch durch ihre verhältnismäßig kleinen Größen. Der größte im Untersuchungsgebiet durch eine Baumaßnahme ans Tageslicht geförderte Findling hat ein geschätztes Volumen von ca. 6 m³ bei einem Gewicht etwa 15 Tonnen (UTM 32T 607000 E 5289075 N). Auf manchen Allgäuer Baustellen kommen sogar wahre Giganten zum Vorschein. So soll etwa bei der Anlage eines Sportplatzes im Bereich der würmglazialen Endmoräne bei Seltmans im Weitnauer Tal ein Konglomeratblock mit angeblich 6 m Durchmesser entdeckt und gleich darauf gesprengt worden sein.



Abb. 6: Findlinge zwischen Leiterberg und Kaisermad. Hinweise auf ehemals vorhandene Findlinge auf den umgebenden, findlingsleeren Feldern.
UTM 32T 605223 5288444
[Anthropogenically dislocated glacial deposits]

3.6 Überlegungen zu Erosion, Transport und Ablagerung der Blöcke

Gletscher nehmen auf mehrere, grundsätzlich unterschiedliche Arten größere Mengen von Feststoffen auf: An ihrer Basis werden Fragmente der überfahrenen Festgesteine durch Detersion – die abschleifende Wirkung des Eises – gelöst, ins basale Gletschereis integriert und mitgeführt. Größere Blöcke lassen sich auch durch Detraktion (Exaration) aus dem Felsbett lösen – durch die ausbrechende Wirkung der Gletscherbasis. Dies wird vom Gletschereis v.a. dort bewirkt, wo der Druck abnimmt, etwa nach dem Überwinden von Hindernissen. Hier friert die Gletscherbasis stellenweise am Fels fest und belastet diese Abschnitte auf Zug. Da Festgesteine deutlich geringere Zug- als Druckfestigkeiten besitzen, öffnen sich Klüfte, schließlich werden Kluftkörper aus dem Untergrund gelöst und mitgezerrt. Wenn Gletscher gefrorene Lockergesteine überfahren, was vor allem bei Eisvorstößen häufig ist, kann die Gletscherbasis am Permafrost festfrieren und schließlich Schollen tief gefrorener Lockersedimente mitschleppen (SCHOLZ 1991). Auch hohe Porenwasserüberdrücke, die sich gelegentlich unter der Permafrostbasis aufbauen, können beim Lösen großer Permafrost-Schollen helfen. Schließlich können Feststoffe durch Lawinen, Steinschlag, Felsstürze, mit Muren und durch andere Arten von Hangbewegungen auf die Oberfläche der Gletscher gelangen, vor allem dann, wenn die Eisoberfläche von Bergen (Nunatakkern) überragt wird, deren Hänge ein für Hangbewegungen hinreichendes Gefälle besitzen (EHLERS 1994).

Riesige Deckgletscher, die Gebiete mit geringem Relief überdecken und nicht von Nunatakkern überragt werden, können eigentlich nur Felsblöcke liefern, die durch Exaration aus dem Untergrund gebrochen worden sind. Das gilt z.B. für den südöstlich der Eisscheide gelegenen Teil des Nordeuropäischen Inlandeises, der während der Eishöchststände in den Glazialen auch die nördlichen Teile Mitteleuropas bedeckte. Die Kristallinblöcke, die das Nordeuropäische Inlandeis aus Schweden und Südfinnland nach Norddeutschland verfrachtet hat, haben deshalb meist bescheidene Größen, die nur ausnahmsweise Durchmesser von mehr als 2 m erreichen. Großgeschiebe mit Durchmessern von mehreren Metern sind hingegen äußerst selten. Im Gegensatz hierzu enthält das selbst kartierte Gebiet, das mit nur ca. 77 km^2 weniger als die Hälfte des gesamten Findlings-Streufeld darstellt, schon eine große Anzahl (280 Stück) von großen Findlingen mit Durchmessern von 2 bis 5 m, außerdem noch mindestens 35 Riesenfindlinge, die Durchmesser bis zu 25 m aufweisen.

Der überwiegende Teil der großen Findlinge und Riesenfindlinge, bei denen es sich augenscheinlich um große Kluftkörper handelt, sollten deshalb eher mit Felsstürzen oder durch andere Arten von Hangbewegungen auf die Gletscher gelangt sein. Besonders große Findlinge und die mit diesen zusammen in den gleichen Findling-Teilfeldern konzentrierten kleineren Blöcke, scheinen somit auf der Oberfläche des Gletschers ins Alpenvorland transportiert worden zu sein. Dafür spricht auch, dass zumindest die großen Blöcke keine angeschliffenen Flächen zeigen. Bei kleinen, oftmals zugerundeten Blöcken sind hingegen geschliffene und oftmals deutlich gestriemte Oberflächen häufig zu beobachten, besonders bei solchen, die frisch aus den Geschiebemergeln (lodgement till) ausgegraben worden sind. Zumindest ein Teil der kleineren Findlinge scheint also im oder an der Basis der Gletscher transportiert worden zu sein (MULLER IN EVENSON et al. 2003).

Download unter www.biologiezentrum.at

Für einige Ansammlungen kleiner Findlinge könnte man eine Entstehung durch Detraktion und einen Transport an der Eisbasis in Erwägung ziehen. Das gilt vor allem für Findlinge, die auf den äußersten würmeiszeitlichen Randlagen an der Grenze zwischen Wildpoldsrieder und Friesenrieder Zunge im Gebiet des Klosterfrauenholzes und in der Umgebung des Haarberges konzentriert sind. Gegen ihre Entstehung als Sturzblöcke und ihren Transport auf der Gletscheroberfläche spricht allein schon die Tatsache, dass die Konglomeratblöcke im Bereich der Maximalstände in Höhen um 905 m liegen, also nur etwa 110 m niedriger als der Gipfel des Rottachberges (1116 m) selbst. Wenn man einen direkten Transport der Blöcke vom Rottachberg bis zum Frauenholz und Haarberg glaubhaft machen will, müsste man ein mittleres Eisgefälle von nur 8‰ annehmen, was mit den deutlich höheren Eisgefällen, die WEIHNHARDT (1973) oder ELLWANGER (1980) rekonstruiert haben, nur schlecht vereinbar ist. Der Karte von WEIHNHARDT (1973) sind hypothetische aber plausiblen Eishöhen zu entnehmen, die am Rottachberg zwischen 1200 und 1300 m liegen. Daraus folgt, dass der der Gipfel des Rottachberges während der würmglazialen Maximalstände noch von mindestens 150 m mächtigem Eis bedeckt gewesen sein müsste und in dieser Zeit unmöglich als Nunatak als Quelle für Sturzblöcke aus dem Eis herausgeschaut haben kann.

Auch eine Vorstellung eines präglazial bedeutend höheren Rottachbergs, der entgegen der soeben erläuterten Gründe sehr wohl als Nunatak Sturzblöcke auf die Eisoberfläche eingebracht haben könnte, muss nach Berechnungen der in der Findlingsverteilung abgelagerten Volumina verworfen werden: Das Volumen der kartierten Findlinge von ca. 50000 m^3 ist auch nach deutlichen Zuschlägen für verwitterte, im Untergrund versteckte und zuletzt auch anthropogen entfernte Blöcke viel zu gering, um sich den präglazialen Rottachberg entscheidend höher vorzustellen: Ein großzügig geschätztes Volumen von 110.000 m^3 hätte selbst bei einer Verortung entlang einer morphologisch gerade noch vorstellbaren Ansammlung entlang der Gipfelregion des Rottachberg auf einer Fläche von 100 m x 500 m nur eine 2,20 m dicke Schicht zur Folge. Und am mit ca. 20° einfallenden Schichtpaket ergäbe dies einen Höhengewinn von nur ca. 75 cm.

Um den Rottachberg während des Hochglazials zum Nunatak zu machen reicht das großzügig abgeschätzte Gesamtvolumen der Blöcke des Findling-Streuffeldes also bei weitem nicht aus, selbst wenn man es vervielfachen würde. Schließlich lag die Eisoberfläche im Bereich des Rottachberg während des Vereisungsmaximums 100 bis 150 m über seinem heutigen Gipfel von 1115 m Höhe (WEIHNHARDT 1973). Die Vorstellung des Rottachbergs als Nunatak während der Maximalstände der Würmeiszeit, als viele der Findlinge weit im Vorland abgelagert wurden, muss somit verworfen werden.

Die Voraussetzungen für größere Hangbewegungen an den W- und NW-Hängen des Rottachberges sind auf den ersten Blick nicht besonders günstig, da die Schichten in den Hang hinein einfallen, wie man der Karte von SCHWERD et al. (1983) entnehmen kann, also in östlicher bis südöstlicher Richtung. Das Ablösen und Abgleiten größerer Blöcke muss hier folglich an eine steil stehende, hangparallel einfallende Kluftschar gebunden sein, welche sich am Rottachberg auch tatsächlich nachweisen lässt (SCHOLZ 1984). Das Gleiten oder Stürzen größerer Blöcke könnte durch das Ausquetschen mergeliger Einschaltungen im Liegenden der mächtigen Konglomeratbänke ausgelöst

worden sein. Vielleicht sind diese Mergel zudem von eiszeitlichen Schmelzwasserbächen am Gletscherrand ausgeräumt worden, die die erosiven Bewegungen begünstigt haben.

Große Hangbewegungen sind aber nur bei einer kräftigen Absenkung des Eisspiegel denkbar, während dessen die höheren Abschnitte der übersteilten Bergflanken des Rottachbergs teilweise bloßgelegen haben müssen. Eine Absenkung des Eisspiegels am Rottachberg muss aber von einem kräftigen Rückschmelzen der Eisränder begleitet gewesen sein. Da in diesem Falle mit einem Zurückweichen der Eisränder um Kilometerbeträge zu rechnen ist, muss man annehmen, dass ein Großteil der heute von Findlingen bedeckten Gebiete im und in der Umgebung des Kempter Waldes zu dieser Zeit ebenfalls eisfrei gewesen sein müssen. Ein direkter Transport aller Blöcke des Findling-Streufeldes des Kempter Waldes in einem Zug vom Rottachberg an ihre heutigen Liegeplätze ist demnach äußerst unwahrscheinlich. Ein Großteil der Blöcke, die ursprünglich durch Hangbewegungen auf die Eisoberfläche gelangt sein müssen, scheint ursprünglich zunächst näher am Rottachberg abgesetzt worden zu sein. Höchstwahrscheinlich sind diese dort „geparkten" Findlinge erst bei einem Wiedervorstoß der Gletscherzungen erneut vom Eis aufgenommen und weiter nach N und NE transportiert worden.

Diese Überlegungen führen zu einem Modell, bei dem mit einem mehrfachen Vor- und Zurück der Gletscherzungen im Bereich des Findling-Streufeldes im Kempter Wald und dessen Umgebung zu rechnen ist. Beim kräftigen Absinken der Eisoberfläche könnten jeweils Hangbewegungen ausgelöst und die Gletscheroberfläche mit Blockmassen bestreut worden sein. Diese Blöcke sind sodann auf dem Gletscher wie auf einem Fließband zu den jeweiligen Zungenenden transportiert worden, wo sie sich anreicherten, wenn sich der Eisrand eine Zeit lang nicht wesentlich veränderte. Bei erneuten Eisvorstößen könnten die Blöcke von der Eisfront aufgenommen und an Stellen erneut abgelagert worden sein, wo die Vorlandgletscher ein neues Gleichgewicht erreichten, hier oft als streifenförmige Blockkonzentrationen oder auf der Oberfläche von Moränenwällen. Wenn die Eiszungen hingegen kontinuierlich zurückschmolzen und bei stetig absinkenden Gletscherrändern die Eisoberfläche am Rottachberg mit Blöcken versorgt werden konnte, wurden die Blöcke als unregelmäßige Blockstreu abgesetzt, wobei unscharf begrenzte Blockkonzentrationen einzelne Hangbewegungs- und Felssturzereignisse am Rottachberg widerspiegeln dürften.

Download unter www.biologiezentrum.at

4. Das Findling-Streufeld

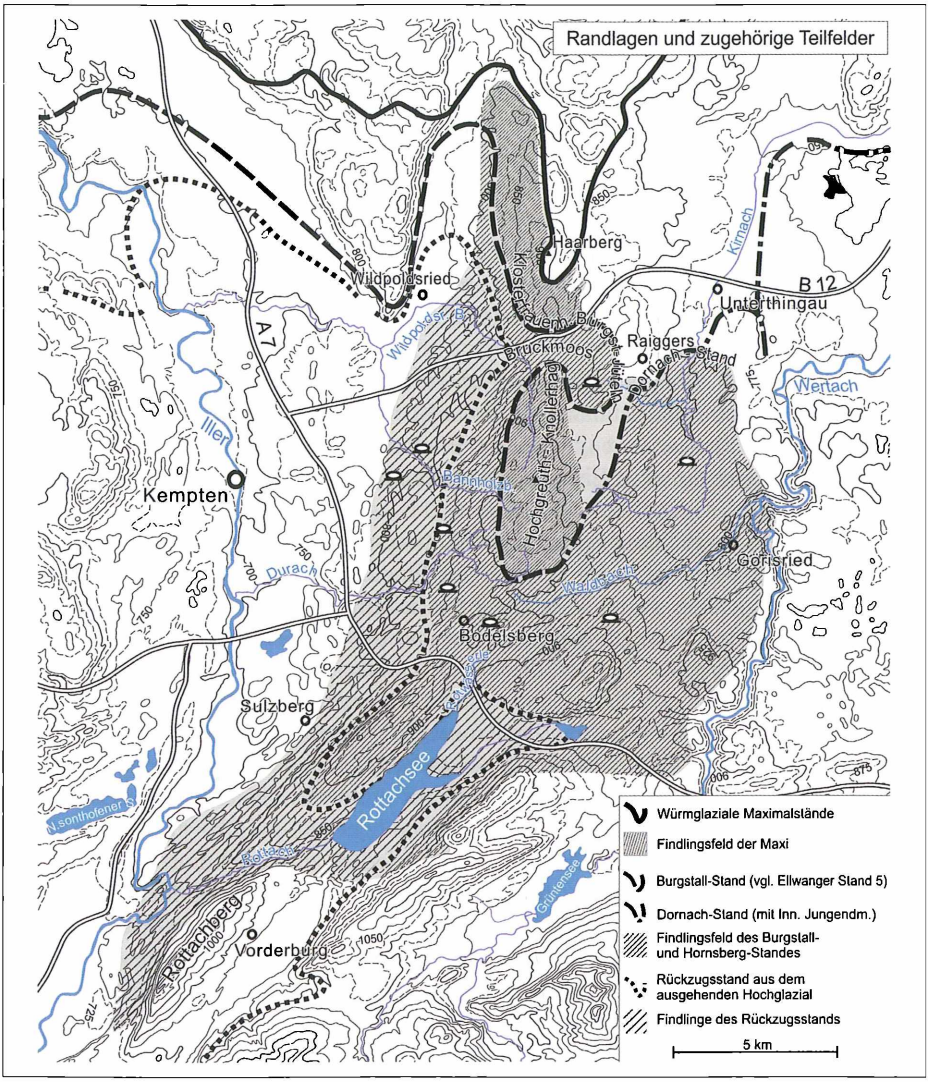


Abb. 7: Randlagen und zugehörige Teilfelder
[Different recessional moraines and their according dispersion fields of glacial erratcis]

4.1 Findlinge im Klosterfrauenholz

Der nördlichste Ausläufer des Kempter Waldes, der Höhenrücken der Hohen Schulter und der von Hochgreut, setzt sich nördlich des Bruckmooses und der B12 als markante, N-S-streichende und dicht bewaldete Höhe fort, deren höchste Punkte das Klosterfrauenholz (910 m) und der Haarberg (911 m) darstellen. Nach HOFMANN et al. (1983) handelt es sich im Kern um einen Altmoränenrücken, der während des Vereisungs-

maximums den Wildpoldsrieder Lobus des Iller-Vorlandgletschers im W vom Friesenrieder Lobus des Lech-Wertach-Vorlandgletschers im E trennte. Das Überdauern dieser älteren glazialen Ablagerungen wird von EBERL (1930: 26) auf die geringe Erosion an der Nahtstelle zwischen beiden großen Vorlandgletschern zurückgeführt. Im W, S und E werden Klosterfrauenholz und Haarberg von Moränenwällen der Maximalstände umkränzt, die abschnittsweise von zahlreichen Konglomerat-Erratikern bedeckt sind.

Auf Abschnitten dieser Eisrandablagerungen liegen die Blöcke dabei so dicht beieinander, dass hektargroße Bereiche mit Findlingen völlig übersät erscheinen. Abgesehen von den extrem hohen Blockkonzentrationen in Erosionstälern wird nirgends sonst im Untersuchungsgebiet eine so hohe Findlingsdichte erreicht wie im Findling-Teilfeld des Klosterfrauenholzes und im nördlich angrenzenden Oberen Holz (bis zu 30 Blöcke / ha), auch wenn diese Blöcke nicht besonders groß sind. Die meisten der vielen hundert Einzelblöcke sind kleine Findlinge mit Durchmessern von weniger als 1,5 m. Es gibt nur einige wenige, die größer sind, und einen einzigen mit etwas mehr als 5 m Durchmesser (UTM 32T 608970 E 5291287 N). Das Gebiet mit besonders hoher Findlingsdichte beginnt südlich des Ludersbühl im E des Klosterfrauenholzes in ca. 870 m Höhe und bedeckt zunächst nur die Ostseite des Höhenrückens. Die am höchsten liegenden Findlinge dieses Blockfeldes finden sich wenig unterhalb des höchsten Punktes bei etwa 905 m ü.NN. Von hier aus zieht das Blockfeld in einem mehrere hundert Meter breiten Streifen weiter in nördlicher Richtung, wo es im „Oberen Holz" und „In der Höll" die höchsten Teile des Rückens erreicht und bedeckt. Während die Ostseite des Höhenrückens am „Oberen Holz" frei von Findlingen ist, finden sich auf seiner Westflanke zahlreiche Blöcke. Am höchsten Punkt des Haarberges gibt es keine Findlinge; nur östlich und nordwestlich davon, im „Karleholz" und „Im Fuchsbau" lassen sich vereinzelte Blöcke nachweisen. Der Streifen mit der höchsten Findlingsdichte läuft jedoch nicht parallel zur Orientierung der Moränenwälle. Einzelne an den Flanken des Höhenrückens kartierbare Wälle sind im Bereich dieses Streifens von Findlingen völlig übersät. Die Fortsetzung dieser Wälle weiter im N oder S hingegen sind vollkommen frei von Blöcken.

Entsprechend der von WEINHARDT (1973), ELLWANGER (1980) oder ROPPELT (1983) für diese Gegend angenommen würmglazialen Maximalstände sind in jenen Bereichen des Höhenzuges Findlinge aufzufinden, die würmglazial von Eis bedeckt waren – „In der Höll" bis zu einer Höhe von 905 m. Erst der Haarberg-Gipfel selbst scheint in der Würmeiszeit eisfrei geblieben zu sein, wie auch die Findlingsverteilung anzeigt. Die Findlingsverteilung erscheint hier also der Würmeiszeit zu entstammen.

Die Blöcke sind hier im Gebiet der Maximalstände genau im Zwickel zwischen Lech-Wertach- und Iller-Vorlandgletscher konzentriert, kamen aber damals schon ganz offensichtlich vom Rottachberg. Das ist nur verständlich wenn man annimmt, dass das Gletschereis, das am Westhang des Rottachberges entlang floss, während der Eishöchststände über den Kempter Wald, genau an der Nahtstelle zwischen Friesenrieder und Wildpoldsrieder Lobus, zum Klosterfrauenholz und Haarberg gelangt ist. Bei absinkendem Eisspiegel scheint sich das vom Rottachberg her kommende Eis zunehmend an der Ostseite des Kempter Waldes entlang nach N bewegt und die Endmoränen am Klosterfrauenholz von E her erreicht zu haben, denn hier am Südosthang des Kloster-

 Download unter www.biologiezentrum.at

frauenholzes konzentrieren sich Findlinge auch in geringerer Höhenlage. Wie schon im Abschnitt 3.6 ausgeführt wurde, könnte es sich bei den hier vorkommenden durchwegs relativ kleinen Konglomeratblöcken um Material handeln, das an der Basis des Gletschereises am Rottachberg und am Greggenhofener Höhenrücken durch Exaration aufgenommen worden und in einem Zug hierher transportiert worden ist.

4.2 Findlinge des Burgstall-Jütelholz-Standes

Nach SE zu löst sich das Findling-Teilfeld von den Maximalstandsmoränen des Klosterfrauenholzes und setzt sich südlich der B12 in einem Streifen fort, der zunächst erkennbar einem E-W-orientierten Moränenwall folgt. Auf der anderen Seite des Reichenbach-Tales zieht das Findling-Teilfeld vom alten Burgstall von Schweinlang und Raiggers in zwei parallelen Streifen über das Jütelholz hinweg in südlicher Richtung und lässt sich – in mehrere Findlingsgruppen aufgelöst und nach S zu immer undeutlicher werdend – bis östlich des Notzenweihers weiter verfolgen. Auffällig ist die hohe Findlingsdichte im Bereich dieser Moränenwälle, die nur wenig hinter den Findlingskonzentrationen im Klosterfrauenholz zurückbleibt. Insbesondere im Jütelholz selbst und in den Wäldern unmittelbar südlich davon findet man bemerkenswert große Ansammlungen von Blöcken (bis zu 25 Blöcke/ha).

Da die Erratiker hier recht einheitlich in Höhen zwischen 860 bis 870 m auftreten, muss man von einem genetisch zusammengehörenden Findling-Teilfeld ausgehen. Der überwiegende Teil dieser streifenförmigen Findling-Teilfelder zeichnet deutliche Wallstrukturen nach oder ist zumindest parallel zu den Wallfirsten orientiert und markiert damit ganz offensichtlich Eisstände. Besonders eindrucksvoll ist das an den Moränenwällen beiderseits der Burgstall zu sehen, wo die mit Findlingen bedeckten Wälle einen weiten Bogen beschreiben. Diese Struktur spricht für eine vom Wildpoldsrieder Lobus über das Bruckmoos bis hin zum Jütelholz vorgestoßene Gletscherzunge. Das mit Spirken bestandene Hochmoor des Bruckmooses hat sich ganz offensichtlich in dem kleinen Zungenbecken dieses Teilgletschers entwickelt. Dieser Gletschervorstoß soll hier als „Burgstall-Jütelholz-Stand" bezeichnet werden. Da die streifenförmigen Blockkonzentrationen im Jütelholz markante, NE-streichende Wallsysteme in spitzem Winkel queren, sind wohl ältere Strukturen durch diesen Eisvorstoß überprägt worden. Diese Wälle hatte wohl ein anderer, von S her vorstoßender Teilgletscher während des Rückschmelzens hinterlassen – schon vor dem Vorrücken der Bruckmoos-Zunge zum Burgstall-Jütelholz-Stand.

4.3 Findlinge des Dornach-Standes

Das hier betrachtete Gebiet umfasst ein Teilfeld des großen Findling-Streufeldes im Kempter Wald, das östlich, südöstlich und südlich der höchsten Teile des Kempter Waldes am Knollerhag liegt. Im NE dieses Findling-Teilfeldes finden sich, entlang eines bogenförmig verlaufenden Moränensystems, das vom Berlebergholz bis zum Hornsberg zu verfolgen ist, sehr ausgeprägte Findlingskonzentrationen. Die Findlinge liegen am Scheitelpunkt dieses Moränenbogens (bei UTM 32T 611665 E 5290267 N) auf ca. 810 m Höhe und steigen nach S hin zum Berlebergholz und zum Hornsberg bis auf etwa 830 bis 840 m an. Dieser Moränenbogen, der einen der nordgerichteten Vorstöße der Rotwässerle-Waldbach-Zunge von Schwerd (1983: 57 f.) nachzeichnet, soll

entsprechend seiner Entwässerungsrinne als „Dornach-Stand" bezeichnet werden. Obwohl in der unmittelbar benachbarten Wertach selbst vor allem Molassesandsteine und kleingeröllige Kalk-Dolomit-Konglomerate der Nesselburgschüttung anstehen, bestehen die Findlinge auch hier – wie überall im Findling-Streufeld des Kempter Waldes – aus bunten Konglomeraten mit Kalk-, Dolomit-, Sand- und Hornsteingeröllen, die eindeutig der Hochgratschüttung zugerechnet werden müssen. Ihr einzig möglicher Ursprungsort stellen die Kojenschichten am Rottachberg dar.

Auch weiter im S sind Findlinge häufig bandförmig konzentriert und nicht selten an morphologisch auffällige Moränenrücken gebunden, wie zwischen Reigermoos und Dornachmoos auf etwa 845 m, östlich des Mehlblockmooses bei 840 m oder südlich der Beichelstein-Alpe bei etwa 830 m Höhe. Bis über Eschenhof und Görisried sind die Findlinge in einem gut 3 km breiten Streifen weiter nach S verfolgbar. Bis Gunzenreute wurden die Findlinge durch einen der beiden Autoren (M. Müller) selbst aufgenommen, weiter im S wurde auf die Findlingskartierung von SCHWERD (1983) zurückgegriffen. Danach lässt sich das in mehrere Gruppen aufgeteilte Findling-Teilfeld über Ochsenhof, Oberschwarzenberg und Oberzollhaus als südlich des Kempter Waldes nach SW ziehendes Band weiterverfolgen. Dieses Band zeichnet den Weg nach, den die von SCHWERD (1983: 57/58) postulierte Rotwässerle-Waldbach-Zunge nach NE und N genommen hat. Ihr Ursprung stellt die Rottachzunge dar – eine der Gletscherströme, in die sich der Iller-Vorlandgletscher beim Rückschmelzen des Eises offenbar aufgeteilt hatte. Findlinge sind im südlichen Teil dieses Findling-Teilfeldes bei Oberschwarzenberg bis in 950 m oder auf dem Bodelsberg bis in 955 m Höhe verbreitet. Das Findling-Teilfeld im östlichen und südlichen Kempter Wald des Dornach-Standes lässt sich somit südlich mit den im Vorfeld des Rottachberges liegenden Findlingen lückenlos verbinden.

Bemerkenswerterweise muss Eis des Iller-Vorlandgletschers also im ausgehenden Würm-Hochglazial mehr als 5 km weit in Gebiete vorgestoßen sein, die während des Vereisungsmaximums noch vom Lech-Wertach-Vorlandgletscher bedeckt waren. Die Rotwässerle-Waldbach-Zunge muss sich über das Wölflemoos nach N fortgesetz haben, die bis zur Randlage nördlich vom Hornsberg vorgestoßen war. Höchstwahrscheinlich hatten Vorläufer dieser Zunge vorher schon das Gebiet um Schweinlang erreicht und zwischen Berlebergholz und Bruckmoos Moränenwälle und eine Streu großer Konglomeratblöcke hinterlassen. Die hier liegenden Blöcke wurden später von der nach E zum Burgstall-Jütelholz-Stand hin vorrückenden Bruckmoos-Zunge aufgenommen und nach E verfrachtet. Durch diesen Eisvorstoß wurden die hier vorher gebildeten Wallsysteme der Rotwässerle-Waldbach-Zunge erodiert oder bis zur Unkenntlichkeit überprägt.

4.4 Findlinge im westlichen Kempter Wald

Das Findling-Teilfeld des westlichen Kempter Waldes wird im E durch den N-S verlaufenden Höhenzug von Hochgreuth / Hohe Schulter / Knollerhag / Weberhag / Dürrenbühl begrenzt, folgt also der vermuteten Nahtstelle zwischen Iller- und Lech-Wertach-Vorlandgletscher zur Zeit der würmglazialen Maximalstände. Nach W hin wird dieses Findling-Teilfeld von einer Linie begrenzt, die mehr oder weniger parallel zur Autobahn Ulm-Füssen verläuft. Im S endet dieses Teilfeld bei Bodelsberg, im N bei Wildpoldsried.

 Download unter www.biologiezentrum.at

Während die oben besprochenen Findling-Teilfelder im östlichen Kempter Wald aufgrund relativ einheitlicher Verteilungsmuster gut vom gesamten Findling-Streufeld des Kempter Waldes abzugrenzen waren, ist dies im westlichen Kempter Wald nicht so einfach. Die Gesetze, nach denen die Findlinge in diesem Raum verteilt sind, scheinen das Ergebnis einer ganzen Reihe sich gegenseitig überlagernder Prozesse zu sein. Einige hier beobachtbare Verteilungsmuster sind weiterhin nur durch von E nach W zunehmend stärker werdende menschliche Aktivitäten erklärbar, durch die die Findlinge hier stärker beseitigt worden sein dürften als anderswo im Untersuchungsgebiet. Insbesondere die kleineren Blöcke scheinen, wie in 3.5. beschrieben, auf den Rodungsflächen im W des Findling-Teilfeldes flächenhaft entfernt worden zu sein.

Am ehesten sind die natürlichen Verteilungsmuster noch am Ostrand dieses Teilfeldes erhalten geblieben, am First des Kempter Waldes. Selbst auf dem höchsten Punkt des Kempter Waldes, am knapp 960 m hohen Knollerhag, der einer Aufragung der Oberen Meeresmolasse darstellt, sind Findlinge noch bis fast in die höchsten Lagen nachweisbar. Sie umkränzen hier Knollerhag, Haldiger Hain und – wegen der Grünlandnutzung in deutlich reduzierter Anzahl – auch die Hohe Schulter und Hochgreuth. Im Bereich ausgedehnter Moorgebiete, die im Kempter Wald weiter nach W hin folgen, sind Erratiker nur vereinzelt an den Rändern der Hochmoore zu finden, beispielsweise am Klammmoos und Stockermoos auf etwa 920 m Höhe.

Weiter westlich, und zugleich etwas tiefer gelegen, treten dann auch größere Findlings-Cluster auf, wie etwa westlich des Klammmooses bei 890 m, östlich des Osterberges bei 820 m und östlich der Ausflugsgaststätte „Tobias" bei 840 m ü.NN. Der letztgenannte Cluster beinhaltet dabei die höchste Zahl an Blöcken. Im Bereich des westlichen Kempter Waldes sind vereinzelt Findlinge bis hinab auf etwa 800 m Höhe nachzuweisen, oft mit stattlichen Größen. Die ursprünglich weit höhere Findlingsdichte an der Westgrenze des Untersuchungsgebietes lässt sich an der anthropogen nur wenig veränderten Findlingskonzentration beiderseits der Durach zwischen der A7 und dem Sinkmoos erahnen.

Eine Besonderheit des westlichen Kempter Waldes stellen die mit Hunderten von Konglomeratblöcken unterschiedlichster Größe gespickten, tief eingeschnittenen „Tobel" dar. Die Quelläste der Durach, der Bannholzbach und der Wildpoldsrieder Bach haben während des Postglazials steile, an die 50 m tiefe Schluchttäler in mächtige würmglaziale Geschiebemergel eingeschnitten und hier eine erstaunlich hohe Anzahl von Blöcken ausgespült und am Talgrund konzentriert. Solche „Findlingstobel" mit ihren extrem hohen Blockkonzentrationen (bis zu 50 Blöcke auf 100 m Tallänge), treten ausschließlich im westlichen Kempter Wald auf und fehlen im Rest des Findling-Streufeldes, u.a. wegen der vermutlich deutlich geringeren Quartärmächtigkeiten.

Die Findlinge, die an der Nahtstelle zwischen Iller- und Lech-Wertach-Vorlandgletscher liegen, in den höchsten Teilen des Kempter Waldes am Knollerhag bei über 950 m, sind hier wohl abgesetzt worden, als die Gletscher von ihren würmglazialen Maximalständen zurückzuschmelzen begannen. Da das über den höchsten Teilen des Kempter Waldes liegende Gletschereis während des Eishöchststandes nicht besonders mächtig gewesen sein kann (WEINHARDT 1973), dürften diese Abschnitte des Kempter Waldes bei langsam sinkendem Eisspiegel schon sehr früh vom Eis frei gegeben worden sein. Im gleichen Zeitraum ist wohl auch das Findling-Teilfeld im Klosterfrauen-

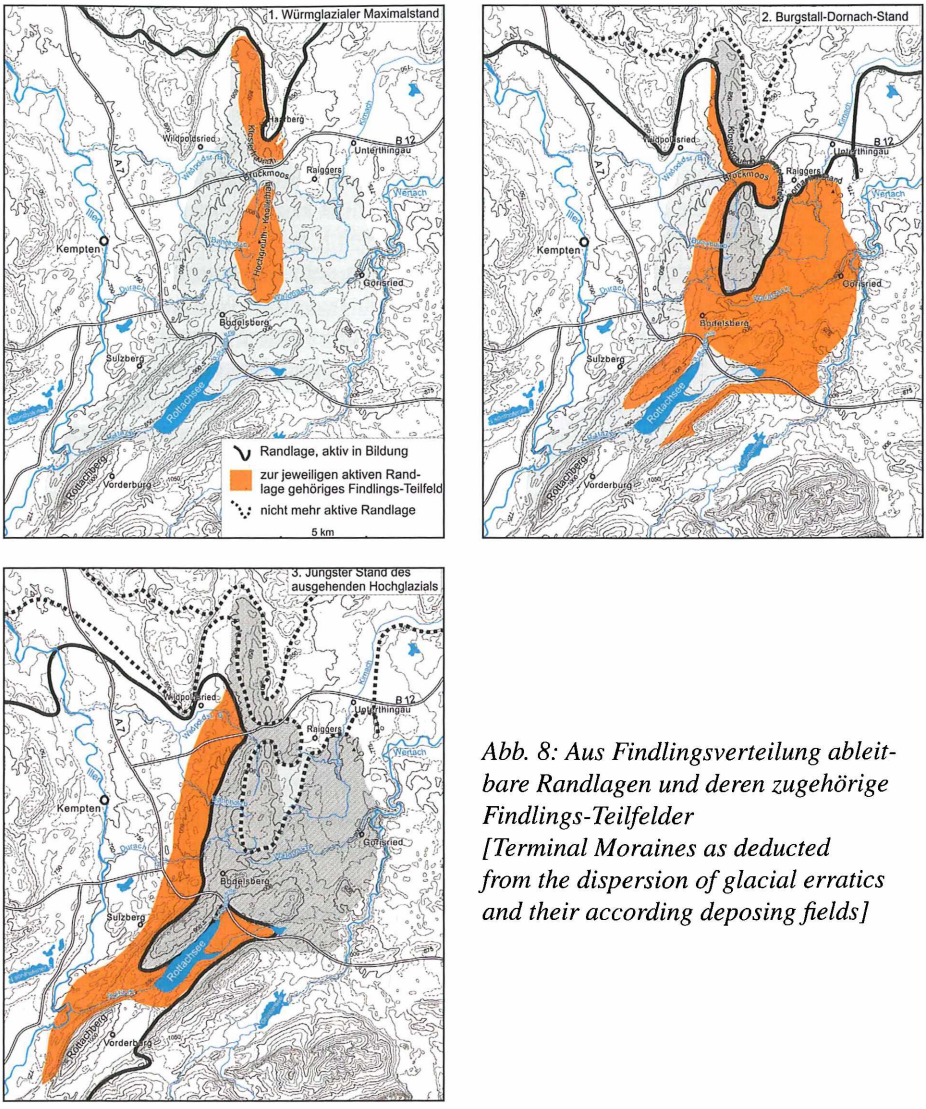


Abb. 8: Aus Findlingsverteilung ableitbare Randlagen und deren zugehörige Findlings-Teilfelder
[Terminal Moraines as deducted from the dispersion of glacial erratics and their according deposing fields]

holz entstanden (Abschnitt 4.1). Vereinzelte Erratiker, die sich an den Rändern der westlich anschließenden Moore Klammmoos, Lachermoos und Stockermoos in einer reliefarmen Landschaft finden – immer noch in Höhen von ca. 920 m – könnten von kontinuierlich zurückschmelzenden Eisrändern abgesetzt worden sein. Die noch weiter im W liegenden Erratiker sind in deutlich unterschiedlichen Höhen gruppiert, ohne dass sie an morphologisch erkennbare Wallstrukturen gebunden wären. Auch sie scheinen von kontinuierlich zurückschmelzenden Eisrändern abgesetzt worden sein, wobei jede Findlingsgruppe ein einzelnes Rutschungs- oder Bergsturzereignis im Liefergebiet widerspiegeln dürfte.

nload unter www.biologiezentrum.at

Westlich davon und zugleich etwas tiefer liegend, folgt östlich von Schönberg ein Moränensystem, das als SSW-NNE-orientierte Lateralmoräne des Wildpoldsrieder Lobus bei einem Wiedervorstoß des Eises entstanden sein dürfte. Es ist mit zahlreichen Findlingen bedeckt und ist somit eines der oben beschriebenen bandförmigen Findlingskonzentrationen, die mit ihren unterschiedlichen Höhenlagen von mindestens zwei verschieden alten Eisständen zeugen. Das östlichere und zugleich höchstgelegene dieser Findlingsbänder erreicht im östlichen Weiherholz Höhen von 850 m. In Anbetracht ihrer Höhenlage könnte dieser Eisstand zeitgleich mit dem Vorstoß der Bruckmooszunge zum Burgstall-Jütelholz-Stand entstanden sein (Abschnitt 4.2). Das noch weiter westlich gelegene, sehr dicht mit Findlingen bedeckte Wallsystem kann sich hingegen erst nach dem Rückschmelzen der Bruckmooszunge vom Burgstall-Jütelholz-Stand gebildet haben. Es scheint hier im Rahmen eines längeren Rückzugshaltes entstanden zu sein. Die knapp 1 km lange Moräne mit Findlingen, die in einer Höhe von etwa 850 m zwischen Denkelsteinmoos und Schönberger Moos zu finden ist, könnte entsprechend ihrer Höhenlage und Orientierung gut mit der Moräne östlich Leiterberg in Verbindung gebracht werden. Auch ihr Gefälle und die Höhenlage der Findlinge dort sprechen mit 810 bis 820 m, in Anbetracht einer Entfernung von gut 4 km, für einen direkten Zusammenhang beider Strukturen. Für die gleichfalls von Blöcken bedeckte Moräne östlich des Fischermooses lässt sich hingegen keine Fortsetzung der Struktur nach N finden. Hieran könnte freilich die starke anthropogene Überprägung des Gebietes am Westrand des Kempter Waldes schuld sein, wodurch ursprünglich von Findlingen übersäte aber landwirtschaftlich intensiv genutzte Moränenzüge ihre Blockbedeckung komplett verloren haben.
Insgesamt lässt sich im Kempter Wald ein Ansteigen der Findlingsgrößen nach W hin zum Illertal, also in geringerer Höhenlage, feststellen. Dies passt mit der Vorstellung größerer Findlingseinträge auf das Gletschereis bei niedrigeren Eisständen und somit die Eisoberfläche höher überragenden Felswänden am Rottachberg zusammen.

5. Gründe für das unterschiedliche Verhalten der beiden Vorlandgletscher

Die glazialen Großgeschiebe des Rottachbergs zeugen vom weiten Vorstoß des Iller-Vorlandgletschers auf das Gebiet des östlichen Kempter Waldes, ein Gebiet das zuvor vom westlichen Teil des Lech-Wertach-Vorlandgletschers bedeckt gewesen sein muss, was eine unterschiedliche Ausdehnung der beiden benachbarten Vorlandgletscher zu Zeiten der mutmaßlich späthochglazialen Wiedervorstöße zeigt.
Diese offensichtliche Unterlegenheit des bedeutend größeren Lech-Wertach-Vorlandgletschers könnte auf den wenig eigenständigen Charakter desjenigen Gletschers zurückgeführt werden, der während des Hochglazials beim Ort Wertach aus dem Wertachtal ins Alpenvorland getreten sein muss. Dieser Wertachgletscher hat den Großteil seines Eises vor allem über Zuschüsse erhalten, die über Transfluenzen am Oberjoch vom Ostrachgletscher sowie über den Gaichtpass und das Tannheimer Tal vom Lechgletscher her kamen. (Schwerd 1983: 47) Der Lech-Wertach-Vorlandgletscher selbst wurde zudem noch durch Eis verstärkt, das ihm über die Starzlachtäler vom Illergletscher her zugeflossen war. Ein bedeutendes eigenes Einzugsgebiet besaß er nicht.
Die sinkenden Eisspiegel des Lechgletschers und des Ostrachgletschers führten zu einem raschen Versiegen der Eiszuflüsse über die Transfluenzpässe. Nach Schwerd

(1983: 57) ist mit einer Unterbrechung des Eisnachschubes aus dem Ostrachtal zu rechnen, wenn bei Oberjoch eine Eishöhe von etwa 1000 m ü.NN unterschritten wird. Die am höchsten liegenden Findlinge sind bei Oberschwarzenberg in Höhenlagen von 950 m nachweisbar, was zum Zeitpunkt ihres Absetzens der Höhenlage der Eisoberfläche entsprochen haben dürfte. Die Eisoberfläche muss hier während des Würm-Maximums ca. 150 m höher gelegen haben. Sollte zu dieser Zeit mit deutlich abgesenkten Eisspiegeln überhaupt noch Eis des Ostrachgletschers über das Oberjoch dem Wertachgletscher zugeflossen sein, war es zumindest deutlich weniger als während der Eishöchststände.
Weiterhin dürfte einer der Gründe, die zu einem unterschiedlichen Verhalten des Iller- und des Lech-Wertach-Vorlandgletschers während des Rückschmelzens geführt haben, auch in deren unterschiedlich großen Nährgebieten liegen. Die Geschwindigkeit, mit der eine Gletscherzunge auf Bilanzänderungen im Nährgebiet reagiert, hängt entscheidend von der Größe des Einzugsgebietes ab. Die Nährgebiete des Lech-Wertach-Vorlandgletschers waren 2 bis 3 Mal so groß wie die des Iller-Vorlandgletschers. Es könnte deshalb sein, dass der Lech-Wertach-Vorlandgletscher auf eine Periode mit einer positiven Bilanz in seinen Nährgebieten eher träge reagiert hat, während der viel kleinere Iller-Vorlandgletscher eine schnellere Reaktion gezeigt hat und relativ rasch vorgestoßen ist.
Durch das Dünnerwerden des Gletschereises muss zudem das lokale Relief immer stärker an Einfluss auf die Eisbewegungen gewonnen haben. Vor allem der querstehende Falkensteinzug am alpinen Ausgang des Lechtals bei Füssen muss hier eine eisblockierende Wirkung für den Wertach-Lech-Vorlandgletscher gehabt haben, wie sie im Illertal nicht vorhanden war.
Um vom Rottachberg (1116 m) bis zum Dornach-Stand beim Hornsberg und Berlebergholz (830 m) zu gelangen, musste das Gletschereis eine Distanz von gut 25 km überwinden. Eine einfache Verbindungslinie zwischen dem heutigen Rottachberg-Gipfel und der mittleren Höhe des Dornach-Standes weist über diese Entfernung ein Gefälle von nur 1,12% auf. Dieser Wert scheint für einen vorstoßenden Gletscher zu gering, für den andere Autoren zu Zeiten der Maximalstände meist Werte um 2% angegeben haben (Simon 1926: 4). Wie im Abschnitt 3.6 schon dargestellt worden ist, müsste die Eisoberfläche zudem am Rottachberg um einiges tiefer gelegen haben, denn nur so kann man sich einen einigermaßen plausiblen Mechanismus vorstellen, der das Eis über Hangbewegungen mit großen Blöcken versorgt hat, die in den Randlagen des Dornach-Standes so zahlreich auftreten. Versucht man nun die Blöcke, die bei Untersuchungen zu wenig Kristallgerölle anzeigten (Wasserrab 1999: 50), um sie von den im Gipfelbereich des Rottachberges anstehenden kritallinreicheren Oberen Kojenschichten ableiten zu können (Jerz 1974: 34), ausschließlich den in tieferen Bereichen des Rottachberges anstehenden Unteren Kojenschichten zuzuordnen, so reduziert sich das Eisgefälle zwischen Rottachberg und dem Dornach-Stand weiter auf völlig unwahrscheinliche 0,4%.
Die Vorstellung einer Aufnahme der Blöcke und deren quasi gleichzeitige förderbandartige Ablagerung im nordöstlichen Kempter Wald durch das vorrückende Eis erscheinen somit abwegig. Glaubhafter erscheint, dass sich diese Blöcke schon vorher als Sturzblöcke am Fuße des Rottachberges oder auf einem dort tot liegenden Eiskörper angesammelt hatten. Ein neuerlicher Eisvorstoß kann diese Blöcke dann aufgenommen und sie zu den Moränen des Dornach-Eisstandes transportiert haben.

 Download unter www.biologiezentrum.at

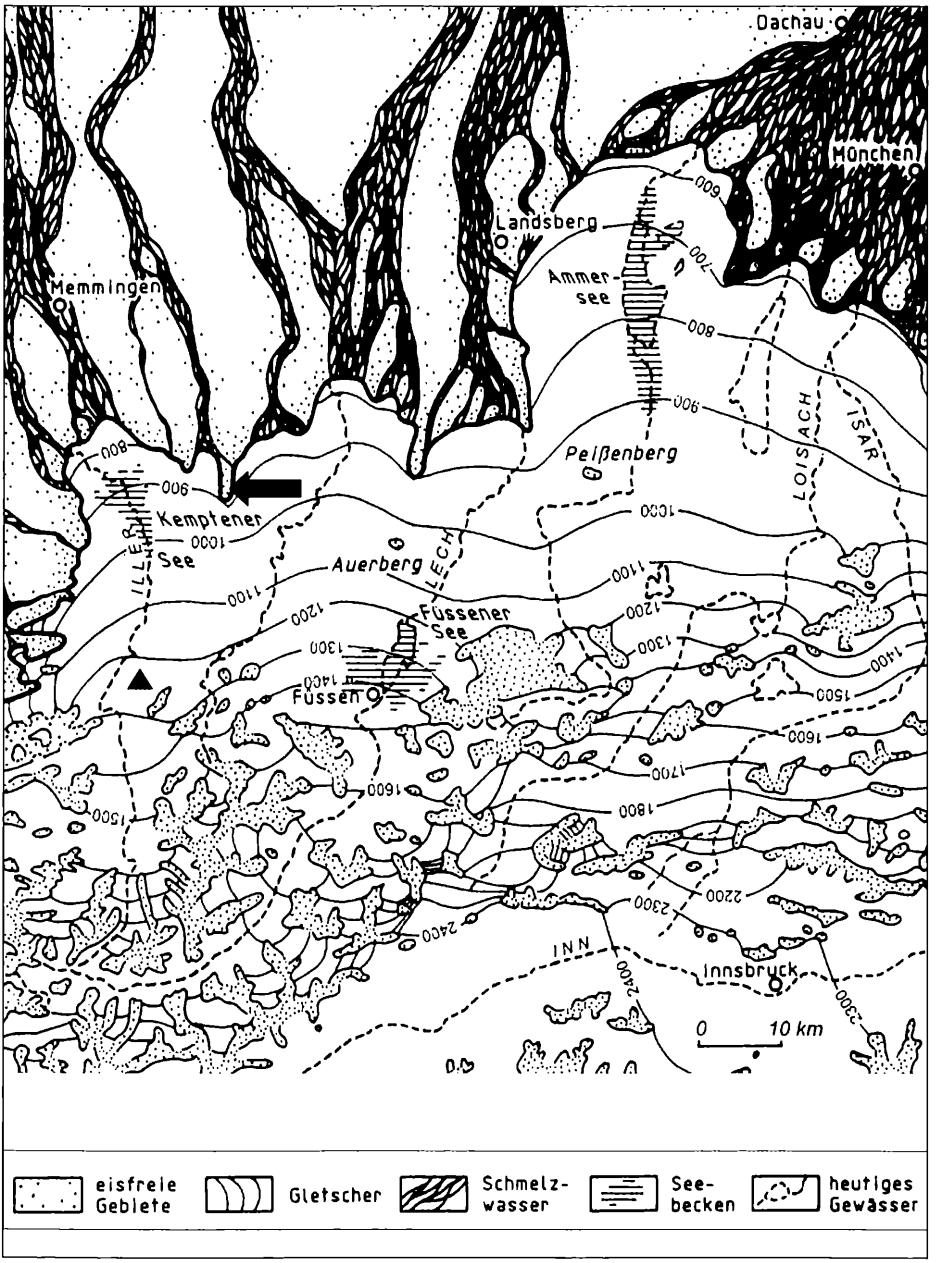


Abb. 9: Würmglaziale Maximalstände nach WEINHARDT *(1973), stellenweise ergänzt, korrigiert und verändert durch H. Scholz. Rottachberg im S und Klosterfrauenholz im N hervorgehoben.*
[The maximum glacier extend during the Würm glacial period and the reconstructed ice thickness]

Mit Hilfe solcher Vorstellungen lassen sich die großen Transportweiten mit der Herkunft der Findlinge aus eher niedrigen Teilen der Hänge des Rottachberges befriedigend erklären. Die Tatsache des weiten Transportes bis zum Dornach-Stand bedarf in Anbetracht der Herkunft des Materials aus den tieferen Teilen des ohnehin nicht sehr hohen Rottachberges jedenfalls einer komplexeren Begründung. Mit simplen Annahmen von einer einzigen, für Aufnahme, Transport und Ablagerung des Materials verantwortlichen, im Laufe der Zeit einsinnig absinkenden Gletscheroberfläche können die Beobachtungen jedenfalls nicht erklärt werden.

Literatur

BRODZIKOWSKI, K. & LOON, A.J. VAN (1991): Glacigenic Sediments. – Developments in Sedimentology, 48, 674 S.; Amsterdam, Oxford, London, New York, Tokyo.

CZYSZ, W., DIETRICH, H. & WEBER, G. [Hrsg.] (1980): Kempten und das Allgäu.– In: Führer zu archäologischen Denkmälern in Deutschland, 30, 252 S.; Stuttgart (Theiss-Verl.).

DERTSCH, R. (1949): Schwäbische Siedlungsgeschichte. – 110 S.; Kempten (Schwabenverlag).

EBERL, B. (1925): Die Bayerischen Ortsnamen als Grundlage der Siedlungsgeschichte, Teil 1. – 111 S.; München

EBERL, B. (1926): Die Bayerischen Ortsnamen als Grundlage der Siedlungsgeschichte, Teil 2. – 161 S.; München

EBERL, B. (1930): Die Eiszeitenfolge im nördlichen Alpenvorlande (Iller-Lechgletscher). – 427 S.; Augsburg

EHLERS, J. (1994): Allgemeine und historische Quartärgeologie. – 358 S.; Stuttgart (Enke-Verl.).

ELLWANGER, D. (1980): Rückzugsphasen des würmeiszeitlichen Illergletschers. – Arb. Inst. Geol. Paläont. Univ. Stuttgart, N.F. 76, S. 93-126, 1 geomorph. Kt. 1:25000; Stuttgart.

ENDRÖS, H. & WEITNAUER, A. (1954): Allgäuer Sagen. – 607 S.; Kempten

EVENSON, E.B., SCHLÜCHTER, C. & RABASSA, J. [Hrsg.] (1983): Tills and related deposits. Genesis, petrology, application, stratigraphy. – Proceedings of the INQUA Symposium on the genesis and lithology of Quaternary deposits, USA 1981, Argentinia 1982, 454 S.; Rotterdam (Balkema Publ.).

FRIELING, D. (in Vorbereitung): Geologischen Karte von Bayern 1:25000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 8228 Wildpoldsried. – 1 geol. Kt.; München

HABBE, K.A. & RÖGNER, K. (1989): Bavarian Alpine Foreland between Iller and Lech. – 2. Intern. Conference on Geomorphology, Field Trip C 10, S. 181-222; Frankfurt a.M..

HANTKE, R. (1983): Westliche Ostalpen mit ihrem bayerischen Vorland bis zum Inn-Durchbruch und Südalpen zwischen Dolomiten und Mont-Blanc. – In: Eiszeitalter. Die jüngste Erdgeschichte der Schweiz und ihrer Nachbargebiete, Bd. 3, 730 S.; Thun (Ott-Verlag).

FREUDENBERGER, W. & SCHWERD, K. [Red.] (1996): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:500000. – 329 S., 1 geol. Kt. 1:500000; München

GERBER, E. & SCHMALZ, K.L. (1948): Findlinge. – In: Laedrach, W. & Rubi, C. [Hrsg.], Berner Heimatbücher, 34, S. 1-53; Bern

HAUPT, U., NASEMANN, P. & SCHOLZ, H. (2000): Historische Bausteine aus den Allgäuer Alpen. – In: Kettmann, O. (2000) [Hrsg.]: Droben im Allgäu, wo das Brot ein End' hat. Zur Kulturgeschichte einer Region, Begleitbuch zu einer Sonderausstellung im Schwäbischen Bauernhofmuseum Illerbeuren, vom 10. Juni bis 22. Oktober 2000, S. 51-58, Kronburg-Illerbeuren (Zweckverband Schwäbischen Bauernhofmuseum Illerbeuren).

HOFMANN, C., HUNSDORFER, M., ROPPELT, T. & SCHIELLE, W. (1983): Quartär in der Umgebung von Obergünzburg.– Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F., 65, S 121-130; Stuttgart.

HURST, S. (1988): Geologische Kartierung des Gebietes östlich der Iller bei Kempten. – unveröffentlicht, Diplomkartierung am Lehrst. f. Allgemeine, Angewandte und Ingenieur-Geologie der TU München, 61 S., 1 geol. Kt. 1:10000; Garching.

JERZ, H. (1974): Geologische Karte von Bayern 1:25000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 8327 Buchenberg. – 181 S., 1 geol. Kt. 1:25000; München

Download unter www.biologiezentrum.at

JERZ, H. (1993): Das Eiszeitalter in Bayern. – In: Geologie von Bayern, Bd. 2, 243 S., Stuttgart
KELLENBERGER, M. (1928): Aus dem Eiszeitalter in der Umgebung der Stadt Kempten. – Allgäuer Geschichtsfreund, 28 (2), S 1-39; Kempten.
KUHNERT, C. & OHM, R. (1974): Geologische Karte von Bayern 1:25000, Erläuterungen zu Blatt Nr. 8330 Roßhaupten. – 102 S., 1 geol. Kt. 1:25000; München
LINKE, A. & PREUSSER, F. (2005): Hinweise auf eine Vergletscherung des Kempter Beckens im Mittleren Würm. – Eiszeitalter u. Gegenwart, 55, S. 64-87; Hannover.
MERKT, O. (1951): Burgen, Schanzen und Galgen im Allgäu. Das kleine Allgäuer Burgenbuch. – Allgäuer Geschichtsfreund, N.F. 52, 159 S.; Kempten.
MÜLLER, F. (1952): Die geologischen Verhältnisse des Blattes Buchenberg. – Geologica Bavarica, 13, 24 S., 1 geol. Kt. 1:25000; München.
MÜLLER, F. & SCHOLZ, U. (1965): Ehe denn die Berge wurden.– 127 S.; Kempten (Verlag für Heimatpflege).
MÜLLER, M. (2007): Die Verbreitung der Findlinge des Rottachberges durch den würmeiszeitlichen Iller-Vorlandgletscher mit besonderem Blick auf die Verteilungsmuster im Kempter Wald. – unveröffentlicht, Zulassungsarbeit am Lehrst. f. Did. d. Geographie der Uni Augsburg, 110 S., 1 geol. Kt. 1:12500, 1 geol. Kt. 1:25000; Augsburg.
NOVOTNY, P (1984): Vereinödung. – 173 S.; Kempten (Verlag für Heimatpflege).
OBLINGER, H. (1975): Findlingsblöcke am Kemptener Wald. – Ber. Naturwiss. Ver. Schwaben, N.F. 79, S.29-40
PATERSON, W.S.S. (1981): The Physics of Glaciers. – 360 S.; Oxford, New York etc.
ROPPELT, TH. (1983): Das Quartär nordöstlich von Wildpoldsried mit Korngrößenuntersuchungen an Moränen im Würm-Endmoränengebiet zwischen Wildpoldsried und Obergünzburg. unveröffentlicht, Diplomkartierung am Lehrst. f. Allgemeine, Angewandte und Ingenieur-Geologie der TU München, 61 S., 1 geol. Kt. 1:10000; Garching.
ROPPELT, TH. (1987): Quartärgeologische Untersuchungen im Gebiet des Iller- und Wertachvorlandgletschers in der Umgebung von Obergünzburg. – Dissertation an der TU München, 109 S., 1 geol. Kt. 1:50000; Garching.
SCHIEMENZ, S. (1960): Fazies und Paläogeographie der Subalpinen Molasse zwischen Bodensee und Isar. – Beih. geol. Jb., 38, 119 S.; Hannover.
SCHOLZ, H. (1984): Der Gletscherschliff von Greggenhofen. – Ber. Naturwiss. Ver. Schwaben, N.F. 88 (1), S. 19-24; Augsburg.
SCHOLZ, H. (1985): Sandsteine mit Süßwasseronkoiden aus der Molasse als Geschiebe in Moränen des Illergletschers. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F. 67, S. 177-185; Stuttgart.
SCHOLZ, H. (1985): Geologischer Aufbau und Landschaftsgeschichte von Unterthingau. – In: Kohler, E. [Hrsg.]: 500 Jahre Markt Unterthingau, S. 9-22, 1 verkl. geol. Kt. von 1984, Originalaufnahme im Maßstab 1:25000; Kempten (Allgäuer Zeitungsverlag).
SCHOLZ, H. (1991): Ein Vorstoß des Inlandeises in Westgrönland – Dokumentation des vorrückenden Eisrandes bei Søndre Strømfjord. – Eiszeitalter u. Gegenwart, 41, S. 119-131; Hannover.
SCHOLZ, H. (1992): Geologie und Landschaftsgeschichte von Marktoberdorf und seiner Umgebung. – In: Kohler, E. [Hrsg.] (1992): Marktoberdorfer Geschichtsbuch, S. 14-29, 1 verkl. geol. Kt. von 1986, Originalaufnahme 1:25000; Kempten, (Allgäuer Zeitungsverlag).
SCHOLZ, H. (1995): Bau und Werden der Allgäuer Landschaft. – 305 S.; Stuttgart
SCHOLZ, H. (2000): Die tertiären Grobschüttungen am Südrande des Molassebeckens im Allgäu (Südwestbayern) – eine Synopsis. – In: Katzung-Festschrift, N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 218 (1/2), S. 61-84; Stuttgart.
SCHOLZ, H. & ZACHER, W. (1983): Geologische Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200000, Blatt CC Nr. 8726 Kempten.– Hannover (BGR).
SCHULZ, W. (2003): Geologischer Führer für den norddeutschen Geschiebesammler. – 408 S.; Schwerin
SCHREINER, A. (1992): Einführung in die Quartär-Geologie. – 257 S.; Stuttgart
SCHREINER, A., ZITZMANN, A., OTT, G. & OBERHAUSER, R. (1991): Geologische Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200000, Blatt CC Nr. 8718 Konstanz. – Hannover (BGR).
SCHWERD, K. (1983): Geologischen Karte von Bayern 1:25000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 8328 Nesselwang West. – 192 S., 1 geol. Kt.; München

SCHWERD, K., EBEL, R. & JERZ, H. (1983): Geologischen Karte von Bayern 1:25000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 8427 Immenstadt i. Allgäu. – 258 S., 1 geol. Kt.; München

SIMON, L. (1926): Der Rückzug des würmeiszeitlichen Allgäu-Vorlandgletschers. – Mitt. Geogr. Ges. München, 19, S. 1-37; München.

SVENSON, C. (2005): Geschützte Findlinge der Insel Rügen. – 29 S.; Greifswald (L.-Amt Umwelt, Naturschutz u. Geologie Mecklenburg-Vorpommern).

WASMUND, E. (1929): Ein rhätischer Riesenfindling im Allgäuer Rheingletschergebiet. – Centralblatt f. Min. etc., 1929, B 12, S. 609-655; Berlin.

WASSERRAB, TH. (1999): Zur Geologie der Umgebung von Wald im Ostallgäu. Sedimentpetrographische Untersuchungen an den Molassesandsteinen des Kartiergebietes. – unveröffentlicht, kombinierte Diplomkartierung und Diplomarbeit am Lehrst. f. Allgemeine, Angewandte und Ingenieur-Geologie der TU München, 168 S., 1 geol. Kt. 1:10000; München.

WEILAND, I. (1988): Die Geologie südlich von Wildpoldsried (Allgäu). – unveröffentlicht, kombinierte Diplomkartierung und Diplomarbeit am Lehrst. f. Allgemeine, Angewandte und Ingenieur-Geologie der TU München, 59 S., 1 geol. Kt. 1:10000; Garching.

WEINHARDT, R. (1973): Rekonstruktion des Eisstromnetzes der Ostalpennordseite zur Zeit des Würmmaximums mit einer Berechnung der Flächen und Volumina.– Heidelberger Geogr. Arb., 38, S. 156-176; Heidelberg.

ZACHER, W. (1966): Geologischen Karte von Bayern 1:25000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 8429 Pfronten. – 208 S.; München

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des naturwiss. Vereins für Schwaben, Augsburg

Jahr/Year: 2011

Band/Volume: 115

Autor(en)/Author(s): Müller Martin

Artikel/Article: Neues zum Findling-Streufeld des Kempter Waldes im Allgäu 95-127