

# Geologischer Atlas der Schweiz

## Atlas géologique de la Suisse

1:25000

Blatt

**1167 Worb**

Topographie: Landeskarte der Schweiz 1:25000

(Atlasblatt 104)

## Erläuterungen

verfasst von

**UELI GRUNER**

(Kellerhals + Haefeli AG)

Mit Beiträgen von **RETO BURKHALTER**

Mit 8 Textfiguren, 1 Tabelle und 1 Tafelbeilage

2001

Herausgegeben vom Bundesamt für Wasser und Geologie  
Geologische Landesaufnahme

Publié par l'Office fédéral des eaux et de la géologie  
Cartographie géologique

### **Empfehlung für die Angabe in einem Literaturverzeichnis**

#### *Karte:*

KELLERHALS, P. und HAEFELI, C. (Geologiebüro) & RUTSCH, R.F. (1999): Blatt 1167 Worb. – Geol. Atlas Schweiz 1:25000, Karte 104.

#### *Erläuterungen:*

GRUNER, U. (2001): Blatt 1167 Worb (mit Beiträgen von R. BURKHALTER). – Geol. Atlas Schweiz 1:25000, Erläut. 104.

Vertrieb: Bundesamt für Landestopographie, CH-3084 Wabern

© 2001, Bundesamt für Wasser und Geologie, CH-3003 Bern-Ittigen. – Alle Rechte vorbehalten. Übersetzungen und analoge oder digitale Vervielfältigungen dieses Dokuments oder von Teilen davon, die nicht ausschliesslich dem privaten Eigengebrauch dienen, sind nur mit Erlaubnis des Herausgebers gestattet.

ISSN 1420-2913

ISBN 3-906723-46-1

## INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort .....	4
Einleitung .....	6
Stratigraphie .....	7
Tertiär .....	7
Untere Süsswassermolasse (USM) .....	7
Obere Meeresmolasse (OMM) .....	10
Obere Süsswassermolasse (OSM) .....	23
Quartär .....	25
Zur Quartärstratigraphie .....	25
Überblick über die eiszeitliche Landschaftsgeschichte .....	27
Pleistozän .....	28
Grösste Vergletscherung .....	28
Vorletzte Vergletscherung .....	30
Letzte Vergletscherung (Würm) .....	32
Spätpleistozän – Holozän .....	39
Tektonik .....	42
Hydrogeologie .....	42
Bohrungen .....	43
Rohstoffe .....	43
Siedlungsgeschichtliche Funde und Elemente .....	45
Literaturverzeichnis .....	46
Kartenverzeichnis .....	50

## VORWORT

Mit den 1999 und 2000 erschienenen Blättern Worb und Bern des Geologischen Atlas der Schweiz 1:25000 liegen erstmals seit 1927 wieder aktuelle geologische Karten der Bundesstadt und ihrer Umgebung vor.

1986 beauftragte die damalige Landeshydrologie und -geologie das Berner Geologiebüro P. Kellerhals und C. Haefeli mit der Kartierung des Blattes Worb. Durchgeführt wurden die Feldaufnahmen in den folgenden zwei Jahren von Dr. Ueli Gruner, Dr. Alfred Isler und dipl. Geol. Alfred Zaugg. Bei ihren Erhebungen konnten sich die Autoren auf zahlreiche bestehende geologische Karten und unveröffentlichte Kartierungen stützen. Von diesen älteren geologischen Dokumenten sind die im Auftrag der Schweizerischen Geologischen Kommission vorgenommenen Geländeaufnahmen von Prof. Rolf Rutsch aus den Jahren 1959–1975 besonders zu erwähnen. Zudem stand den Autoren ein Entwurf der von Dr. Dieter Staeger aufgenommenen Baugrundkarte der Stadt Bern zur Verfügung. Nach ihrer Einreichung bei der Geologischen Landesaufnahme wurde die Manuskriptkarte Worb auf Veranlassung der Schweizerischen Geologischen Kommission hin begutachtet; diese Aufgabe übernahmen Dr. René Blau und Dr. Gianni della Valle vom Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern. Zwischen 1997 und der Drucklegung der Karte nahmen Dr. Ueli Gruner und Dr. Reto Burkhalter, der Redaktor des Blattes Worb, Ergänzungen und Nachkartierungen vor. Dr. Werner Flück, Redaktor des Nachbarblattes Bern, führte eine kartographische Teilrevision im Grauholzgebiet durch. Während der redaktionellen Bearbeitung bei der Geologischen Landesaufnahme trugen Prof. Christian Schlüchter, Dr. Rudolf Gees, Dr. Hans-Peter Weiss, dipl. Geol. Christian Wyss und Dr. Gerhart Wagner durch Detailinformationen und Diskussionsbeiträge zur Vollständigkeit der Karte bei. Auf Anregung von Dr. Reto Burkhalter flossen die von Prof. Christian Schlüchter vom Geologischen Institut der Universität Bern und seiner Gruppe erarbeiteten neuesten Erkenntnisse zur Quartärstratigraphie in Karte und Legendenkonzent.

Die vorliegenden Erläuterungen zum Blatt Worb wurden von Dr. Ueli Gruner verfasst und von Dr. Reto Burkhalter mit zahlreichen Beiträgen ergänzt. Zusammen mit der Karte vermitteln sie einen geologischen Überblick über das Gebiet zwischen dem Osten Berns, Grosshöchstetten und Lützelflüh im Emmental. Gleichzeitig sind sie eine Bestandsaufnahme der aktuellen Kenntnisse über die Geologie in dieser Gegend. Dabei kommt auch zum Ausdruck, dass in einigen Bereichen der regionalen Geologie, z.B. in der Molasse der Umgebung von Bern oder in den «Höhenschottern», in den vergangenen fünf Jahrzehnten leider nur noch wenig Forschung betrieben wurde. Zu den Schwerpunkten in den Erläuterungen gehören, nebst der neuen Quartärstratigraphie und -nomenklatur, die von Dr. Ueli Gruner erörterte Grenzziehung zwischen den Sense- und den Belpberg-



Schichten s. l. (Grenze «Burdigalien»/«Helvétien» früherer Autoren). Diese kontroverse Frage ist für die Klärung der Molassestratigraphie in der Region Bern von Bedeutung; zudem zeigt sie die Schwierigkeiten und Grenzen einer nach rein lithostratigraphischen Kriterien versuchten Gliederung der Molasse auf.

Dr. Daniel Kälin von der Geologischen Landesaufnahme sowie Dr. Ursula Menkveld-Gfeller und Dr. Thérèse Pfister vom Naturhistorischen Museum in Bern haben die Kapitel über die Molasse, Prof. Christian Schlüchter diejenigen über das Quartär kritisch durchgelesen und durch ihre Verbesserungen und Anregungen zur Qualität dieser Publikation beigetragen.

Die kartographischen Arbeiten an Blatt Worb führte Hans-Peter Sahrhage von der GeoMap AG in Uetendorf aus. Die Reinzeichnung und Bearbeitung der Profiltafel und der Figuren im vorliegenden Erläuterungsheft nahmen Remo Trüssel von der Geologischen Landesaufnahme und Bettina Schulz vom Bundesamt für Landestopographie vor.

Die Geologische Landesaufnahme dankt den Autoren und allen Beteiligten für die geleistete Arbeit, für ihre Beiträge und für die Weitergabe von Informationen.

Oktober 2001

Bundesamt für Wasser und Geologie  
Geologische Landesaufnahme

## EINLEITUNG

Das Gebiet von Blatt 104 Worb des Geologischen Atlas der Schweiz 1:25000 kann morphologisch in zwei Bereiche gegliedert werden: in das flache Hügelland im Südwesten zwischen Grosshöchstetten und Bern und das nordöstlich anschliessende Bergland zwischen Worble- und Emmental.

Das Hügelland umfasst das sich von Südosten nach Nordwesten erstreckende Tal der Aare und verschiedene parallel dazu verlaufende Nebentröge. Dieses Gebiet ist stark geprägt durch Erosionsformen und Ablagerungen aus dem jüngsten Quartär. Während der letzten Eiszeiten erodierten die Gletscher z.T. tiefe Tröge in die Molasse und füllten sie mit ihrem Schutt teilweise wieder auf.

Im Bergland dominieren die Molasse und ihr Verwitterungsschutt. Die Überdeckung durch Schotter und Moränen der beiden bedeutendsten Eiszeiten in der Region, der Letzten Vergletscherung (Würm) und der Grössten Vergletscherung (Riss nach herkömmlicher paläogeographischer Nomenklatur), ist lokal sehr unterschiedlich, in der Regel jedoch gering.

Für die Erstellung der Hauptkarte standen neben den im Kartenverzeichnis aufgelisteten älteren Karten, von welchen vor allem die geologische Karte von Bern und Umgebung von E. Gerber aus dem Jahre 1927 zu erwähnen ist, auch die in den Jahren 1959–1975 im Auftrag der Schweizerischen Geologischen Kommission von R.F. Rutsch ausgeführten geologischen Aufnahmen in der Osthälfte von Blatt Worb samt den dazugehörigen Feldbüchern zur Verfügung. Zudem konnten einzelne Übersichts- und Detailkartierungen (RUTSCH 1947, Fig. 6 in RUTSCH 1970, Fig. 1 in HANTKE 1968) sowie Kartierungen für Gutachten aus den Archiven des Geologiebüros P. Kellerhals und C. Haefeli und anderer geologischer Büros verwendet werden. Diese Unterlagen stellten für die Neukartierung eine wertvolle Hilfe dar; viele von ihnen wurden allerdings dank neuerer Bohrungen uminterpretiert. Zusätzlich zu den erwähnten Karten wurden für die Kompilation der Nebenkarte (Geologische Übersicht 1:200000) noch die Karten von DELLA VALLE (1965) und BLAU (1973) berücksichtigt.

Im Gebiet von Blatt Worb wurden durch das Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern (WEA) verschiedene mehrjährige hydrogeologische Kampagnen durchgeführt. Die dabei gewonnenen Resultate flossen in Karte und Erläuterungen ein.

Die geologische Kartierung von Blatt Worb erfolgte in den Jahren 1986–1988 im Wesentlichen durch Dr. U. Gruner, Dr. A. Isler und dipl. Geol. A. Zaugg vom Geologiebüro P. Kellerhals und C. Haefeli; die Aufnahmen von Prof. R.F. Rutsch wurden von Dr. U. Gruner unter Mithilfe von dipl. Geol. A. Zaugg revidiert. Frau V. Messerli besorgte die Reinzeichnung des Kartenoriginals. Abschliessende Ergänzungen und Teilrevisionen nahmen Dr. R.M. Burkhalter von der Geologischen Landesaufnahme (1997–1999) und Dr. U. Gruner (1998) vor.

# STRATIGRAPHIE

## TERTIÄR

Die Molasseablagerungen im Gebiet von Atlasblatt Worb umfassen die Untere Süßwassermolasse (USM, nur in Bohrungen im Nordwesten), die Obere Meeresmolasse (OMM) und die Obere Süßwassermolasse (OSM). Diese Faziesgliederung bildet den Rahmen für die lithostratigraphische Unterteilung in Kartiereinheiten. Die marinen Bildungen gehen in Richtung der Alpen allmählich in zeitgleiche terrestrische Ablagerungen über; es ist deshalb mit heterochronen Faziesgrenzen bzw. Grenzen zwischen den Kartiereinheiten zu rechnen. Auf Blatt Worb wurden folgende Molasse-Einheiten ausgeschieden: Gümnenen-Schichten (Untere Süßwassermolasse), Sense-Schichten (Obere Meeresmolasse, unterer Teil), Belpberg- und Niedermatt-Schichten (Obere Meeresmolasse, oberer Teil) und Napf-Schichten inkl. Hundschüpfen-Schichten (Obere Süßwassermolasse).

Eine detaillierte Zusammenstellung dieser Einheiten und ihrer Untereinheiten sowie eine Auswahl von Korrelationen mit benachbarten Gebieten sind auf Figur 1 zu finden.

### Untere Süßwassermolasse (USM)

(Aquitanien)

#### **m<sub>1</sub>**      **Gümnenen-Schichten** («Aquitanien» auct.)

#### *Allgemeines*

Das nach RUTSCH & SCHLÜCHTER (1973) als Gümnenen-Schichten bezeichnete ehemalige «Aquitanien» ist im Gebiet von Blatt Worb an keiner Stelle direkt aufgeschlossen. Es wurde jedoch in mehreren Bohrungen nachgewiesen und beim Bau des SBB-Grauholztunnels (Nordwestecke des Blattes) detailliert aufgenommen (DOLLINGER 1997).

#### *Obergrenze*

Die Obergrenze der Gümnenen-Schichten ist nicht aufgeschlossen. Sie wird generell über dem stratigraphisch höchstgelegenen Vorkommen von bunten Mergeln gezogen. Im nördlichen Hangfuss des Grauholzes kommt sie auf eine Kote zwischen 610 und 640 m zu liegen, wird dort jedoch von Hangschutt und Moräne

Serie	Stufe	Traditionelle Schweizer Molassestufen (veraltet)	Fazielle Gliederung	Lithostratigraphische Einheiten auf Atlasblatt Worb		Korrelationen mit benachbarten Gebieten (Auswahl)
					Untereinheiten	
MIOZÄN	Langh.	«Tortonien»	Obere Süßwassermolasse, OSM	Napf-Schichten (KAUFMANN 1872) inkl. Hundschüpfen-Schichten (DELLA VALLE 1965)		
				Niedermatt-Schichten (DELLA VALLE 1965)		
		«Helvétien»	Obere Meeresmolasse, OMM	Luterbach-Nagelfluh (GERBER 1926b)		Sädel-Nagelfluh (RUTSCH 1928) auf Atlasblatt Münsingen
				Belpberg-Schichten sensu stricto (RUTSCH & SCHLÜCHTER 1973) sensu lato (RUTSCH 1926)		{ Ulmiz-Nagelfluh (GERBER 1923) auf Atlasblatt Bern bzw. Muschelsandstein (RUTSCH 1926) und «Petrefaktenlager» (STUDER 1825) auf Atlasblatt Münsingen = «Leithorizont 4» (GERBER 1950) auf Atlasblatt Burgdorf
				Bütschelbach-Nagelfluh (RUTSCH 1967a) bzw. «Unterer Muschelsandstein» (GERBER 1926b und RUTSCH 1933)		«Leithorizont 2b» <sup>1</sup> (GERBER 1950) auf Atlasblatt Burgdorf <sup>1</sup> s. Text, S. 14
		«Burdigalien»		Sense-Schichten (RUTSCH 1967a) (inkl. Grenzhorizonte)  [Grenzhorizont auf Atlasblatt Worb nicht aufgeschlossen]		Emme-Schichten (GERBER 1982)
	Gümnenen-Schichten (RUTSCH & SCHLÜCHTER 1973)  [Im Gebiet von Atlasblatt Worb nur in Bohrungen aufgeschlossen]			Scherli-Nagelfluh (RUTSCH 1933) auf Atlasbl. Schwarzenburg «Leithorizont 1» (GERBER 1950) auf Atlasblatt Burgdorf «Unterer Muschelsandstein» (GERBER 1913) bzw. Brüttelen-Muschelnagelfluh (HABICHT 1987) auf Atlasblatt Lyss		
Aquit.	«Aquitanien»	Untere Süßwassermolasse, USM				

überlagert. Die obersten erbohrten bunten Mergel wurden bei Koord. 604.780/205.635 ca. auf Kote 610 m festgestellt. Auf den benachbarten Atlasblättern wird die Grenze in der Regel durch im Feld erkennbare Grenzhorizonte definiert, z. B. durch Muschelsandsteinbänke und glaukonithaltige Sandsteine auf Atlasblatt 100 Bern, durch den «Unteren Muschelsandstein» (sensu GERBER 1913) bzw. die Brüttelen-Muschelnagelfluh (HABICHT 1987) auf Atlasblatt 76 Lyss, durch die Scherli-Nagelfluh auf Atlasblatt 26 Schwarzenburg oder durch den «Leithorizont I» auf Atlasblatt 22 Burgdorf. GERBER (1950) kartierte auf dem nördlich anschliessenden Blatt Burgdorf anstehendes «Aquitaniens», das, bestehend aus homogenen Sandsteinen und einem muschelsandsteinähnlichen Horizont, von einem Steinbruch im Wannental (Koord. ca. 607.420/206.190) nach Südwesten bis auf das Gebiet von Blatt Worb zieht. Dieser Muschelsandsteinhorizont ist auf der nordöstlichen Grauholz Höhe bei P. 731 m (Koord. ca. 605.900/205.900) aufgeschlossen, entspricht aber lithologisch (wie auch der Aufschluss im Wannental) und in seiner stratigraphischen Position dem «Leithorizont Ia» von GERBER (1950), d. h. einem Horizont, der ca. 50–70 m über der Grenze zwischen den Gümnen-Schichten und den darüber folgenden Sense-Schichten liegt.

### *Lithologie*

Die in verschiedenen Bohrungen und beim Bau des Grauholztunnels durchgeführte Abfolge der Gümnen-Schichten besteht aus einer Wechselfolge von weichen und porösen, graubeigen Fein- bis Mittelsandsteinen und bunten, gefleckten Mergeln bzw. Schlammsteinen (Mudstones). Die Sandsteine bilden ca. 0,5–6 m mächtige, tabulare bis flach linsenförmige Sedimentkörper, die als Rinnenfüllungen, Uferwälle und Überschwemmungsablagerungen mäandrierender Flüsse interpretiert werden. Die Mergellagen sind zwischen 0,1 und 2 m mächtig. Es handelt sich dabei um Material, das bei Hochwasser in die flussfernen Bereiche der Schwemmebene transportiert und dort aus der Suspension abgesetzt wurde. Wurzelspuren, Fleckung und konkretionäre Kalkausscheidungen (Caliche) weisen auf Bodenbildung, während einzelne dunkelgraue bis schwarze, Pflanzenhäcksel führende Lagen Sümpfe dokumentieren. Für eine ausführliche Beschreibung der Gümnen-Schichten im Grauholztunnel sei auf DOLLINGER (1997) verwiesen.

### *Alter*

Die Zuordnung der Gümnen-Schichten zum Aquitanien darf als gesichert gelten, da sie säugetierpaläontologisch gut belegt ist.

---

Fig. 1: Die lithostratigraphischen Einheiten und Untereinheiten der Molasse im Gebiet von Blatt Worb, ihre chronostratigraphische Stellung sowie eine Auswahl von Korrelationen mit benachbarten Gebieten.

## Obere Meeresmolasse (OMM)

(Burdigalien)

### **m<sub>2</sub>**      **Sense-Schichten** («Burdigalien» auct.)

#### *Allgemeines*

Die mächtigen Sandsteine der Sense-Schichten (RUTSCH 1967a), des ehemaligen «Burdigalien», sind in erster Linie im nordwestlichen Teil des Blattes zu finden. KAUFMANN (1872) bezeichnete sie als Berner Sandstein, wohl deshalb, weil sie in der Umgebung von Bern in mehreren Steinbrüchen abgebaut und – trotz geringer Wetterfestigkeit – ab dem 15. Jahrhundert in grossem Umfang als Mauerstein und für Steinmetzarbeiten verwendet wurden (LABHART 1997). Mit seiner charakteristischen gelb- bis olivgrauen Farbe prägt der Berner Sandstein das Bild der Berner Altstadt. GERBER (1982) nannte seinen Berner Sandstein ausgehend von Profilen im unteren Emmental Emme-Schichten. Östlich des Napfs wird die «Burdigalien»-Abfolge nach KELLER (1989) als Luzerner Formation definiert.

#### *Untergrenze*

Diese liegt unmittelbar über dem obersten Vorkommen von bunten Mergeln der Gümmenen-Schichten bzw. an der Sohle verschiedener Basishorizonte (Scherli-Nagelfluh, «Unterer Muschelsandstein» [GERBER 1913] bzw. Brüttelen-Muschelnagelfluh, «Leithorizont 1»; s. Angaben zu den Gümmenen-Schichten).

#### *Obergrenze*

Die Obergrenze der Sense-Schichten wird durch die jeweilige Basis der folgenden Horizonte bzw. Abfolgen bestimmt:

- «Unterer Muschelsandstein» nach GERBER (1926b, 1927) und RUTSCH (1933) am Dentenberg und östlich des Lindentals
- Bütschelbach-Nagelfluh gemäss RUTSCH (1967a) und entsprechende Nagelfluhhorizonte im Bantigergebiet
- Massige Sandsteinabfolge der Belpberg-Schichten s. l. auf der Westseite des Lindentals

Die Grenze zwischen den Sense-Schichten und den darüber liegenden Belpberg-Schichten s. l. (d. h. die Grenze zwischen den früheren Molassestufen «Burdigalien» und «Helvétien») wurde von den verschiedenen Bearbeitern immer wieder unterschiedlich definiert. Im Kapitel über die Belpberg- und Niedermatt-

Schichten (S. 13ff) wird näher auf die Bedeutung und Ausbreitung dieser Grenzhorizonte eingegangen.

### *Gliederung*

Nördlich von Bern erlaubt ein markanter Muschelsandsteinhorizont («Leithorizont 2a» von GERBER 1950) eine Zweiteilung der Sense-Schichten. Im Gebiet von Blatt Worb ist dieser «Leithorizont 2a» in den Ostermundiger Steinbrüchen als Nagelfluhhorizont ausgebildet (z.B. Koord. 604.080/199.840 und 604.900/199.030). Verschiedentlich treten andere «Leithorizonte» auf, die jedoch meist nur eine lokale Bedeutung haben. Zu erwähnen sind:

- Ein Muscheln und Geröll führender Grobsandstein im nordöstlichen Grauholz auf Kote 710–730 m (entspricht dem «Leithorizont 1a» von GERBER 1950)
- Eine Balaniden führende Nagelfluh an der Nordseite des Bantigers, z.B. im Graben Laufenbad–Rotenegg (Fig. 2, S. 16) oder an der Schattsiten südlich von Hueb
- Der gleiche Horizont, ausgebildet als bis zu 10 m mächtige Nagelfluh, tritt z.B. im Graben des Feisterbachs östlich des Thorbergs auf Kote 640–650 m und beim Undere Geisme südlich des Thorbergs auf Kote 630–640 m auf.
- Eine bis zu 20 m mächtige polymikte Nagelfluh beiderseits des Lindentals, die sich ca. 20–30 m unterhalb der Grenze zwischen Sense- und Belpberg-Schichten s. l. befindet; in den Gräben südwestlich des Thorbergs ist dieser Horizont nur noch als geringmächtige Gerölllage ausgebildet.

### *Mächtigkeit*

Die Gesamtmächtigkeit der Sense-Schichten ist aus Gründen unterschiedlicher Sedimentationsbedingungen grösseren Schwankungen unterworfen (s. Isopachenkarten in GERBER 1982). Generell nimmt sie jedoch von Norden nach Süden zu. Für das Atlasblatt Burgdorf gibt GERBER (1950) eine Mächtigkeit von ca. 325–400 m an. Im Gebiet des Bantigers weisen die Sense-Schichten eine Mächtigkeit von ca. 400–450 m auf. Bei einer Sondierbohrung für die Brauerei Gurten am nördlichen Fuss des Gurtens (wenig ausserhalb des westlichen Randes von Blatt Worb) wurden die obersten bunten Mergel der Gümnenen-Schichten etwa auf Kote 310 m festgestellt, womit die Mächtigkeit der Sense-Schichten dort zwischen 350 und 400 m beträgt.

### *Lithologie*

In den Sense-Schichten dominieren homogene, trogförmig kreuz- und grossmassstäblich schräg geschichtete Fein- und Mittelsandsteine. Diese führen im

unteren Abschnitt weniger, im oberen vermehrt Glaukonit, der meist in Fossilhorizonten angereichert ist. Die Sandsteine haben, je nach Glaukonitgehalt und Verwitterungsgrad, eine gelb-, oliv- oder bläulich graue Farbe. Zwischen dem unteren Teil der Sense-Schichten, z.B. im Grauholz, und dem oberen Teil, z.B. an der Stockeren und am Bantiger, schalten sich im Gebiet der Lutzeren Mergelhorizonte in die Sandsteine ein (z.B. im Joggelisgraben und an den Hängen nördlich von Geristein).

Im oberen Abschnitt der Sense-Schichten treten häufig geringmächtige Mergelbrekzienhorizonte und dünne Mergellagen auf. Die Mergellagen sind meist als Schichtfugen in schwach wellig geschichteten Sandsteinen ausgebildet oder liegen in Linsen- und Flaserschichtung vor (z.B. in Stettlen und beim Bollhölzli östlich der RBS-Station Boll-Utzig). Konglomerate sind selten und an geringmächtige, rinnenförmige, lateral rasch auskeilende Geröllhorizonte gebunden.

Die Sense-Schichten wurden im litoralen Milieu des Molassemeeres unter wechselnder Beeinflussung durch Wellen und Gezeitenströmungen abgelagert (KELLER 1989, SCHOEPFER 1989).

### *Fossilinhalt und Alter*

Fossilien sind vorwiegend auf muschelsandsteinähnliche Horizonte beschränkt. Als wichtigste Versteinerungen treten auf: Balaniden (z.B. im Graben Laufenbad–Rotenegg bei Koord. 607.120/203.980/660), verschiedene Lamellibranchier (*Mastra* sp., Pectiniden u.a.), Bryozoen sowie Haifischzähne. Im Steinbruch an der Stockeren wurden Schwemmholzstücke gefunden (RUTSCH 1971).

Die Zuordnung der Sense-Schichten zum unteren Burdigalien ist nur durch ihre Stellung im Schichtverband begründet (SCHOEPFER 1989).

### *Aufschlüsse*

Gute Aufschlüsse des unteren Abschnitts der Sense-Schichten sind in den nördlichen Abhängen des Grauholzes sowie in den Steinbrüchen von Ostermündigen (Koord. ca. 604.200/199.800) und am Hätteberg (Koord. 604.750/201.250) zu finden. Der obere Teil der Sense-Schichten ist an folgenden Stellen gut aufgeschlossen: im Graben Laufenbad–Rotenegg an der Nordseite des Bantigers (Koord. 607.130/204.030; s. Profil in Fig. 2, S. 16), in den Gräben des Feisterbachs östlich des Thorbergs (Koord. ca. 610.500/205.500) sowie im aufgelassenen Steinbruch an der Stockeren (Koord. 605.450/203.500).



### **m<sub>3</sub> Belpberg- und Niedermatt-Schichten («Helvétien» auct.)**

#### *Gliederung*

Die Ablagerungen des ehemaligen «Helvétien» (im weiteren Sinne) können im Gebiet von Blatt Worb generell zweigeteilt werden: in die Belpberg-Schichten *sensu lato* (d. h. einschliesslich Grenzhorizonte), welche im westlichen und nördlichen Gebiet des Blattes aufgeschlossen sind, und in die Niedermatt-Schichten, die südöstlich des Luterbachs auftreten. Ein Übergangsprofil zwischen den beiden Einheiten konnte im Kartengebiet nicht aufgenommen werden. Aufgrund ihrer Stellung innerhalb des Schichtverbandes sind die Niedermatt-Schichten jünger als die Belpberg-Schichten s. l. (DELLA VALLE 1965).

Die Belpberg-Schichten s. l. (gemäss RUTSCH 1926, 1928) können dreigeteilt werden, und zwar in einen Nagelfluh- bzw. Muschelsandsteinhorizont an der Basis (Bütschelbach-Nagelfluh gemäss RUTSCH 1967a bzw. «Unterer Muschelsandstein» gemäss GERBER 1926b), in die mächtige Abfolge der Belpberg-Schichten *sensu stricto* (gemäss RUTSCH & SCHLÜCHTER 1973) und in die Luterbach-Nagelfluh (GERBER 1926b, 1927) im oberen Abschnitt. Eine Unterteilung in Untere und Obere Belpberg-Schichten, wie sie RUTSCH & SCHLÜCHTER (1973) vornahmen, ist im Gebiet von Blatt Worb aus faziellen Gründen nicht möglich: Das «Petrefaktenlager» und der Muschelsandstein – am Belpberg von diesen Autoren als Obere Belpberg-Schichten bezeichnet – finden zwar im Gebiet von Blatt Worb vermutlich ihre Äquivalente in den Utzigen-Schichten (Fig. 1), in Fossilien führenden Schichten bei Biembach («Leithorizont 4» von GERBER 1950, vgl. GERBER 1929) und in fossilreichen Schichten bei Enggiststein, Wikartswil und beim Metzgerhüsi (DELLA VALLE 1965), doch erlauben die raschen faziellen Wechsel dieser Horizonte keine einheitliche, kartierbare Ausscheidung.

Die verschiedenen Molassevorkommen am südöstlichen Rand des Gebietes von Blatt Worb (z. B. am nördlichen Hürnberg) werden den Niedermatt-Schichten zugeordnet. BECK & RUTSCH (1949) haben die Aufschlüsse am Nordostrand des südlich angrenzenden Gebietes von Atlasblatt 21 Münsingen dem «Tortonien» zugewiesen. Allerdings betrachteten diese Autoren die Sädel-Nagelfluh (= Luterbach-Nagelfluh) als Dach ihrer Belpberg-Schichten und bezeichneten die Schichten in deren Hangendem als «Tortonien».

#### *Zur Grenzziehung zwischen Sense-Schichten und Belpberg-Schichten s. l. (Grenze «Burdigalien»/«Helvétien» früherer Autoren)*

Die verschiedenen Bearbeiter, allen voran E. Gerber und R. F. Rutsch, haben diese für die Molasseverhältnisse in der Region Bern wichtige Frage sehr unterschiedlich gedeutet und ihre Meinung auch verschiedentlich geändert. Auf dem Atlasblatt Schwarzenburg hat RUTSCH (1967a) die Bütschelbach-Nagelfluh als

Grenzhorizont zwischen «Burdigalien» und «Helvétien» definiert. SCHOEPFER (1989) kam aufgrund von sequenzstratigraphischen Untersuchungen südwestlich von Bern zum Schluss, dass diese Nagelfluhlage, im Gegensatz zu andern Horizonten, isochron verläuft und daher als Grenzhorizont ihre Berechtigung hat. Auf den nordöstlich und nördlich anschliessenden Kartenblättern Worb und Bern lässt sie sich jedoch kaum über grössere Distanz verfolgen, da sie sich in einzelne dünne Gerölllagen («Geröllschnüre») auflösen oder auch in Muschelsandsteinfazies übergehen kann. Im Gebiet von Blatt Worb ist dieser Grenzhorizont sowohl in Muschelsandstein- als auch in Nagelfluhfazies ausgebildet, lokal kann er auch fehlen. Der Muschelsandstein, von GERBER (1926b) als «*Unterer Muschelsandstein*» bezeichnet, tritt z.B. am Dentenberg und östlich des Lindentals auf, während die Nagelfluh z.B. am Bantiger und auch im Gebiet des nördlich anschliessenden Blattes Burgdorf zu finden ist («Leithorizont 2b»<sup>1)</sup> von GERBER 1950). Im Gümligetal lässt sich eine laterale Verzahnung von Nagelfluh- und Muschelsandsteinfazies beobachten (GERBER 1982).

Eine Schlüsselrolle spielen die beiden Nagelfluhaufschlüsse im Südwesten des Kartenblattes beiderseits des Aaretals: Einerseits das Vorkommen westlich unterhalb von Vorder-Märchligen (Koord. 604.975/196.300/525; auf älteren Karten als Chällacher bezeichnet) und anderseits der Aufschluss südöstlich von Kehrsatz beim Falkenhus (Koord. 603.200/194.600/590). Diese beiden Nagelfluhvorkommen wurden auf der Karte von GERBER (1927) als Ulmiz-Nagelfluh bezeichnet. Wie schon RUTSCH (1933) feststellte, können sie einerseits konstruktiv (d.h. unter Berücksichtigung der generellen Schichtlagerung) mit den Aufschlüssen des «Unteren Muschelsandsteins» am Dentenberg (Ostseite des Gümligetals auf Kote 690 m und bei Utzleberg auf Kote 650–660 m) verbunden werden. Andererseits kann aufgrund der Schichtlagerung auch eine Verbindung mit der auf Blatt Bern gezogenen Grenze zwischen Sense- und Belpberg-Schichten gemacht werden, z.B. mit den Horizonten am westlichen Ulmizberg oder am Gurten. Dieser Grenzhorizont am Ulmizberg befindet sich jedoch eindeutig tiefer (ca. 100–130 m) als die so genannte Ulmiz-Nagelfluh von GERBER (1923), die von verschiedenen Autoren (u.a. auch von GERBER 1982) als «Burdigalien»/«Helvétien»-Grenzhorizont bezeichnet und mit den beiden Nagelfluhvorkommen beiderseits des Aaretals verbunden worden ist. Gegen diese Korrelation sprechen nebst dem Schichteinfallen auch lithologische Unterschiede, indem z.B. die Nagelfluh vom Falkenhus von 5 m Sandstein unterlagert wird, während sich im Liegenden der Ulmiz-Nagelfluh eine mächtige Mergelabfolge befindet. Analog zu den Verhältnissen weiter im Westen wird der beiderseits des Aaretals aufgeschlossene Nagelfluhhorizont daher als *Bütschelbach-Nagelfluh* bezeichnet, wel-

<sup>1)</sup> Bei der geologischen Kartierung von Blatt Worb zeigte sich, dass der «Untere Muschelsandstein» (GERBER 1926b) und der entsprechende Nagelfluhhorizont im Bantigergebiet nicht mit dem «Leithorizont 3» (GERBER 1950), sondern mit dem «Leithorizont 2b» auf Blatt Burgdorf zu korrelieren sind, wie dies HABICHT (1987) postuliert hatte.

che somit die Grenze zwischen den Sense-Schichten und den Belpberg-Schichten s. l. darstellt (vgl. HABICHT 1987). Aufgrund der Superposition ist es denkbar, dass die höher liegende Ulmiz-Nagelfluh ihre Fortsetzung möglicherweise in den Utzigen-Schichten (S. 19) bzw. im Muschelsandstein und im «Petrefaktenlager» des Belpbergs findet (Fig. 1).

### *Alter*

Die Belpberg- und Niedermatt-Schichten werden ins mittlere Burdigalien gestellt. Biostratigraphische Daten zu den Belpberg-Schichten sind ziemlich spärlich, da nur wenige Leitformen gefunden wurden und diese etwas widersprüchliche Altersangaben liefern (SCHOEPFER 1989, PFISTER & WEGMÜLLER 1994). Die chronostratigraphische Einordnung der Niedermatt-Schichten erfolgt nur durch ihre Stellung im Schichtverband (DELLA VALLE 1965).

### ***Belpberg-Schichten s. l.***

#### *Untergrenze*

- Basis des «Unteren Muschelsandsteins» nach GERBER (1926b, 1927) und RUTSCH (1933) am Dentenberg und östlich des Lindentals
- Basis der Bütschelbach-Nagelfluh gemäss RUTSCH (1967a) und des entsprechenden Nagelfluhhorizontes im Bantigergebiet
- Basis der massigen Sandsteinabfolge der Belpberg-Schichten s. l. auf der Westseite des Lindentals

#### *Obergrenze*

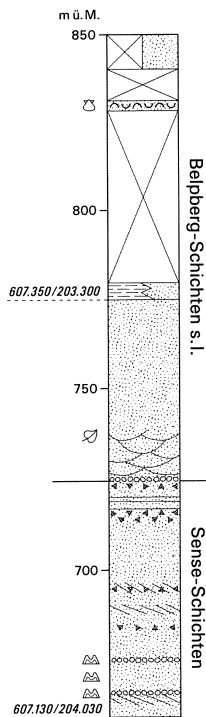
Die Obergrenze der Belpberg-Schichten s. l. wird im Dach der Luterbach-Nagelfluh gezogen.

#### *Bütschelbach-Nagelfluh und «Unterer Muschelsandstein» (GERBER 1926b)*

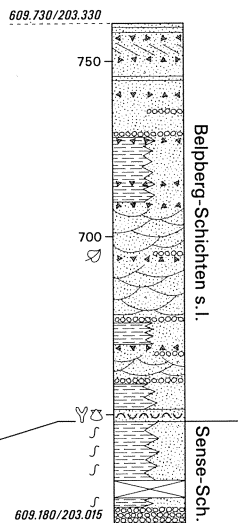
Die Bütschelbach-Nagelfluh (Typlokalität: Koord. 597.325/188.550) ist eine typische Quarzitnagelfluh. Ihre Mächtigkeit kann lateral auf kurze Distanz zwischen maximal 4 m und einer blossen «Geröllschnur» variieren (RUTSCH 1947).

Beim «Unteren Muschelsandstein» handelt es sich um einen grobkörnigen, Glaukonit führenden, feinkonglomerathaltigen Sandstein mit Muschelschalentrümmern (Pectiniden, Cardien und Austern). Er wittert z. T. plattig und mit rauer, löcheriger Oberfläche an und bildet im Gelände häufig eine markante Rippe. Lokal liegt er auch als steil schräg geschichteter, Geröll und wenig Fossilien führender Grobsandstein vor.

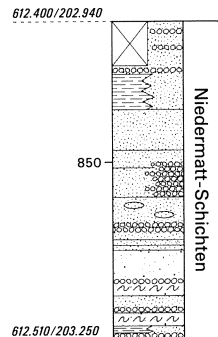
Laufenbad—Roteneegg  
(N Bantiger)



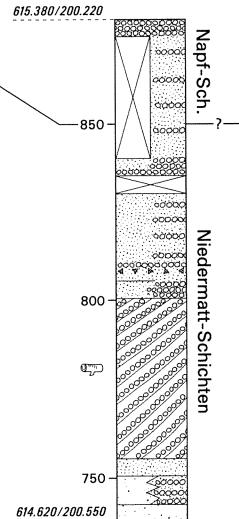
Cholgraben  
(SE Lindental)



Egg-Graben  
(NE Diepoldshusenegg)



Schür—Brüppach  
(SE Bigenthal)



- ~ Bioturbation
- ~ Balaniden
- ~ Bryozoen
- ~ Lamellibranchier
- ~ Holzreste
- ~ Pflanzenhäcksel

- Nagelfluh, polymikt
- Dünne Gerölllage («Geröllschrur»)
- Muschelsandstein
- Sandstein, vorw. mittelkörnig
- Feinsand- und Siltstein
- Mergelbrekzie
- Mergel, Schlammstein
- Wechsellagerung
- Schlecht aufgeschlossen
- Nicht aufgeschlossen

- Slumpstrukturen
- Deltaschrägschichtung
- Trogrförmige Kreuzschichtung
- Schrägschichtung
- Dünnbankige Schichtung
- Konkretionen (Knauer)

Der «Untere Muschelsandstein» vom Dentenberg kann via einen Muschelsandsteinhorizont östlich von Boll am Stämpach (Koord. 609.370/200.250) zu den Aufschlüssen im Lindental verbunden werden. Hier, auf der Ostseite des Lindentals, ist der «Untere Muschelsandstein» von Boll bis zum Muelerewald (nördlich von Lindental) beinahe durchgehend aufgeschlossen. Er steigt von Kote 620 m (Stämpach) um etwa 90 m auf Kote 710 m an (Muelerewald, Koord. 610.080/204.730). Südwestlich des Thorbergs kann der Horizont in den Gräben und auf den Eggen zwischen Kote 690 m und 730 m an verschiedenen Stellen beobachtet werden (s. untenstehende Zusammenstellung).

Auf der Westseite des Lindentals ist der Grenzhorizont nicht nachzuweisen. Da die Schichtabfolge hier sonst völlig analog verläuft, dürfte ein fazielles Auskeilen vorliegen. Auf der Westseite des Lindentals wird die Untergrenze der Belpberg-Schichten deshalb an die Basis der ersten massigen Sandsteine gelegt.

Im Gebiet nördlich des Bantigers stellt ein Geröllhorizont an der Basis einer mächtigen Sandsteinabfolge das Äquivalent der Bütschelbach-Nagelfluh und somit die Untergrenze der Belpberg-Schichten s. l. dar. Die am Bantiger auftretenden, bekannten Muschelsandsteinschichten beim Chatzenstyg und beim Mülistei (SCHMALZ 1985) liegen rund 100 m höher in der Abfolge und sind (entgegen der Auffassung von GERBER 1927 und GERBER 1982) in den mittleren Abschnitt der Belpberg-Schichten s. l. zu stellen (Fig. 3).

Die besten Aufschlüsse des «Unteren Muschelsandsteins» sind an folgenden Stellen zu finden:

#### *Dentenberg*

Osthang des Gümligetal	Koord. 605.430/199.175/690
Nördlich von Utzleberg	Koord. 606.350/200.150/650–660

#### *Lindental*

Östlich Matte	Koord. 608.990/202.190/640
do.	Koord. 608.950/202.290/645
Cholgraben (SE Lindental)	Koord. 609.400/203.110/650

#### *Umgebung des Thorbergs*

Undere Geisme	Koord. 609.310/204.780/720
Muelerewald	Koord. 610.080/204.720/710
Oberhalb Strasse Thorberg–Schwändi	Koord. 609.925/205.290/730
NNE Schwändi	Koord. 610.275/205.400/730
Wisstannen	Koord. 610.670/205.825/715

Fig. 2: Stratigraphische Profile durch die Obere Meeresmolasse und den untersten Abschnitt der Oberen Süsswassermolasse im Gebiet zwischen Bantiger und Bigenthal.

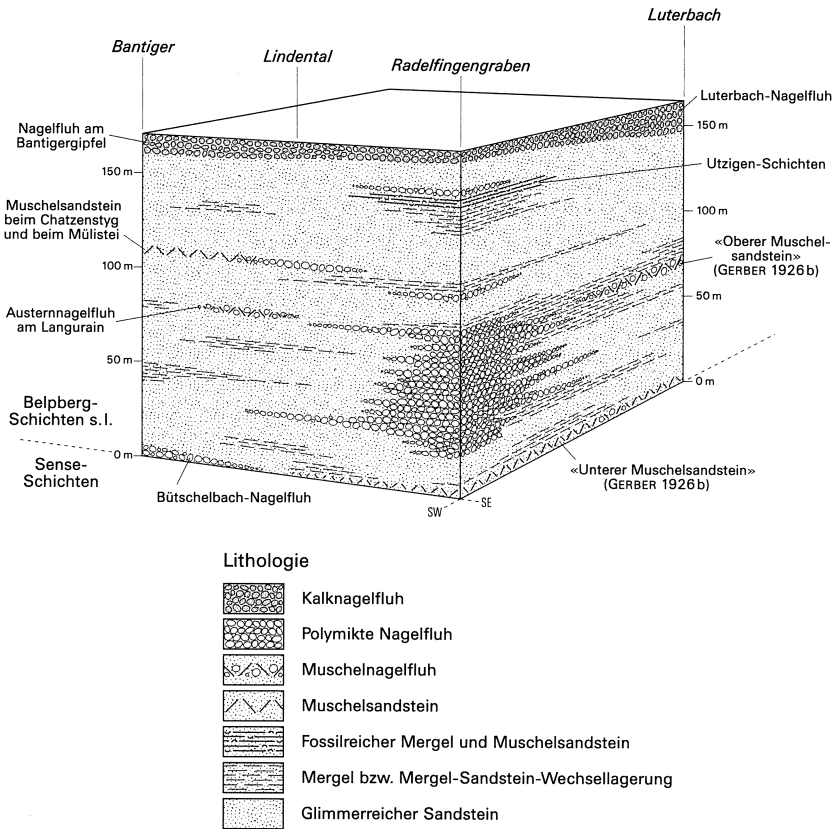


Fig. 3: Räumliche Lage der Nagelfluh-, Muschelsandstein- und Mergellagen in den Belpberg-Schichten s. l. zwischen Bantiger und Luterbach.

### *Belpberg-Schichten s. str.*

**Lithologie:** Die Belpberg-Schichten s. str. bestehen aus plattigen, z. T. auch massigen, glimmerreichen Fein- bis Mittelsandsteinen, denen Konglomeratbänke und Mergellagen bzw. Mergel-Sandstein-Wechsellagerungen zwischengeschaltet sind. Typisch sind rasche laterale Fazieswechsel. Im Lindental kann eine zyklische Abfolge von massigen Sandsteinen beobachtet werden, die stellenweise mit

mergeligen Sandsteinen wechsellagern (s. Profil Cholgraben in Fig. 2). An der Basis dieser Sandsteinzyklen ist meist eine geringmächtige Konglomeratlage ausgebildet. Die Sandsteine der Belpberg-Schichten s. str. wurden in vielen kleinen Steinbrüchen abgebaut; der höchstgelegene befindet sich oberhalb von Utzigen auf Kote 740 m.

Die Fossilien führenden Nagelfluh- und Muschelsandsteinhorizonte, die im Bantigergebiet und östlich des Lindentals in den Sandsteinen der Belpberg-Schichten s. str. auftreten, können teilweise lokal korreliert werden. In Figur 3 sind die räumliche Anordnung und die gegenseitigen Beziehungen dieser Horizonte schematisch dargestellt.

- Die Austernnagelfluh am Langurain (Koord. 608.390/202.560/730) kann mit dem «Oberen Muschelsandstein» (GERBER 1926b, 1927) parallelisiert werden, der z. B. auf der Nordwestseite des Luterbachs und oberhalb der Schwändi (südöstlich des Thorbergs) ansteht. Es handelt sich jeweils um eine Fossilien führende Nagelfluh (auf der Karte als polymikte Nagelfluh ausgedrückt). Dieser Horizont liegt beiderorts ca. 70–80 m über der Basis der Belpberg-Schichten s. str.
- Der Muschelsandsteinhorizont, der beim Chatzenstyg (Koord. 606.710/202.480/850) und beim Mülistei (Koord. 608.120/203.950/845, und rund 400 m südwestlich davon) aufgeschlossen ist, wurde von SCHMALZ (1985) eingehend beschrieben. Er tritt nur lokal auf und ist in andern Profilen nicht mehr nachzuweisen.
- Bei den in der Literatur wiederholt erwähnten *Utzigen-Schichten* (u. a. GERBER 1926b, 1927) handelt es sich um fossilreiche Muschelsandsteine und Mergel. Sie sind im Radelfingengraben südöstlich von Utzigen aufgeschlossen. Die Fauna dieser Schichten entspricht derjenigen des «Petrefaktenlagers» und des Muschelsandsteins am Belpberg (= Obere Belpberg-Schichten nach RUTSCH & SCHLÜCHTER 1973). Gegen Westen kann keine direkte Fortsetzung beobachtet werden. Aufgrund ihrer Position innerhalb der Belpberg-Schichten ist es jedoch denkbar, dass die Utzigen-Schichten gegen Südwesten ihre Fortsetzung in der Ulmiz-Nagelfluh finden (Fig. 1), eine Ansicht, die bereits GERBER (1932) geäußert hatte. Einen Hinweis auf diesen lithologischen Wechsel zeigen die Verhältnisse auf der Nordseite des Belpbergs, wo der Muschelsandstein gemäss RUTSCH (1928) in eine polymikte Nagelfluh übergeht.

*Mächtigkeit:* Unter Berücksichtigung und teilweiser Modifizierung der Angaben von GERBER (1950), BECK & RUTSCH (1958) und RUTSCH & SCHLÜCHTER (1973) weisen die Belpberg-Schichten s. str. (d. h. ohne ihre Grenzhorizonte) eine Mächtigkeit von 250 bis 300 m auf, wobei tendenziell eine Mächtigkeitsabnahme gegen Nordosten hin stattfindet.

*Fossilinhalt:* In den einzelnen Muschelsandsteinhorizonten, aber auch in Nagelfluhbänken und Mergellagen, findet sich eine Vielzahl von marinen Fossilien wie Pectiniden, Austern, Cardien usw. Die Fossilvorkommen mit Fundstellen sind aufgeführt in den Arbeiten von GERBER (1926b) für die Utzigen-Schichten, von GERBER (1929, 1950) für mögliche Äquivalente der Utzigen-Schichten im Biembach (GERBERS «Leithorizont 4») und von SCHMALZ (1985) für Fossilfunde am Bantiger. Eine ausführliche Beschreibung der Lamellibranchierarten aus dem Gebiet und der Umgebung von Blatt Worb liefern PFISTER & WEGMÜLLER (1994, 1998, 1999, 2000, 2001).

Auf der Ostseite des Aaretals wurden bisher im untersten Abschnitt der Belpberg-Schichten keine marinen Fossilien gefunden; stattdessen treten in diesem Gebiet Reste von eingeschwemmten Landpflanzen auf (BECK & RUTSCH 1958). Bei Bauarbeiten an der Enggisteinstrasse in Worb wurden im unteren Teil der Belpberg-Schichten s. str. inkohlte und verkieselte Laubbaumstämme und -äste gefunden (STALDER 1975). Im Herbst 2000, d. h. nach dem Druck von Blatt Worb, wurde in einer Baugrube an der Sunnhalden in Worb (Koord. 609.510/197.950) etwa 20 m über der Basis der Belpberg-Schichten s. l. eine weitere Ansammlung von fossilem Holz entdeckt, darunter ein Baustamm von 7,6 m Länge, mehrere metergrosse Stammstücke sowie der Wurzelstock eines Busches oder kleinen Baumes mit einem ca. 75 cm messenden Wurzelballen aus Lehm (Fig. 4). Viele der Holzstücke liegen in der stellenweise synsedimentär deformierten Füllung einer Rinne; die längeren unter ihnen sind in NE-SW- bis ENE-WSW-Richtung eingeregelt. Die Fazies lässt auf die unmittelbare Nähe einer Flussmündung schliessen, was bedeutet, dass zur Zeit der Ablagerung der unteren Belpberg-Schichten der Übergang zum fluvioterrestrischen Ablagerungsraum des Napf-Schuttfächers vorübergehend bei Worb lag (s. a. RUTSCH 1955 und RUTSCH et al. 1958 zur Verzahnung von marinem und terrestrischem Milieu im «Helvétien» des östlichen Aaretals).

*Aufschlüsse:* Gute Aufschlussverhältnisse in den Belpberg-Schichten s. str. finden sich beiderseits des Lindentals, im oberen Biembach, beiderseits des Bigentals, im Oberthal und im Schwändigraben nordöstlich von Zäziwil. Das Profil der Utzigen-Schichten ist an der Strasse Utzigen–Radelfingen (Koord. 610.260/200.800) oder im Radelfingengraben (Koord. 610.440/200.440) am besten zu beobachten.

### *Luterbach-Nagelfluh*

In der Umgebung des Ankenhüsli und nördlich des Tannenbodens (ca. 1 km WSW Tannen) tritt im oberen Luterbachthal eine 20–30 m mächtige Kalknagelfluh auf, die GERBER (1926b) als Luterbach-Nagelfluh bezeichnete. GERBER wie auch RUTSCH (1933) betrachteten diese als Äquivalent der Sadel-Nagelfluh am



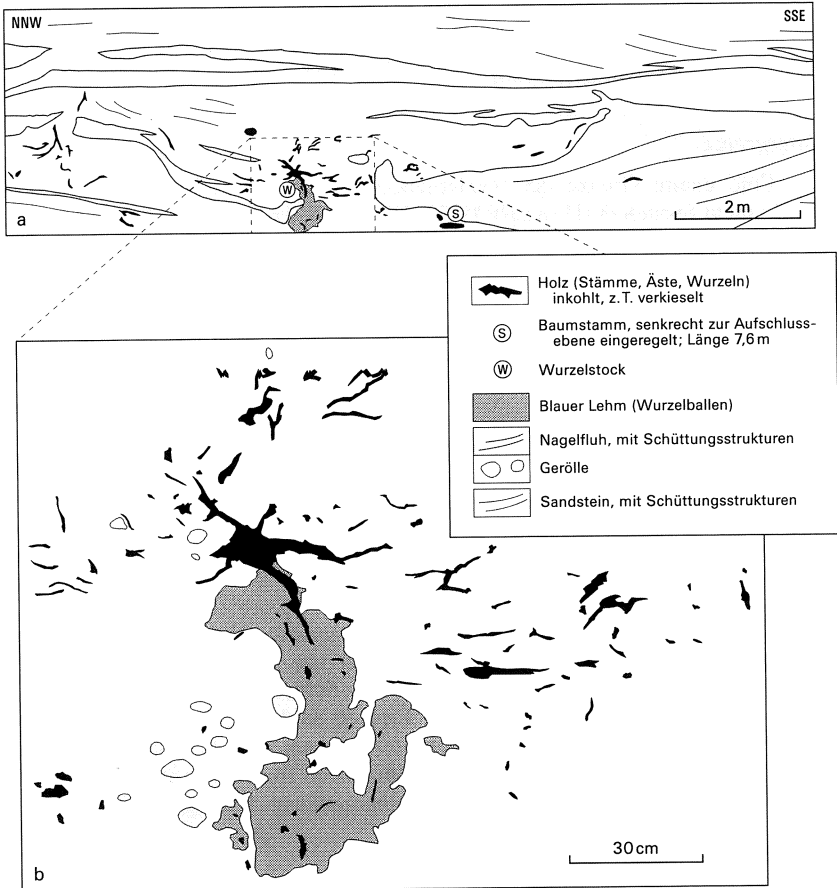


Fig. 4: Ansammlung von fossilem Holz im untersten Abschnitt der Belpberg-Schichten s. str., Sunnhalden Worb. a) Teilansicht des temporären Aufschlusses: Rinnenfüllung, z. T. synsedimentär deformiert. b) Detail: inkohlter Wurzelstock mit radial angeordneten Wurzeln und Wurzelballen aus zähem blauem Lehm.

Belpberg und damit als Ausläufer des Guggisberg-Schuttfächers. Dieselbe Nagelfluh kam beim Rüttihubelbad und am Bantigergipfel bei verschiedenen Bauarbeiten in analoger stratigraphischer Stellung zum Vorschein.

### *Niedermatt-Schichten*

#### *Untergrenze*

Eine untere Grenze der Niedermatt-Schichten wurde von DELLA VALLE (1965) nicht festgelegt (HABICHT 1987). Das Dach der Luterbach-Nagelfluh wird hier als (hypothetische) Untergrenze gewählt.

#### *Obergrenze*

Die Obergrenze wird durch einen fossilreichen Mergelhorizont an der Basis der Hundschrüpfen-Schichten (DELLA VALLE 1965) bzw. der Napf-Schichten bestimmt (s. dort).

#### *Mächtigkeit*

Die Niedermatt-Schichten weisen im Blasenfluegebiet nach DELLA VALLE (1965) eine Mächtigkeit von ca. 170 m auf.

#### *Lithologie*

Die marin-brackischen Niedermatt-Schichten sind gekennzeichnet durch einen häufigen lateralen und vertikalen Wechsel von Sandstein- und Nagelfluhschichten (DELLA VALLE 1965). Die meisten Schichtwechsel spielen sich im Mächtigkeitsbereich von 1 bis 5 m ab. Typisch sind olivgraue, glimmerreiche, weiche Feinsand- bis Siltsteine. Die Sandsteine liegen z.T. als so genannte Knauer Sandsteine vor. In den polymikten Konglomeraten finden sich vielfach inkohlte Holzreste (DELLA VALLE 1965). Untergeordnet treten auch tonige Mergel auf.

#### *Fossilien*

Austern, Haizähne, nicht näher bestimmte Foraminiferen, Ostrakoden und Pflanzenreste (s. Zusammenstellung in DELLA VALLE 1965).

#### *Aufschlüsse*

Gute Aufschlussverhältnisse finden sich im Egg-Graben im obersten Teil des Biembachs (Koord. 612.510/203.250) und im Graben zwischen Schür und Brüppach südöstlich von Bigenthal (Koord. ca. 614.620/200.550) (Fig. 2).

## **Obere Süsswassermolasse (OSM)**

(Burdigalien – Langhien)

### **m<sub>4</sub>      Napf-Schichten («Tortonien» auct.) inkl. Hundschüpfen-Schichten**

#### *Allgemeines*

Die Napf-Schichten (KAUFMANN 1872, 1886) sind eine vorwiegend aus Konglomeraten bestehende Abfolge, die in der Gegend des Napfs eine Mächtigkeit von über 700 m aufweist. Im Gebiet von Blatt Worb ist nur der untere Teil der Napf-Schichten zu finden. Unmittelbar östlich an das Kartengebiet anschliessend, auf der Ostseite der Blasenflue, hat DELLA VALLE (1965) den untersten Teil der Napf-Schichten untersucht und als Hundschüpfen-Schichten bezeichnet. Die Hundschüpfen-Schichten werden hier als informelle Untereinheit der Napf-Schichten aufgefasst.

#### *Untergrenze*

Die Untergrenze der Napf- bzw. Hundschüpfen-Schichten («Tortonien» früherer Autoren) wird im Gebiet der Blasenflue gemäss DELLA VALLE (1965) durch einen fossilreichen, allerdings nur ca. 0,3 m mächtigen, braun-violetten Mergelhorizont gebildet, welcher die Faziesgrenze OMM/OSM darstellt.

Im Gebiet von Blatt Worb konnte diese Grenzschicht nur im Schwändigraben südlich der Blasenflue (Koord. 619.450/196.560) festgestellt werden. Anderorts wurde die Grenze konstruktiv und aufgrund von Fossilfunden oder des Auftretens von terrestrischen und limnischen Bildungen (Caliche, Süsswasserkalke) festgelegt.

#### *Obergrenze*

Eine obere Abgrenzung der Hundschüpfen-Schichten ist nicht definiert (HABICHT 1987). Die ursprüngliche Obergrenze der Napf-Schichten ist wegen der postmolassischen Abtragung nicht mehr vorhanden.

#### *Gliederung*

Die raschen lateralen und vertikalen Fazieswechsel in den Napf- bzw. Hundschüpfen-Schichten verunmöglichen eine Gliederung der Abfolge und die Korrelation zwischen einzelnen Profilen.

#### *Mächtigkeit*

Im Gebiet der Blasenflue sind die untersten ca. 270 m der Napf-Schichten aufgeschlossen. Die von DELLA VALLE (1965) im Detail beschriebenen Hund-

schüpfen-Schichten weisen im Typusprofil unmittelbar östlich des Gebietes von Blatt Worb eine Mächtigkeit von 118 m auf.

### *Lithologie*

Die fluvioterrestrischen und untergeordnet limnischen Napf- bzw. Hundschüpfen-Schichten zeichnen sich aus durch eine Wechsellagerung von polymikten Konglomeraten mit Sandsteinen und Arkosen, in welche Mergel- bzw. Schlammsteinschichten und -linsen eingelagert sind. Die Sandsteine sind glimmerreich, mehr oder weniger grobkörnig und von grünlich gelber bis blaugrauer Farbe. Die Mergel sind grün, grau oder gelb, z.T. mit bläulichen oder weinroten Flecken.

Die Konglomeratvorkommen können lateral rasch auskeilen. Typisch sind kleinräumige Wechsel mit Sandsteinen, was auf eine Ablagerung als Rinnenfüllungen schliessen lässt. Zudem finden sich häufig aufgearbeitetes Mergelmateriale im Form von Klasten und Gallen sowie vereinzelte Kalkkonkretionen.

Süsswasserkalke konnten z.B. südöstlich von Schwanden bei der Häusergruppe Schleifschür an der Abrisskante einer Rutschung gefunden werden (Koord. 619.930/203.290). Der dichte Kalk ist hell- bis graubeige gefärbt und führt weisse Schalenreste von Planorben.

### *Fossilinhalt und Alter*

An Makrofossilien treten folgende Süsswassergastropoden auf: Heliciden, Planorben, *Triptychia* sp., *Cepaea* sp. u.a. Für eine detaillierte Auflistung der Fossilfunde in den Napf-Schichten sei auf die Zusammenstellungen in GERBER (1950) und DELLA VALLE (1965) verwiesen.

Chronostratigraphisch reichen die Napf-Schichten vom oberen Burdigalien bis ins Langhien (HABICHT 1987, SCHLUNEGGER et al. 1996; s. a. MATTER 1964).

### *Aufschlüsse*

Gute Aufschlüsse finden sich im Schwändigraben südlich der Blasenflue, in den Gräben südlich von Landiswil, bei der Hinteren Schwändi im hinteren Talgraben sowie bei der Inneren Hueb südlich von Goldbach.

## QUARTÄR

### *Zur Quartärstratigraphie*

Die Autoren der bisher publizierten Atlasblätter des Berner Mittellandes gingen von der «klassischen» Vorstellung von vier Eiszeiten (Günz, Mindel, Riss und Würm) und drei dazwischenliegenden Warmzeiten aus. Die Würm-Eiszeit wurde zusätzlich in eine Würm-I- und eine Würm-II-Vergletscherung, getrennt durch ein Interstadial, unterteilt. Über die Frage, welcher dieser beiden Würm-Gletschervorstösse der bedeutendere war, herrschte lange Zeit Uneinigkeit. Weitgehend unbestritten war dagegen, dass die Riss-Eiszeit die grösste der vier Vergletscherungen repräsentiert.

Neuere Forschungsergebnisse, vor allem von Pollenanalysen, absoluten Altersbestimmungen und sedimentpetrographischen Untersuchungen, haben in den letzten Jahren zu einer Wiederbelebung der seit PENCK & BRÜCKNER (1901–1909) in den Hintergrund geratenen Diskussion um die Zahl der Eiszeiten geführt. Besonders C. Schlüchter und M. Welten haben mit ihren umfangreichen Untersuchungen an den Bohrungen Thalgut und Meikirch im Raum Bern zu kritischem Hinterfragen der bisherigen Hypothesen angeregt. Sie kamen zum Schluss, dass zwischen der Würm- und der Riss-Eiszeit mehrere durch Warmzeiten getrennte Gletschervorstösse stattgefunden haben (WELTEN 1988, SCHLÜCHTER 1987, 1989, SCHLÜCHTER & WOHLFAHRT 1993). Mit dem Begriff Riss wurden demnach zwei verschiedene Eiszeiten bezeichnet:

1. Riss nach herkömmlicher *stratigraphischer* Nomenklatur: Es handelt sich um die *Vorletzte Vergletscherung* im Sinne von PENCK & BRÜCKNER (1901–1909), d. h. die der Würm-Eiszeit vorausgegangene Vereisung. Die Reichweite der Gletscher blieb in dieser Zeit weit hinter der Gletscherausdehnung beim späteren würmzeitlichen Hauptvorstoss (Last Glacial Maximum, LGM) zurück. Das vorletzte Glazial verkörpert demzufolge nicht mehr länger auch die grösste Vereisung.
2. Riss nach herkömmlicher *paläogeographischer* Nomenklatur: Unter diesem Begriff wird die *Grösste Vergletscherung*, d. h. die am weitesten ausgedehnte Vereisung verstanden, während der weite Teile der Schweiz eisbedeckt waren. Ihre chronostratigraphische Stellung ist noch nicht genau geklärt. Mit Sicherheit ist die Grösste Vergletscherung (Most Extensive Glaciation, MEG) bedeutend älter als das Riss nach herkömmlicher stratigraphischer Nomenklatur.

Auf Figur 5 ist die neue (vorläufige), auf Blatt Worb verwendete Gliederung und Nomenklatur der mittel- und jungpleistozänen Kalt- und Warmzeiten, die sich auf das Konzept von SCHLÜCHTER & MÜLLER-DICK (1996) bzw. SCHLÜCHTER & KELLY (2000) stützt, einer Auswahl von früher gebräuchlichen Bezeichnungen gegenüber gestellt.

Litho- und morphostratigraphische Einheiten im Gebiet von Atlasblatt Worb				Glaziale und Interglaziale (bzw. Stadiale und Interstadiale)		Chrono- strati- graphie	Alter [ka] <sup>1)</sup>			
				Aktuelle Gliederung und Nomenklatur	Äquivalente nach älterer Nomenklatur					
Alluviale Ablagerungen, Verlandungssedimente, Hangschutt usw.				Holozän		Nacheiszeit		HOLOZÄN	10	
Spät- bis postglaziale Schotter, q <sub>5s</sub> Rückzugsschotter der Letzten Vergletscherung («Felderschotter» und Äquivalente), q <sub>4sF</sub> Stauschotter von Ostermundigen und von Kehrsatz, q <sub>4sO</sub> Rinnenschotter p. p. (?), q <sub>4sR</sub> Stauschotter im Emmental, q <sub>4sE</sub>				Letzte Vergletscherung	2. Vorstoss (Hauptvorstoss) [Last Glacial Maximum, LGM]		Würm II	Oberpleistozän	PLEISTOZÄN	
Moräne der Letzten Vergletscherung, q <sub>4m</sub>										
Rinnenschotter p. p. (?), q <sub>4sR</sub>										
Obere Münsingen-Schotter, q <sub>4sM</sub>	Chisetäl-Schotter, q <sub>4sC</sub>	Karlsruhe-Schotter, q <sub>4sK</sub>	Grauholz-Schotter, q <sub>4sG</sub>		Interstadialkomplex		Interstadial (Spiezer Schwankung)			
Untere Münsingen-Schotter <sup>2)</sup>				1. Vorstoss		Würm I				28
Eemzeitliche Seetone <sup>3)</sup>				Eem sensu Welten		Eem			60	
Kies-Sand-Komplex von Kleinhöchstetten, q <sub>3sK</sub> Moräne der Vorletzten Vergletscherung («Altromäne»), q <sub>3m</sub> Raintal-Deltaschotter und -Seetone, q <sub>3R</sub>				Vorletzte Vergletscherung		Riss nach herkömmlicher stratigraphischer Nomenklatur		Mittelpleistozän	115	
				Holstein sensu Welten von Meikirch (H <sub>M</sub> )					Präwürm	
				«Grosse Vergletscherung (II)»						
				Holstein sensu Welten mit <i>Pterocarya</i> (H <sub>P</sub> )						
				«Grosse Vergletscherung (I)»						
				—						
Moräne ausserhalb des Würm-Maximums, q <sub>vm</sub> Fluvioglaziale Rinnen- und Deltaschotter («Höhenschotter»), q <sub>4H</sub>				Grösste Vergletscherung(en) [Most Extensive Glaciation(s), MEG]		Riss nach herkömmlicher paläogeographischer Nomenklatur			350	
									<780	

### *Überblick über die eiszeitliche Landschaftsgeschichte*

Das Gebiet von Blatt Worb wurde – vor allem in seinem südlichen und westlichen Teil – während der letzten Eiszeiten stark durch die Erosionsformen und Ablagerungen des Aaregletschers geprägt.

Die Trogbildung im Aaretal zwischen Thun und Bern (Aaretal-Trog, s. Nebenkarte «Geologische Übersicht 1:200000») ist älter als das Holstein-Interglazial sensu Welten mit *Pterocarya* (Fig. 5; vgl. KELLERHALS et al. 1981, KELLERHALS & ISLER 1983, SCHLÜCHTER 1987) und geht möglicherweise auf die Grösste Vergletscherung zurück. Die Übertiefung des Troges beträgt 250–280 m.

Beim vorletzteiszeitlichen Vorstoss des Aaregletschers, eventuell auch bereits während einer früheren Vergletscherung, haben Nebenarme den ebenfalls übertieften Gümligen-Trog und den Worber Trog ausgehobelt. Der Verlauf des Worber Troges entspricht dem heutigen Worbletal, während der zum grössten Teil wieder aufgefüllte Gümligen-Trog von Rubigen über Gümligen nach Ostermundigen führt und von dort seine Fortsetzung in Richtung Grauholz nimmt (KELLERHALS & HAEFELI 1990, GRUNER 1993, s. Nebenkarte «Geologische Übersicht 1:200000»). Die Existenz dieser nordwärts gerichteten Talung kann durch die Überlegung untermauert werden, dass bei einem primären Eisaufbau der Aaregletscher das Gebiet um Bern sicher früher erreichte als der im Mittelland viel träger reagierende Rhonegletscher. Nach Eintreffen des Rhoneeises wurde der Aaregletscher nach Nordosten abgedrängt; er folgte dabei vorerst verschiedenen kleineren Nebentrögen östlich von Bern.

Während des Hochstandes der Grössten Vergletscherung wurde das ganze Gebiet von Atlasblatt Worb vollständig vom Rhonegletscher überfahren. Dies kann u.a. durch verschiedene im Emmental und im Napfgebiet aufgefundene Rhoneerratiker belegt werden (RUTSCH 1967b).

Die Letzte Vergletscherung ist durch zwei markante Vorstösse der Gletscher geprägt. In der ersten Kaltphase gelangte der Aaregletscher etwa bis in das mittlere Aaretal (SCHLÜCHTER 1976) und zog sich anschliessend in der so genannten Spiezer Schwankung in den Alpenraum zurück (mündl. Mitt. C. Schlüchter). Beim zweiten Vorstoss stiess er hingegen bis über Bern hinaus. Die mit diesem Vorstoss verbundenen Schotterablagerungen fanden eine weite Verbreitung. Auch in dieser Kaltzeit stiess der träger reagierende Rhonegletscher erst später in die Gegend von Bern vor und drängte den Aaregletscher erneut gegen Nordosten über das Grauholz und um den als Nunatak aus dem Eis ragenden Bantiger herum Richtung Burgdorf ab. Der Rhonegletscher riegelte im Raum Burgdorf zudem

Fig. 5: Die litho- und morphostratigraphischen Einheiten des Quartärs im Gebiet von Blatt Worb, ihre Zuordnung zu Glazialen und Interglazialen und ihre chronostratigraphische Stellung.

<sup>1)</sup> 1 ka = 1000 Jahre. <sup>2)</sup> Obere und Untere Münsingen-Schotter sind auf Blatt Worb zusammengefasst. <sup>3)</sup> Nur in der Kiesgrube Schwarzbach bei Rubigen temporär aufgeschlossen. Senkrechte gestrichelte Linien: mögliche stratigraphische Stellung der Einheit.

das Tal der Emme vollständig ab, was zu einer mächtigen Aufschüttung von Stauschottern führte.

Das Hügelland zwischen dem Aaretal und den randlichen Höhen des Emmentals (Bantiger–Mänziwilegg–Geissrüggen–Blasenflue) wurde durch die wiederholten Vorstösse des Aaregletschers morphologisch stark geprägt, wobei der letzteiszeitliche naturgemäss die deutlichsten Spuren hinterlassen hat. Die verschiedenen letzteiszeitlichen Rückzugsstände des Aaregletschers sind durch teilweise zusammenhängende Moränenzüge an den Talflanken und durch Erdmoränenwälle gut dokumentiert. Während des Rückzuges wurden im Gletschervorfeld in tiefer gelegenen Lagen um Bern weitflächig Rückzugsschotter, die so genannten «Felderschotter», abgelagert.

## Pleistozän

### GRÖSSTE VERGLETSCHERUNG

(Riss nach herkömmlicher paläogeographischer Nomenklatur)

#### **q<sub>sh</sub> Fluvioglaziale Rinnen- und Deltaschotter («Höhenschotter»)**

Als so genannte «Höhenschotter» werden topographisch hoch gelegene, fluvioglaziale Schotter bezeichnet, die z.T. reliktsch und häufig in Form von Rinnenfüllungen der Molasse aufliegen (GERBER 1941). Lokal sind sie als Deltaschotter ausgebildet. Sie enthalten sowohl Aare- als auch vereinzelt Rhonegerölle und weisen in der Regel verkittete Partien auf.

Zur Zeit der Letzten Vergletscherung war das Gebiet nordöstlich einer Linie Luterbach–Diepoldshusenegg–Mänziwilegg–Geissrüggen–Oberthal eisfrei; GERBER (1941) betrachtete deshalb die jenseits dieser Linie vorkommenden «Höhenschotter» als «prä- bis frühriesszeitliche» Ablagerungen. An verschiedenen Stellen, so z.B. bei der Kiesgrube Chratzme südwestlich von Landiswil (Koord. 617.500/199.985/920) und in der benachbarten kleinen Grube bei der Lindenweid (Koord. 618.410/199.725/905), werden die Schotter von dünner Grundmoräne der Grössten Vergletscherung überlagert. (Das Moränenvorkommen bei der Lindenweid ist wegen seiner geringen Ausdehnung auf der Karte nicht dargestellt.) Diese Überdeckung sowie die vertikale Korngrössenentwicklung, wie sie in einzelnen Kiesgruben beobachtet werden konnte, deuten darauf hin, dass es sich bei den «Höhenschottern» mindestens teilweise um Vorstossschotter des Rhonegletschers handelt, die während der Grössten Vergletscherung abgelagert wurden. Denkbar ist auch, dass ein Seitenarm des durch den Rhonegletscher gestauten Aaregletschers über die erwähnte Linie nach Nordosten ins Emmental vorstiess. Die Vorkommen der «Höhenschotter» liegen gegen das Emmental hin, d. h. in Richtung Norden, auf zunehmend tieferem Niveau.



Fig. 6: Schüttungsstrukturen in den «Höhenschottern». Die Deltaforesets erreichen eine Höhe von mehr als 20 m; die Topsets sind teilweise verkittet. Kiesgrube Chratzme bei Landiswil, Blick Richtung SW. Höhe des Aufschlusses ca. 45 m.  
Foto R. Burkhalter, 2000.



Das Auftreten der «Höhenschotter» als Füllung von grösseren Rinnen könnte möglicherweise auch dahingehend interpretiert werden, dass mindestens die Rinnen während einer Abschmelzphase des Gletschers gebildet wurden. Eine solche Rinne verläuft vom Ätztischwand südöstlich von Landiswil bis zur Vorderen Schwändi östlich von Bigenthal. Eine weitere, E-W-gerichtete und lokal tief in die Molasse eingeschnittene Rinne liegt nördlich der Wägesse und beiderseits des Ankenhüsli im oberen Luterbach. An dieser Stelle sind die «Höhenschotter» von Moräne der Letzten Vergletscherung überlagert.

Einige kleinere, reliktsche Schottervorkommen in der Umgebung des Bantigers werden teilweise ebenfalls von Moräne der Letzten Vergletscherung überdeckt (z.B. an der Moosegg nördlich des Bantigers und beim Liebißberg südwestlich von Lindental).

In der Kiesgrube Chratzme bei Landiswil können an verschiedenen Stellen schöne Deltaablagerungen beobachtet werden (Fig. 6), die in einem möglicherweise durch den vorrückenden Gletscher abgedämmten Staubecken gebildet wurden (mündl. Mitt. C. Schlüchter). Über feinkörnigen horizontalen Lagen (Bottomsets) folgen kiesige, z.T. auch sandige Schrägschichten (Foresets), die ihrerseits von grobkörnigen horizontalen Schichten (Topsets) überlagert werden. Die Deltaablagerungen wurden anschliessend vom Gletscher überfahren. Auffallend bei diesem einzigartigen Aufschluss ist die tiefgründige Verwitterung.

In der heute wieder fast vollständig aufgefüllten Kiesgrube Ätzlischwand wurden im Liegenden der «Höhenschotter» feinkörnige, geschichtete Sedimente angetroffen. Eine pollenanalytische Untersuchung dieser Schichten verlief leider ergebnislos.

#### **q<sub>vm</sub> Tiefgründige Verwitterungsdecke auf Moräne oder Molasse** (ausserhalb des Würm-Maximums)

Im Bergland zwischen Aare- und Emmental können an verschiedenen Stellen Grundmoränenrelikte festgestellt werden, die ausserhalb des Maximalstandes der Letzten Vergletscherung liegen und deshalb der Grössten Vergletscherung, d.h. dem Riss nach herkömmlicher paläogeographischer Nomenklatur, zugeordnet werden. Beispiele finden sich auf der Hammegg östlich von Walkringen, auf dem Geissrücken nördlich von Arni sowie im Gebiet zwischen Zäziwil und der Blasenflue. Teilweise handelt es sich bei diesen Ablagerungen auch um tiefgründige Verwitterungsschichten auf der Grundmoräne oder direkt auf der Molasse, wie zum Beispiel auf dem Bantigergipfel.

### **VORLETZTE VERGLETSCHERUNG** (Riss nach herkömmlicher stratigraphischer Nomenklatur)

#### **q<sub>3R</sub> Raintal-Deltaschotter und -Seetone**

Südlich des Raintalwaldes am Fuss des östlichen Aaretalanges wurden bereits von GERBER (1927) auffällige schräg geschichtete Schotter und Sande kartiert, die z.B. bei Koord. 606.380/194.875 nagelfluhartig verkittet sind. Diese Schichten wurden wahrscheinlich in einem gletschnahen Staubecken abgelagert (SCHLÜCHTER 1976); wie sich bei den Arbeiten für die Autobahn A6 und in Bohrungen herausstellte, gehen sie lateral in Seetone dieses Beckens über. Vermutlich existierte zu diesem Zeitpunkt ein Aaretalsee, der nach Norden bis in die Gegend von Bern reichte, wo er durch vom Rhonegletscher abgelagertes Material aufgestaut wurde. Beide Einheiten befinden sich im Liegenden einer sicher präwürmzeitlichen feinkörnigen Moräne («Schlammoräne»), die SCHLÜCHTER

(1976) mit Vorbehalt der Vorletzten Vergletscherung zuordnet. Es ist jedoch denkbar, dass diese Ablagerungen auch einer früheren Vergletscherung zuzurechnen sein könnten (Fig. 5).

### **q<sub>3m</sub> Moräne der Vorletzten Vergletscherung («Altmoräne»)**

Als Moräne der Vorletzten Vergletscherung (Riss nach herkömmlicher stratigraphischer Nomenklatur) wird im Aaretal jene so genannte «Altmoräne» bezeichnet, die im Liegenden von alten Seetonen und von Vorstossschottern der Letzten Vergletscherung auftritt (KELLERHALS et al. 1981). Aufschlüsse von eindeutiger «Altmoräne» konnten nur an wenigen Stellen beiderseits des Aaretals, u. a. in einigen durch den Autobahnbau im Raintalwald bei Allmendigen freigelegten Vorkommen, beobachtet werden. In einer Reihe von Bohrungen im Gebiet zwischen Rubigen und Gümligen sowie im unteren Worbletal wurde sie jedoch verschiedentlich im Liegenden von als eemzeitlich datierten Seetonen (Eem: Interglazial zwischen der Letzten und der Vorletzten Vergletscherung, Fig. 5) einwandfrei nachgewiesen (SCHLÜCHTER 1976, 1979). Aufgrund der lithostratigraphischen Abfolge wird die «Altmoräne» als Bildung der Vorletzten Vergletscherung angesehen; nicht auszuschliessen ist allerdings auch eine Zuordnung zu einer vorangehenden Eiszeit.

Im Gebiet von Atlasblatt Bern wurde die «Altmoräne» sowohl am Aarebord als auch auf der Westseite der Stadt ebenfalls an einigen Stellen angetroffen, hingegen konnten in den zahlreichen Bohrungen im Grauholzgebiet keine entsprechenden Ablagerungen festgestellt werden. Möglich ist, dass der Aaregletscher in der Vorletzten Eiszeit gar nicht über den Raum Bern hinausgekommen ist. Für diese Theorie sprechen die Ergebnisse der Bohrung Meikirch auf Atlasblatt Bern, wo gemäss SCHLÜCHTER (1987 u. mündl. Mitt.) eine lückenlose Abfolge von datierbaren Seetonen zwischen der hier «Grosse Vergletscherung (II)» bezeichneten Eiszeit (Fig. 5) und der Letzten Vergletscherung besteht. Denkbar ist aber auch, dass allfällig vorhanden gewesenes Lockergesteinsmaterial vom vorstossenden letzteiszeitlichen Gletscher wieder weggeräumt wurde.

Die «Altmoräne» ist eine feinkörnige Moräne, die durch teils geschichtete, sandig-tonige Silte mit z. T. gekritzten und polierten Geröllen und einer Anhäufung von Blöcken in ihrem Dach charakterisiert werden kann. Bei der Moräne im Raintalwald («Schlammoräne») handelt es sich genetisch sowohl um Grund- wie auch um Gletscherseemoräne (Waterlain Till; SCHLÜCHTER 1997, 1999).

### **q<sub>3sK</sub> Kies-Sand-Komplex von Kleinhöchstetten**

Im Raintalwald südlich von Allmendigen und unterhalb der Häuser von Kleinhöchstetten wurden durch die Bauarbeiten für die Autobahn gut geschichtete Kiese und Sande freigelegt, die SCHLÜCHTER (1976) als Kies-Sand-Komplex

von Kleinhöchstetten bezeichnete. Aufgrund der lithostratigraphischen Abfolge und einer  $^{14}\text{C}$ -Analyse deutete er diesen Komplex als vorletzteiszeitlichen Rückzugsschotter des Aaregletschers.

Vom Kies-Sand-Komplex von Kleinhöchstetten sind weder weitere Aufschlüsse bekannt, noch wurde er an einer andern Stelle mit Sicherheit erbohrt.

## LETZTE VERGLETSCHERUNG (WÜRM)

### Vorstossschotter der Letzten Vergletscherung

<b>q<sub>4sG</sub></b>	<b>Grauholz-Schotter (= «Plateauschotter» p. p.)</b>
<b>q<sub>4sK</sub></b>	<b>Karlsruhe-Schotter</b>
<b>q<sub>4sC</sub></b>	<b>Chisetel-Schotter</b>
<b>q<sub>4sM</sub></b>	<b>Münsingen-Schotter</b>

Alte Schotterablagerungen in Ittigen und westlich davon werden in Analogie zur Karte von GERBER (1927) als *Karlsruhe-Schotter* (BALTZER 1896) bezeichnet. Sie dürften, wie auch die alten Schotter östlich des Grauholzes – dort als *Grauholz-Schotter* (= «Plateauschotter» p. p.) bezeichnet –, dem vorstossenden Rhonegletscher während der Letzten Vergletscherung zuzuordnen sein, da sie Gerölle aus dem Erratikum des Kantons Freiburg enthalten (GERBER 1953; vgl. NUSSBAUM 1934). In der ehemaligen Kiesgrube am Fischrain (Koord. 602.540/203.100; s. WAGNER 1998) und am anschliessenden Hang auf der Nordseite der Worblentalstrasse weisen die Karlsruhe-Schotter eine talaufwärts gerichtete Deltaschrägschichtung mit zum Teil stark verkitteten Foresets auf.

Beim letzteiszeitlichen Vorstoss des Aaregletschers wurden die teilweise von Moräne bedeckten Schotter bei Zäziwil und Oberhofen i.E. abgelagert, welche als *Chisetel-Schotter* bezeichnet werden (s. KELLERHALS + HAEFELI AG 1992). Das Schottervorkommen bei der Hungerschluecht nordwestlich von Arni wird im Unterschied zu HANTKE (1980) nicht als Vorstossschotter der Letzten Vergletscherung, sondern als «Höhenschotter» betrachtet.

Die mächtigen, weit verbreiteten Schottervorkommen im Aaretal, die zwischen älter eingestuftem Lockergesteinen und der Moräne der Letzten Vergletscherung abgelagert wurden, werden *Münsingen-Schotter* genannt (SCHLÜCHTER 1973, 1976, KELLERHALS et al. 1981). Sie sind in eine untere und eine obere Einheit gegliedert (SCHLÜCHTER 1976), was in der Kiesgrube Schwarzbach bei Rubigen (Koord. 607.400/195.525), wo sie grossflächig aufgeschlossen sind, deutlich zum Ausdruck kommt (Fig. 7). Gemäss SCHLÜCHTER (1976) handelt es sich bei den Unteren Münsingen-Schotter um Vorstossschotter des ersten letzteiszeitlichen Vorstosses des Aaregletschers, bei den Oberen Münsingen-Schottern um solche des zweiten, bedeutenderen (Fig. 8). Nach der Drucklegung von Blatt



Fig. 7: Untere und Obere Münsingen-Schotter, getrennt durch eine Diamiktlage (dunkles Band in oberer Bildhälfte) mit erratischem Block. Die hangende Grundmoräne des zweiten letzteiszeitlichen Gletschervorstosses fehlt hier lokal. Nordteil der Kiesgrube Schwarzbach bei Rubigen, Blick Richtung Norden. Grösse der Person: 1,4 m. Foto R. Burkhalter, 2001.



Fig. 8: Obere Münsingen-Schotter, von Grundmoräne des zweiten letzteiszeitlichen Gletschervorstosses überlagert. Kiesgrube Schwarzbach bei Rubigen, Blick Richtung Norden. Höhe des Aufschlusses ca. 5 m. Foto U. Gruner, 1998.

Worb wurden in der nördlichen Erweiterung der Kiesgrube im Liegenden der Unteren Münsingen-Schotter eemzeitliche Seetone angeschnitten (vgl. GRUNER 1993).

Analoge Schottervorkommen im Liegenden der letzteiszeitlichen Moräne wurden in den Becken von Gümligen und von Ostermundigen (beides Teile des Gümligen-Troges, s. Nebenkarte «Geologische Übersicht 1:200000») und im mittleren und unteren Worbletal erbohrt (KELLERHALS & HAEFELI 1990, GRUNER 1993). BECK & RUTSCH (1949) haben auf der Nebenkarte «Quartär-Ablagerungen zwischen Thun und Bern» zu Blatt Münsingen die Verbreitung der Münsingen-Schotter nach Norden bis in den Raum Bern (Dählholzli) postuliert. Entsprechend werden auf Blatt Worb die in Bohrungen angetroffenen Vorstossschotter der Letzten Vergletscherung bis auf die Höhe von Dennigkofe als Münsingen-Schotter bezeichnet. Die Vorkommen bei Ostermundigen und im Worbletal werden hingegen den Karlsruhe-Schottern zugerechnet.

#### **q<sub>4sR</sub> Rinnenschotter**

Bei den verschiedenen Rinnenschottern im Gebiet von Blatt Worb und dessen näherer Umgebung handelt es sich um fluvioglaziale Schotterfüllungen von randglazialen Rinnen, die durch Schmelzwässer in den Molasseuntergrund erodiert wurden.

In der Talung zwischen Lutzeren und Hueb lassen sich in den teilweise verkitteten so genannten Lutzeren-Schottern gestaffelte Terrassenniveaus feststellen, die auf eine mehrphasige Bildung bzw. ein mehrphasiges Einschneiden hinweisen. Ein benachbartes Vorkommen von Rinnenschottern liegt knapp ausserhalb des Gebietes von Atlasblatt Worb; es handelt sich um die von letzteiszeitlicher Moräne überlagerten Krauchthaler Schotter (GERBER 1950; s. Nebenkarte «Geologische Übersicht 1:200000»). Am Utzigenrain treten grobkörnige Schotter auf, die laut GERBER (1955) ebenfalls von Moräne der Letzten Vergletscherung überdeckt sind; sie führen zahlreiche Blöcke von über 1 m Durchmesser (GERBER 1955) und lagern in einer tiefen, z.T. fast senkrecht begrenzten Rinne. Dieses Vorkommen dürfte mit demjenigen von Radelfingen zu korrelieren sein. Weitere Rinnenschottervorkommen sind vom Biglebach östlich von Biglen bekannt sowie vom Oberthal nördlich von Zäziwil, wo sie früher abgebaut wurden. Die ehemalige Kiesgrube beim Weiler Alterswil ist heute wieder aufgefüllt.

Über das Alter der Rinnenschotter ist wenig bekannt. Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass die räumlich weit auseinander liegenden Vorkommen eine voneinander unabhängige Bildungsgeschichte haben. Als Zeitpunkt verstärkter Erosion von Rinnen wird in der geomorphologischen Literatur im Allgemeinen eher die Rückzugsphase von Gletschern angesehen; ungewiss bleibt indes der Zeitpunkt der Rinnenauffüllung. Die Rinnenschotter vom Utzigenrain und die Krauchthaler Schotter sind aufgrund der Lagerungsverhältnisse älter als

der letzteiszeitliche Hauptvorstoss. Das Mindestalter der Lutzeren-Schotter ist durch den Zeitpunkt des Eisrückzuges vom Sattel der Lutzeren gegeben. Dieser fand im Anschluss an das Bantigen-Ferenberg-Stadium (WAGNER 1999), ein frühes letzteiszeitliches Rückzugsstadium, statt. Ein wesentlich höheres Alter ist jedoch nicht auszuschliessen (mündl. Mitt. C. Schlüchter).

#### **q<sub>4m</sub> Moräne der Letzten Vergletscherung**

Mit dem Begriff «Moräne» werden sowohl die durch den Gletscher aufgebaute Landschaftsform (Moränenwälle) als auch die durch ihn direkt abgelagerten Sedimente bezeichnet. Beides hat bereits BALTZER (1896) in der Umgebung von Bern ausführlich beschrieben. Aktuelle Beschreibungen und Definitionen der verschiedenen Typen von glazigenen Ablagerungen sind z.B. bei SCHLÜCHTER (1997, 1999) zu finden.

Während des Maximalstandes der Letzten Vergletscherung lag das gesamte Hügelland südwestlich einer Linie Luterbach–Diepoldshusenegg–Mänziwillegg–Geissrüggen–Oberthal unter z.T. mächtiger Eisbedeckung. Die verschiedenen Rückzugsstadien des Aaregletschers (und in geringem Umfang auch des Rhonegletschers) können durch die Korrelation der verschiedenen Seitenmoränenzüge mit den entsprechenden Endmoränen festgelegt werden.

GERBER (1927) ging auf seiner geologischen Karte von Bern und Umgebung von insgesamt sechs Rückzugsstadien aus, die er 1955 durch drei weitere Stadien im Gebiet Bantiger–Grauholz ergänzte. WAGNER (1986, 1999) nahm mittels detaillierter Geländeaufnahmen im unteren Worbletal eine weitere Differenzierung der Stadien vor. Die höchsten Findlinge und letzteiszeitlichen Moränenvorkommen am Bantiger liegen etwa auf Kote 880 m beim Chatzenstyg bzw. Kote 924 m beim Sängeli östlich des Bantigergipfels und dokumentieren das Bantiger-Stadium (GERBER 1955). Auch auf der Diepoldshusenegg und bei der Gumm nördlich von Biglen wurden Moränenvorkommen bis auf Kote 925–945 m festgestellt. Die nordöstlich der oben erwähnten Linie kartierten Moränenrelikte werden, entgegen der Auffassung von ZIENERT (1979), der Grössten Vergletscherung (Riss nach herkömmlicher paläogeographischer Nomenklatur) zugeordnet und stammen vom Rhone-, evtl. auch vom Aaregletscher (s. S. 28).

Wie in der Grössten Vergletscherung stiess der Aaregletscher auch beim Hochstand der Letzten Vergletscherung mit dem Rhonegletscher zusammen und wurde von diesem nach Nordosten abgedrängt. Während des Rückzuges der beiden Gletscher kam es am Hang südlich der Stockeren zu einer Gletschergabelung, wobei das Zungenende des Aaregletschers eine Zeit lang entgegen der heutigen Fliessrichtung der Worble ins Worbletal hineindrang (WAGNER 1986, vgl. GERBER 1955), was die worbletalaufwärts abtauchenden Moränenwälle zwischen Bolligen und Stettlen erkennen lassen. Beim Burech und Hüenerbüel (östlich von Bolligen) und Schärmenwald (südlich von Ittigen) dürfte es sich um Mittelmorä-

nenhügel handeln, die beim Rückzug der beiden Gletscher gebildet wurden. Ausgehend von diesen Beispielen hat WAGNER (1997, 1999) eine grössere Anzahl von weiteren Mittelmoränen im Gebiet östlich von Bern beschrieben und kartiert. Auf Blatt Worb wurde jedoch auf deren explizite Darstellung verzichtet, da die Identifikation von Mittelmoränen in vielen Fällen nicht zweifelsfrei ist.

Das bekannteste Rückzugsstadium des Aaregletschers ist sicher das Bern-Stadium, dessen Wall im Gebiet von Blatt Worb vom Schosshaldefriedhof über den Südhang des Ostermundige- und Dentenbergs weiter nach Südosten zieht und die markanten Moränenwälle von Worbbberg–Enggistein und von Ried–Schlosswil bildet (s. Nebenkarte «Geologische Übersicht 1:200000»). Auf der Hauptkarte sind die Moränenwälle des Bern-Stadiums mit dem Index  $q_{4mB}$  gekennzeichnet. Die nächst jüngeren Stadien sind das Schosshalde-Stadium mit seiner Stirnmoräne bei der Schosshalde (Koord. ca. 603.000/199.400) und das darauf folgende Wittgkofen-Stadium mit seiner Endmoräne beim Schloss Wittgkofen (Koord. 603.300/199.050). Das letzte Stadium des Aaregletschers im Gebiet von Blatt Worb ist das Muri-Stadium, das nach STAEGER (1988) in zwei Staffeln (Muri 1 und Muri 2) gegliedert werden kann. Nach dem bedeutenderen Muri-1-Stadium mit seiner vom Egghölzli in Richtung Südwesten verlaufenden Moräne und dem Muri-2-Stadium, in welchem der Gletscher nach STAEGER (1988) bis in das Gebiet bei Aarwil reichte, zog sich der Aaregletscher rasch aus dem Becken von Muri–Kehrsatz–Belp zurück (SCHLÜCHTER 1976).

Für eine ausführlichere Beschreibung der verschiedenen letzteiszeitlichen Rückzugsstadien des Aaregletschers sei auf die Arbeiten von GERBER (1920, 1927, 1955), NUSSBAUM (1922), RUTSCH (1967a), ZIENERT (1979), WAGNER (1986, 1998, 1999) und STAEGER (1988) verwiesen.

### *Erratische Blöcke*

Im Verbreitungsgebiet der letzteiszeitlichen Gletscherablagerungen sind Findlinge recht häufig, obwohl im Laufe der Zeit viele an der Erdoberfläche liegende Blöcke, auch grössere, zerstört und als Baumaterial verwendet wurden (z.B. BACHMANN 1871, GERBER & SCHMALZ 1948, RUTSCH 1967b).

Eine Anzahl Findlinge im Gebiet von Blatt Worb ist unter Schutz gestellt. Sie sind im Verzeichnis der geschützten geologischen Objekte des Kantons Bern (SCHMALZ et al. 1987) aufgelistet. Erwähnenswert sind insbesondere die 32 geschützten Erratiken auf dem Gümligen- und Dentenberg (u.a. mit einem Gedenkstein für den Geologen E. Gerber), die 10 Gedenksteine für die Forstmeister und Oberförster der Burgergemeinde Bern im Grauholz und im Sädelbachwald (SCHMALZ et al. 1987), die vier Chatzenstyg-Findlinge südlich des Bantigers, die 29 Blöcke im Eiszeitreservat des Ostermundigebergs (SCHMALZ 1980) sowie der 1987 beim Bau des Zivilschutzzentrums Stettlen gehobene «Munggestein» mit einer Kubatur von rund 150 m<sup>3</sup> (WAGNER 1999). Ein Verzeichnis der Findlinge im Gebiet der Gemeinde Ittigen ist bei WAGNER (1998) zu finden.



### *Drumlins und Rundhöcker*

Drumlins kommen im Gebiet von Blatt Worb nur nordwestlich des Grauholzes vor. Sie gehören zum grossen Drumlinfeld, das sich zwischen Wohlen und Jegenstorf erstreckt (s. Nebenkarte «Geologische Übersicht 1:200000» und Atlasblatt Bern; vgl. STAEGER 1988, WAGNER 2001).

Rundhöcker treten sowohl im Gebiet der letzteiszeitlichen Gletscherausdehnung auf (u.a. Manne- und Hätteberg, Hügel im Gross Hüenliwald [GERBER 1915]) als auch auf einigen der ausserhalb davon gelegenen Anhöhen am Übergang zum Emmental (u.a. Lüseberg–Diepoldshusenegg, Schönenwasenwald–Blasen). Einzelne Hügel konnten durch Bohrungen als Rundhöcker mit geringmächtiger Moränenbedeckung identifiziert werden, z.B. die Anhöhe im Gheiholz auf dem Dentenberg oder der Hügel P. 622 m nordöstlich der Station Worb SBB. Molassekerne lassen sich auch in vereinzelt Moränenwällen finden, z.B. im Eichlihubel bei Allmendingen (GRUNER 1989) oder im Mirchelberg südlich der Hauptstrasse Grosshöchstetten–Zäziwil.

### **q<sub>4sE</sub>      Stauschotter im Emmental**

Während des letzteiszeitlichen Maximums wurde das Emmental bei Burgdorf vollständig durch den Rhonegletscher abgeriegelt. Dadurch erfolgte im Haupt- und in den Seitentälern eine mächtige Aufschüttung von Stauschottern, die stellenweise von feinkörnigen Stillwasserablagerungen, den so genannten «Stauletten», überlagert werden (ANTENEN 1909, GERBER 1950). Im Nordosten des Gebietes von Blatt Worb finden sich diese Ablagerungen in Form von gut erkennbaren, ca. 20–30 m über den jüngsten Alluvionen der Emme liegenden Terrassen. In den Seitentälern wurden vereinzelte Vorkommen bis auf Kote 660 m (im unteren Äschbachgraben), Kote 710 m (im Widimattgraben) bzw. Kote 780 m (südlich von Landiswil) festgestellt.

Aufschluss über Material und Aufbau der Stauschotter und «Stauletten» im Emmental gibt die Kiesgrube beim Eichholz südlich von Hasle b.B. (Koord. ca. 616.400/206.500, rund 500 m nördlich des Gebietes von Blatt Worb), wo fluviale, partiell verkittete Schotter von ca. 4 m gelbbraunem, geschichtetem Lehm überlagert werden. Etwa in der Mitte der Schotterabfolge lässt sich eine diskontinuierliche grobblockigen Lage über einer rinnenförmig in das Liegende greifenden Erosionsfläche beobachten.

Ein grosser Teil der Materialzufuhr für die Stauschotter im Emmental erfolgte durch die Talung von Zäziwil–Signau, das Bigetal und das Lindental–Underbärgetal, die als Hauptabflussrinnen der Schmelzwässer aus dem Aaregletscher während dessen Abriegelung durch den Rhonegletscher bei Bern dienten. Die Anlage dieser Rinnen erfolgte mit Sicherheit vor der Letzten Vergletscherung, dürfte möglicherweise aber auch deutlich älter sein (mündl. Mitt. C. Schlüchter).

#### **q<sub>4sO</sub>      Stauschotter von Ostermundigen und von Kehrsatz**

Die Stauschotter von Ostermundigen (Dennigkofe- und Oberfeldterrasse) wurden geschüttet, als sich in einem letzteiszeitlichen Rückzugsstadium (Oberes Ittigen-Stadium, WAGNER 1999) zwischen der rechten Flanke des Aaregletschers und dem Ostermundigeberg ein eisfreier Trog bildete, der in der Folge vollständig mit sandigem, z.T. siltigem Kies, oft in Deltaschrägschichtung, aufgefüllt wurde. Ausserdem enthalten die Stauschotter von Ostermundigen grössere Molassegerölle, Lehm sowie Nester von Blockmoräne (GERBER 1955, SCHMALZ 1980). Auch die höher gelegenen Schotter am Sandbüel nördlich von Kehrsatz sind vermutlich als Füllung eines lokalen eisfreien Troges zu verstehen.

#### **q<sub>4sF</sub>      Rückzugsschotter der Letzten Vergletscherung («Felderschotter» und Äquivalente)**

Beim Rückzug des Aaregletschers wurden in tiefer gelegenen Lagen ausserhalb des jeweiligen Endmoränenkranzes weiträumige Schotterfelder (Sander) aufgebaut (BALTZER 1896, NUSSBAUM 1934). Auf Blatt Worb sind dies die Ebene von Ostermundigen und das Gebiet Wittigkofen–Murifeld–Schürmatt. Einen Überblick über die Verbreitung der zahlreichen «Felder» von Bern und Umgebung gibt die Nebenkarte «Geologische Übersicht 1:200000».

Letzteiszeitliche Rückzugsschotter finden sich auch in Form von Terrassen auf beiden Talseiten des Aaretals (z.B. Uelersacher bei Rubigen und Ober-Selhofen nördlich von Kehrsatz), im Chisetal (bei Rinkhofen und südlich von Grosshöchstetten), zwischen Richigen und Worb sowie im mittleren Worbletal zwischen Boll und Rörswil (u.a. Stützli, Deisswil und Sinneringen). Die Schotterterrassen im mittleren Worbletal weisen ein talaufwärts und teilweise auch zur Talflanke hin gerichtetes Gefälle auf. In der heute wieder aufgefüllten Kiesgrube in der Terrasse von Deisswil stellte GERBER (1955) horizontal geschichtete und talaufwärts einfallende Lagen von Sand und Kies sowie zahlreiche kubikmeter-grosse Blöcke, z.T. mit Gletscherpolitur, fest (s.a. BALTZER 1896). Am Südwestrand der oberen Terrasse von Sinneringen liegen über 10 m mächtige, glazialtektonisch deformierte randglaziale Sande vor, in welche Rinnen eingetieft sind, die mit fluvioglazialen Schottern mit grössten Geröllen von 0,5 m Durchmesser gefüllt sind. Noch gröbere Schotter stehen in der unteren Terrasse von Sinneringen unter geringmächtiger Moränenbedeckung an. Bei den Schotterterrassen im mittleren Worbletal handelt es sich um unmittelbar am Gletscherrand geschüttete, morphologisch mit Kameterrassen vergleichbare Ablagerungen. Sie wurden während sukzessiver Rückzugsphasen des vom Rhonegletscher abgedrängten, von unten her ins Worbletal eindringenden Aaregletschers gebildet (s. S. 35). Ein grosser Teil der Schmelzwässer des Aaregletschers floss damals entgegen der heutigen Fliessrichtung von Worble und Lindentalbach über Boll durch das Lindental ab.

## Spätpleistozän – Holozän

### q<sub>5s</sub> Spät- bis postglaziale Schotter

Eine isolierte Terrasse nördlich von Belp, wenige Meter über der alluvialen Talsohle gelegen, wird als spät- bis postglaziales Schotterfeld interpretiert (vgl. auch Atlasblatt Münsingen und BECK & RUTSCH 1958). Ob es sich hier um spätglaziale Schotter handelt, d. h. um Ablagerungen in der näheren Umgebung des sich zurückziehenden Aaregletschers, oder ob zum Zeitpunkt ihrer Bildung der Gletscher schon weit in die Alpen zurückgewichen war (postglaziale Schotter), bleibt offen.

### Kalktuff

Unter dem Begriff Kalktuff werden sowohl Quelltuff (Kalksinter) als auch kreidige Tufferde zusammengefasst. Die Lagerungsverhältnisse dieser Bildungen zeigen ein postglaziales Alter an, ausser möglicherweise beim Vorkommen bei der Müli nordwestlich von Schlosswil. Dieses weist gemäss BALTZER (1896) eine dünne Bedeckung aus Moränenmaterial auf, weshalb er ein letzteiszeitliches Bildungsalter annahm. Möglich ist allerdings auch, dass die Bedeckung aus postglazial verschwemmtem Schutt besteht.

### Bachschuttkegel und Schwemmfächer

Bachschuttkegel bzw. Schwemmfächer haben bei der spät- und postglazialen Entwicklung des Gewässernetzes im Gebiet von Blatt Worb eine wichtige Rolle gespielt. Der mit dem Rückzug des Aaregletschers verbundene starke Rückgang der Schmelzwasserabflussmenge in der Talung von Zäziwil–Signau, im Bigetal und im Lindental–Underbärgetal hatte zur Folge, dass der von den Flanken dieser Rinnen eingetragene Hang- und Bachschutt nicht mehr ausgeräumt werden konnte. Im Lindental (KUHN 1947) und in der Talung Zäziwil–Signau bildeten sich durch Bachschuttkegel Talwasserscheiden, während Bachschutt im Bigetal zwischen Walkringen und Bigenthal einen Riegel aufbaute, der vom Biglebach zwar überwunden werden konnte, jedoch einen Rückstau und dadurch die Bildung des Änggistein- und Wikertswilmooses bewirkte.

### Verlandungssedimente, Sumpf, Ried

Nach dem Rückzug der Gletscher bildeten sich in abflusslosen, durch feinkörnige Grundmoräne abgedichteten Mulden und in Senken zwischen Moränenwällen und Talflanken Sümpfe oder kleine Seen, die mit der Zeit verlandeten. Vereinzelt führte auch der Rückstau durch Schwemmfächerriegel zur Bildung

von Tümpeln und Sümpfen. Die Verlandung geschah durch Eintrag von terrigenem Material (auf der Karte als «Verlandungssedimente, vorwiegend Lehm bis Sand» ausgeschieden) oder durch Bildung von Torfmooren («Verlandungssedimente, vorwiegend Torf»). Im Vilbringenmoos kam vor der Bildung von Torf lokal Seekreide zur Ablagerung (GERBER 1926a, 1927).

Die  $^{14}\text{C}$ -Datierung<sup>1)</sup> und Pollenanalyse einer Torfschicht aus dem Talboden des Worbletals zwischen Bolligen und Ittigen (Koord. 604.060/202.270) ergab ein Bildungsalter von  $10740 \pm 90$  Jahren (Allerød; WAGNER 1998).

Die grössten ehemaligen Torfmoore, Sumpf- und Riedgebiete sind, von West nach Ost: Belpmoos, Gümligenmoos, Vilbringenmoos, Beitiwilmoos, Änggstein- und Wikertswilmoos, Gwattmoos, Talimoos, Armimoos und Inners Moos (östlich von Zäziwil). Diese früheren Feuchtgebiete sind heute praktisch vollständig drainiert und werden intensiv bewirtschaftet.

Als trockengelegte Sümpfe werden auf Blatt Worb diejenigen Gebiete ausgeschieden, die in den ersten Ausgaben des Siegfriedatlas ab 1870 noch als Sümpfe figurierten und seither drainiert wurden.

#### **a Subrezente bis rezente Alluvionen**

Nach dem vollständigen Rückzug des Aaregletschers aus dem Alpenvorland führten fluviale Prozesse zu einer weiteren Auffüllung der Talböden. Dass dieser Prozess nicht abgeschlossen ist, zeigte die Überschwemmung vom Mai 1999, bei der weite Teile des Belpmooses und der Belpmatten von einer dünnen Schlammschicht (= feinkörniges Hochflutsediment) überdeckt wurden.

Im Auftrag des Wasser- und Energiewirtschaftsamtes des Kantons Bern (WEA) wurden in vergangener Zeit in den wichtigsten Quartärtrögen des Kantons eingehende hydrogeologische Untersuchungen durchgeführt. Für das Gebiet von Blatt Worb relevant sind die Berichte über das mittlere Emmental (WERNER & PETRAQUA 1976), das Aaretal zwischen Thun und Bern (KELLERHALS et al. 1981), das Worbletal (KELLERHALS & HAEFELI 1990) und das Chiset al (Kiesental; KELLERHALS + HAEFELI AG 1992). Im Rahmen der Untersuchungen wurden auch detaillierte Feldaufnahmen der Lockergesteine in diesen Trögen vorgenommen. Zusammen mit zahlreichen Sondierungen und geophysikalischen Abklärungen ermöglichte dies eine verfeinerte Gliederung der Deckschichten in den wichtigsten Alluvionen im Gebiet von Blatt Worb ( $\mathbf{a}_{\text{si}}$ ,  $\mathbf{a}_{\text{s}}$ ,  $\mathbf{a}_{\text{ksi}}$  und  $\mathbf{a}_{\text{ks}}$ ; s. Kartenlegende).

Dank einer Vielzahl von weiteren Bohrungen und künstlichen Aufschlüssen (Baugruben usw.) ist die Lithologie der subrezent und rezenten Alluvionen in den meisten Gebieten weitgehend gut bis sehr gut bekannt.

<sup>1)</sup> Lab.-Nr. B 5463, phys. Inst. Univ. Bern, 1992.

### Künstliche Aufschüttungen, verfüllte Gruben, Deponien

Aufgrund der hohen Siedlungs- und Infrastrukturdichte sind künstliche Aufschüttungen, verfüllte Gruben und Deponien besonders im Südwestteil von Blatt Worb verbreitet. Es handelt sich vorwiegend um aufgefüllte Kiesgruben (z.B. Ostermundigen, Kleinhöchstetten, Ätzlischwand) oder Steinbrüche (z.B. Hätteberg), teilweise auch um Schutt- und Kehrlichtdeponien (Lutzeren). Die Angaben des kantonalen Katasters des Amtes für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft (GSA) wurden berücksichtigt.

Tabelle 1: Die wichtigsten Quartäraufschlüsse im Gebiet von Atlasblatt Worb

<i>Einheit</i>	<i>Ort</i>	<i>Koordinaten</i>	<i>Bemerkungen</i>
Fluvioglaziale Rinnen- und Deltaschotter («Höhenschotter»)	KG Ätzlischwand	619.550/199.730	Grube grösstenteils wieder aufgefüllt
	KG Chratzme	617.500/200.100	Deltaschrägschichtung im unteren Bereich; Fig. 6
	Ankenhüsli (Luterbach)	611.075/203.430	—
Raintal-Deltaschotter	Raintalwald	606.380/194.875	Deltaschrägschichtung
Münsingen-Schotter	KG Schwarzbach bei Rubigen	607.400/195.525	Grossflächige Aufschl. im N-Teil der Grube; Fig. 7 u. 8
Karlsruhe-Schotter	Worbentalstrasse Ittigen	602.600/203.025	Deltaschrägschichtung; Aufschl. z.T. überwachsen
Grauholz-Schotter	Lindebüel/Eggwald W Grauholz	603.110/205.810	Alte, kleine Grube, grösstenteils überwachsen
Rinnenschotter	Strasse Boll–Utzigen	609.410/200.460	Kleiner Strassenaufschluss
Stauschotter im Emmental	KG Eichholz, Hasle b.B.	616.400/206.500	Grossflächiger Aufschl., im Dach ca. 4 m «Stauletten»
Stauschotter von Ostermundigen	Alte KG Oberfeld	604.380/201.130	Kleiner Aufschluss im NW-Teil der Grube

Stand der Angaben: August 2001. Die KG (= Kiesgrube) Eichholz liegt etwa 500 m nördlich des Gebietes von Blatt Worb.

## TEKTONIK

Im Gebiet von Blatt Worb fallen die Molasseschichten generell leicht gegen Südosten ein und sind zu flachen Synklinal- und Antiklinalstrukturen verbogen (Taf. I).

In der Nordwestecke des Atlasblattes gehören die Schichten mit ihrem relativ steilen Einfallen von etwa  $10^\circ$  Richtung Südosten zum Südschenkel der weit ausgreifenden Wohlen-Antiklinale (s. NUSSBAUM 1925).

Gegen Südosten nimmt der Fallbetrag der Schichten kontinuierlich ab. Auf einer Linie Walkringen–Brandiswald–Schwanden–Ramsei liegt die Molasse praktisch horizontal, um weiter in Richtung Blasenflue wieder leicht anzusteigen. Diese Mulde wurde von DELLA VALLE (1965) als Ramsei-Synklinale bezeichnet (s. Nebenkarte «Geologische Übersicht 1:200000»).

Die südöstlich anschliessende, schwache Aufwölbung trennt die Ramsei von der Belpberg-Synklinale (RUTSCH 1928) im Süden und wird hier als Blasenflue-Antiklinale bezeichnet. Diese Aufwölbung klingt im Südwesten im Gebiet des Hürnbbergs und im Nordosten nördlich von Signau aus.

Die verschiedenen Synklinal- und Antiklinalstrukturen weisen infolge einer vom Bantiger zur Blasenflue verlaufenden Axialkulmination ein leichtes axiales Gefälle gegen Nordosten in Richtung Emmental und gegen Südwesten in Richtung Aaretal auf.

## HYDROGEOLOGIE

Auf Blatt 1167 Worb der vom Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern (WEA) publizierten Gewässerschutzkarte des Kantons Bern 1:25000 sind sämtliche öffentlich genutzten Quell- und Grundwasserfassungen verzeichnet. Die Karte enthält Angaben über die konzessionierten Entnahme- bzw. Schüttungsmengen und die ausgeschiedenen Schutzzonen und -areale. Auf Blatt Worb des Geologischen Atlas 1:25000 wurden zudem auch ausgewählte kleinere, private Fassungen und Quellstollen vermerkt. Die eingetragenen Zeichen verkörpern dabei häufig nur die so genannte Einlaufbrunnstube, da die genaue Lage der eigentlichen Quelfassung in vielen Fällen nicht bekannt ist.

Die wichtigsten Grundwasservorkommen im Gebiet von Blatt Worb waren, wie im Kapitel «Subrezente bis rezente Alluvionen» bereits erwähnt, Gegenstand von mehrjährigen hydrogeologischen Untersuchungen, welche das WEA durch verschiedene hydrogeologische Büros durchführen liess.

Eine zusammenfassende Übersicht über die Ausdehnung der Vorkommen von Lockergesteinsgrundwasser sowie die potenziellen Nutzungsmöglichkeiten des Grundwassers gibt die vom WEA im Jahre 1998 publizierte Übersichtskarte «Grundwasservorkommen» im Massstab 1:100000. Ebenfalls zu erwähnen ist das Blatt Saane/Sarine der Hydrogeologischen Karte der Schweiz 1:100000 (mit Erläuterungen).

## **BOHRUNGEN**

Im Bereich des kartierten Gebietes wurden in den vergangenen Jahren mehrere Hundert Sondierbohrungen abgeteuft. Diese künstlichen Aufschlüsse dienten der Grundwasserprospektion, Baugrunduntersuchungen und der Installation von Wärmepumpen.

Gegen 300 Bohrungen wurden 1970 im Rahmen von seismischen Untersuchungen durch die Pétroles d'Aquitaine (Berne) S.A. abgeteuft. Die vom WEA ausgewerteten Spülbohrungen wurden, wo sinnvoll, ebenfalls auf die Karte übertragen.

Bei wichtigeren Bohrungen wurde die Tiefe des Daches von Quartärformationen und z.T. die Endtiefe bzw. die Tiefe der Felsoberfläche angegeben.

## **ROHSTOFFE**

### **Molassesandstein**

Zahlreiche grössere und kleinere, mehrheitlich aufgelassene Steinbrüche sind Zeugen des Bausandsteinabbaus in der Umgebung von Bern, der im 15. Jahrhundert seinen Anfang nahm und bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts in grossem Umfang betrieben wurde (SCHMALZ 1980, LABHART 1997). Nach 1870 war der Ostermundiger Steinbruch für einige Zeit der grösste in der Schweiz (LABHART 1997). Heute wird der wenig verwitterungsresistente Sandstein nur noch zu Renovationszwecken abgebaut. Die Mehrzahl der Steinbrüche befindet sich in den Sense-Schichten (d.h. in der auch als so genannter Berner Sandstein bekannten Abfolge), ein kleinerer Teil im unteren Abschnitt der Belpberg-Schichten.

Sandsteine zum Bau der Gebäude in der Berner Altstadt wurden u.a. in den grossen Steinbrüchen an der Stockeren (Koord. 605.450/203.500), am Hätteberg

(Koord. 604.800/201.200), im Steigrüebli (Koord. 605.200/200.900), am Ostermundigeberg (Koord. 604.200/199.800) und am Harnischhuet (Koord. 606.400/204.075) abgebaut. Für die Erhaltung der Bauten in der Berner Altstadt ist von den oben genannten nur noch der Ostermundiger Steinbruch in Betrieb. Ausserdem wird Sandstein noch in einem grösseren Steinbruch nordöstlich des Thorbergs (Koord. 609.900/205.950) abgebaut.

### **Kies**

Im Gebiet von Blatt Worb befinden sich zahlreiche, meist kleine Kiesgruben, die grösstenteils nur periodisch abgebaut wurden und heute aufgelassen sind. Kies hat man aus folgenden Formationen gewonnen: Molassenagelfluh, «Höhenschotter», Vorstossschotter der Letzten Vergletscherung (v.a. Münsingen-Schotter), Rinnenschotter, Stauschotter, «Felderschotter», z.T. auch kiesreiche Moräne. Die bedeutendsten Gruben befanden sich in Ostermundigen, wo in der Ebene die «Felderschotter» und auf der Oberfeldterrasse die Stauschotter ausgebeutet wurden. Die grössten heute noch in Betrieb stehenden Abbaustellen sind das Kieswerk Schwarzbach bei Rubigen (Koord. 607.600/195.250; Münsingen-Schotter), die Kiesgrube Chratzme südwestlich von Landiswil (Koord. 617.500/200.100; «Höhenschotter») sowie die Kiesgrube Ätzlischwand südöstlich von Landiswil (Koord. 619.550/199.730; «Höhenschotter»).

### **Früher abgebaute Rohstoffe**

Bis zum Beginn des 20. Jahrhundert wurden lokale Rohstoffvorkommen in weit stärkerem Masse als heute genutzt. Der danach einsetzende Rückgang der Abbautätigkeit war die Folge der sinkenden Nachfrage durch das Aufkommen wirtschaftlich günstigerer Rohstoffquellen. Hinzu kam die rasche Erschöpfung der meist nur kleinen Vorkommen.

Die einst sehr zahlreich vorhandenen erratischen Blöcke, vor allem solche aus Aaregranit, wurden seit gallorömischer Zeit als Mauersteine, ab dem 16. Jahrhundert auch zur Herstellung von Treppenstufen, Brunnentrögen, Mühlsteinen usw. verwendet (LABHART 1997). Eine weitere Quelle von Bausteinen war das Kalktufflager bei der Deichelhullen östlich von Walkringen (BALTZER 1896).

Die Muschelsandstein- und Muschelnagelfluhbänke in der Umgebung des Bantigers wurden früher zur Herstellung von March- und Mühlsteinen abgebaut, so z.B. bei der Lokalität Mülistei (RUTSCH 1971; Koord. 608.120/203.950).

Lehm für Hafner- und Töpferarbeiten wurde u.a. in der «Leimgrube» in Gümligen (Koord. 605.000/198.350) aus Moränenlehm abgebaut (SCHMALZ 1980), während man die leicht tonhaltige Tufferde (Gletscherkreide) aus dem Vorkommen bei der Müli bei Schlosswil zur Herstellung von Backsteinen verwendete (BALTZER 1896).



Torfausbeutung von geringem Ausmass und nur lokaler Bedeutung wurde in verschiedenen ehemaligen Mooregebieten vorgenommen. Grössere Mengen von Torf wurden nur im Gümligenmoos (SCHMALZ 1980), im Vilbringenmoos (GERBER 1926a) und im Änggistemoos (Koord. 612.500/198.250) abgebaut.

Aus dem Goldbach dürfte in früherer Zeit Flussgold gewaschen worden sein. Trotz seines Namens gehört er aber nicht zu den am stärksten Gold führenden Gewässern im Emmental. Heutzutage besteht keine Aussicht auf ergiebige Funde, da der Bach begradigt und verbaut ist, was die Bildung von Goldkonzentrationen beeinträchtigt (LÜTHI 1996). Die Goldwäscherei im Emmental erreichte ihren Höhepunkt im 17. und 18. Jahrhundert; sie war allerdings nie sehr ergiebig.

## SIEDLUNGSGESCHICHTLICHE FUNDE UND ELEMENTE

Die in der Karte eingetragenen siedlungsgeschichtlichen Funde entstammen dem Hinweisinventar des Archäologischen Dienstes des Kantons Bern (Stand Juni 1996). Es handelt sich um Objekte aus der Zeit zwischen Neolithikum und Mittelalter. Besondere Erwähnung verdienen der römische Gutshof von Worb-Sunnhalden, dessen Überreste 1986/87 in einer Notgrabung dokumentiert wurden (RAMSTEIN 1998), sowie das römische Grab am Worbberg (Koord. 610.450/198.405; mündl. Mitt. Archäologischer Dienst Kt. Bern). Dieses kam im Wurzelballen eines Ende 1999 durch den Sturm «Lothar» gefällten Baumes zum Vorschein und wurde erst nach dem Druck der Karte entdeckt. Die beiden römischen Funde stammen aus dem 3. Jahrhundert.

Aus siedlungsgeschichtlicher wie auch hydrographischer Sicht interessant ist die Ausleitung des Binglebachs Richtung Worb. Seit der Mitte des 14. Jahrhunderts bekommt die bei Worblaufen in die Aare mündende Worble einen namhaften Zuschuss aus dem zum Emmental hin entwässernden Binglebach. Durch einen Kaufvertrag erhielt der Freiherr Kien von Worb von den Kyburgern, den Herren im Bigetal, die Erlaubnis, Wasser zum Betrieb seiner Schlossmühle aus dem Binglebach abzuzweigen und über Enggistmoos nach Worb zu leiten. Bis heute wird der Enggistmoosbach<sup>1)</sup> bei der Schleuse im Wikertswilmoos nordwestlich vom Metzgerhüsi (Koord. 198.200/612.975) vom Binglebach abgezweigt (GUGGER 1997, VISCHER 1998). Diese Ausleitung war ohne grösseren baulichen Aufwand möglich, weil die zwischen dem Wikertswil- und dem Änggistmoos verlaufende Wasserscheide kein nennenswertes Relief aufweist.

---

<sup>1)</sup> Der Name erscheint nicht auf der Landeskarte der Schweiz 1:25 000. Auf dem Übersichtsplan 1:10 000 des Vermessungsamtes des Kt. Bern ist der Kanal als Worble bezeichnet.

## LITERATURVERZEICHNIS

- ANTENEN, F. (1909): Mitteilungen über das Quartär des Emmentales. – *Eclogae geol. Helv.* 10, 772–798.
- BACHMANN, I. (1871): Die wichtigsten erhaltenen oder erhaltungswürdigen Fündlinge im Kanton Bern. – *Mitt. natf. Ges. Bern* (1871), 32–88.
- BALTZER, A. (1896): Der diluviale Aargletscher und seine Ablagerungen in der Gegend von Bern, mit Berücksichtigung des Rhonegletschers. – *Beitr. geol. Karte Schweiz* 30.
- BECK, P. & RUTSCH, R.F. (1958): Münsingen–Konolfingen–Gerzensee–Heimberg. – *Geol. Atlas Schweiz* 1:25000, Erläut. 21.
- BLAU, R. V. (1973): Hydrogeologische Kartenskizze der Region Bern, 1:100000. In: Grundwasservorkommen und Wasserversorgung in der «Region» Bern. – *Jb. geogr. Ges. Bern* 50 (1970–1972), 1–19.
- DOLLINGER, J. (1997): Geologie und Hydrogeologie der Unteren Süswassermolasse im SBB-Grauholtzunnel bei Bern. – *Geol. Ber. Landeshydrol. u. -geol.* 21.
- GERBER, E. (1913): Jensberg und Brüttelen, zwei Ausgangspunkte für die Molasse-Stratigraphie des bernischen Mittellandes. – *Eclogae geol. Helv.* 12/4, 451–476.
- (1915): Der Hünliwald-Hügel zwischen Muri und Allmendingen südöstlich Bern. – *Mitt. natf. Ges. Bern* (1915), 3.
- (1920): Ueber den Zusammenhang der Seitenmoränen am Gurten und Längenberg mit den Endmoränen von Bern und Umgebung. – *Mitt. natf. Ges. Bern* (1919), XXXIV–XXXIX.
- (1923): Ueber die Zweiteilung der Meeresmolasse in der Umgebung von Bern. – *Eclogae geol. Helv.* 18/2, 246–249.
- (1926a): Ueber die Entstehung der Torfmoore südöstlich Bern. – *Mitt. natf. Ges. Bern* (1925), 20–23.
- (1926b): Ueber die Molasse im Amtsbezirk Bern, oder: Lassen sich aus den Molasseprofilen diluviale Krustenbewegungen nachweisen? – *Mitt. natf. Ges. Bern* (1925), 38–58.
- (1927): Geologische Karte von Bern und Umgebung 1:25000. – Kümmerly & Frey, Bern.
- (1929): Der Muschelsandstein des Biembachgrabens im Unteremmental und dessen stratigraphische Bedeutung. – *Mitt. natf. Ges. Bern* (1928), 18–24.
- (1932): Andeutungen von Sedimentationszyklen in der Molasse des bernischen Mittellandes. – *Eclogae geol. Helv.* 25/2, 238–242.
- (1941): Über Höhenschotter zwischen Emmental und Aaretal. – *Eclogae geol. Helv.* 34/1, 1–16.
- (1950): Fraubrunnen–Wynigen–Hindelbank–Burgdorf. – *Geol. Atlas Schweiz* 1:25000, Erläut. 22.
- (1953): Über die Säugetierreste aus den Karlsruhe-Schottern bei Bern. – *Eclogae geol. Helv.* 46/2, 208–210.
- (1955): Ergebnisse glazialgeologischer Studien nordöstlich von Bern. – *Mitt. natf. Ges. Bern* [N. F.] 12, 3–21.
- GERBER, E. & SCHMALZ, K.L. (1948): Findlinge. – *Berner Heimatbücher* 34. Haupt, Bern.
- GERBER, M.E. (1982): Geologie des Berner Sandsteins. Das Burdigalien zwischen Sense und Langete, Kanton Bern. – *Diss. Univ. Bern*.
- GRUNER, U. (1989): Geographie und Geologie von Allmendingen. In: Viertelsgemeinde Allmendingen (Hrsg.): Allmendingen – eine kleine Gemeinde vor den Toren Berns, dem Kranz der Alpen zugewendet (S. 11–16). – Stämpfli, Bern.
- (1993): Eiszeitliche Trogbildungen im Raum Bern. – *Mitt. natf. Ges. Bern* [N.F.] 50, 35–43.
- GUGGER, H. (1997): Ittigen – Eine junge Gemeinde mit alter Geschichte. – *Einwohnergemeinde Ittigen* (Hrsg.). Stämpfli, Bern.

- HABICHT, J. K. A. (1987): Internationales stratigraphisches Lexikon, Bd. I: Europa, Fasz. 7 Schweiz, 7b Schweizerisches Mittelland (Molasse). – Schweiz. geol. Komm. und Landeshydrol. u. -geol.
- HANTKE, R. (1968): Erdgeschichtliche Gliederung des mittleren und jüngeren Eiszeitalters. – In: DRACK, W., DEGEN, R., FELLMANN, R., VOGT, E. & WYSS, R. (Hrsg.): Ur- und frühgeschichtliche Archäologie der Schweiz. Bd. 1: Die Ältere und Mittlere Steinzeit (S. 7–26). – Schweiz. Ges. f. Ur- u. Frühgesch.
- (1980): Eiszeitalter, Bd. 2. – Ott, Thun.
- KAUFMANN, F. J. (1872): Rigi und Molassegebiet der Mittelschweiz. – Beitr. geol. Karte Schweiz 11.
- (1886): Emmen- und Schlierengegenden nebst Umgebungen bis zur Brünigstrasse und Linie Lungern–Grafenort. – Beitr. geol. Karte Schweiz 24/1.
- KELLER, B. (1989): Fazies und Stratigraphie der Oberen Meeresmolasse (Unteres Miozän) zwischen Napf und Bodensee. – Diss. Univ. Bern.
- KELLERHALS + HAEFELI AG (1992): Hydrogeologie Kiesental. – Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern (WEA).
- KELLERHALS, P. & HAEFELI, C. (1990): Hydrogeologie Worblental. – Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern (WEA).
- KELLERHALS, P., HAEFELI, C. & TRÖHLER, B. (1981): Hydrogeologie Aaretal zwischen Thun und Bern. – Wasser und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern (WEA).
- KELLERHALS, P. & ISLER, A. (1983): Profilserie durch die Quartärfüllung des Aare- und des Gürbetroses zwischen Thunersee und Bern. – Eclogae geol. Helv. 76/2, 417–430.
- KUHN, W. (1947): Das Worblental. Natur und Kultur mit besonderer Berücksichtigung der wirtschaftlichen Entwicklung. – Diss. phil. Fak. II Univ. Bern. Aeschbacher, Worb.
- LABHART, T. (1997): Festgesteine für Bauzwecke. Historische Bausteine der Schweiz. In: KÜNDIG, R., MUMENTHALER, T., ECKARDT, P., KEUSEN, H. R., SCHINDLER, C., HOFMANN, F., VOGLER, R. & GUNTLI, P. (Hrsg.): Die mineralischen Rohstoffe der Schweiz (S. 175–204). – Schweiz. geotech. Komm.
- LÜTHI, W. (1996): Gold aus dem Emmental und der Aare. In: PFANDER, P. & JANS, V. (Hrsg.): Gold in der Schweiz (S. 46–66). – Ott, Thun.
- MATTER, A. (1964): Sedimentologische Untersuchungen im östlichen Napfgebiet (Entlebuch – Tal der Grossen Fontanne, Kt. Luzern). – Eclogae geol. Helv. 57/2, 315–428.
- NUSSBAUM, F. (1922): Das Moränengebiet des diluvialen Aaregletschers zwischen Thun und Bern. – Mitt. natf. Ges. Bern (1921), 42–84.
- (1925): Über den Nachweis einer Molasse-Antiklinale nördlich von Bern. – Mitt. natf. Ges. Bern (1924), 26–28.
- (1934): Ältere und jüngere Diluvialschotter bei Bern. – Eclogae geol. Helv. 27/2, 352–368.
- PENCK, A. & BRÜCKNER, E. (1901–1909): Die Alpen im Eiszeitalter (3 Bände). – Tauchnitz, Leipzig.
- PFISTER, T. & WEGMÜLLER, U. (1994): Beschreibung, Vergleich und Verbreitung der Bivalven-Arten aus den Belpbergsschichten (Obere Meeresmolasse, mittleres Burdigalien) in der Umgebung von Bern, Schweiz. 1. Teil: Palaeotaxodonta und Pteriomorpha, exklusive Ostrea. – Eclogae geol. Helv. 87/3, 895–973.
- (1998): [...] 2. Teil: Ostrea, Hederodonta *pro parte* (Lucina, Chamacea, Carditacea und Cardiacina). – Eclogae geol. Helv. 91/3, 457–491.
- (1999): [...] 3. Teil: Heterodonta *pro parte* (Macracia, Solenacea und Tellinacea). – Eclogae geol. Helv. 92/3, 394–449.
- (2000): [...] 4. Teil: Veneracea. – Eclogae geol. Helv. 93/3, 445–470.

- (2001): [...] 5. Teil: Heterodonta *pro parte* (Myacea, Hiatellacea, Pholadacea), Anomalodesmata (Pholadomyacea, Pandoracea, Clavagellacea), Nachtrag zu Palaeotaxodonta (Nuculacea, Nuculanacea), Pteriomorpha (Pectinacea) und Heterodonta (Carditacea, Cardiacacea, Solenacea). – *Eclogae geol. Helv.* 94/3 (im Druck).
- RAMSTEIN, M. (1998): Worb-Sunnhalde – ein römischer Gutshof aus dem 3. Jahrhundert. – *Berner Lehrmittel- u. Medienverl.*, Bern.
- RUTSCH, R.F. (1926): Zur Stratigraphie und Tektonik der Molasse südlich von Bern. – *Eclogae geol. Helv.* 19/3, 673–678.
- (1928): Geologie des Belpberges. Ein Beitrag zur Kenntnis der Stratigraphie und Tektonik der marinen Molasse südlich von Bern. – *Mitt. natf. Ges. Bern* (1927), 1–194.
- (1933): Beiträge zur Geologie der Umgebung von Bern. – *Beitr. geol. Karte Schweiz* [N.F.] 66.
- (1947): Geologische Kartenskizze des Gebietes zwischen Gürbe und Sense, 1:33333. In: Molasse und Quartär im Gebiet des Siegfriedblattes Rüeggisberg (Kanton Bern) (Taf. 3). – *Beitr. geol. Karte Schweiz*. [N.F.] 87.
- (1955): Die fazielle Bedeutung der Crassostreen (Ostreida, Mollusca) im Helvétien der Umgebung von Bern. – *Eclogae geol. Helv.* 48/2, 453–464.
- (1967a): Neuenegg–Oberbalm–Schwarzenburg–Rüeggisberg. – *Geol. Atlas Schweiz* 1:25000, Erläut. 26.
- (1967b): Leitgesteine des rissseiszeitlichen Rhonegletschers im Oberemmental und Napfgebiet (Kt. Bern und Luzern). – *Mitt. natf. Ges. Bern* [N.F.] 24, 21–36.
- (1970): Probleme der Grundwassererschliessung und des Grundwasserschutzes im schweizerischen Mittelland. – *Eclogae geol. Helv.* 63/2, 483–499.
- (1971): Die geologische Geschichte der Umgebung von Krauchthal. In: *Lehrerschaft des Amtes Burgdorf und der Kirchgemeinden Utzenstorf und Bätterkinden in Verbindung mit der Gemeinde Krauchthal* (Hrsg.): *Heimatsbuch Krauchthal/Thorberg* (S. 13–22). – Haller + Jenzer, Burgdorf.
- RUTSCH, R.F., DROOGER, C.W. & OERTLI, H.J. (1958): Neue Helvétien-Faunen aus der Molasse zwischen Aare und Emme. – *Mitt. natf. Ges. Bern* [N.F.] 16, 1–36.
- RUTSCH, R.F. & SCHLÜCHTER, C. (1973): Stratigraphische Gliederung der Molasse im bernischen Mittelland. – *Mitt. natf. Ges. Bern* [N.F.] 30, 86–90.
- SCHLÜCHTER, C. (1973): Die Münsingenschotter, ein letzteiszeitlicher Schotterkörper im Aaretal südlich Bern. – *Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing.* 39/96, 69–78.
- (1976): Geologische Untersuchungen im Quartär des Aaretals südlich von Bern (Stratigraphie, Sedimentologie, Paläontologie). – *Beitr. geol. Karte Schweiz* [N.F.] 148.
- (1979): Übertiefe Talabschnitte im Berner Mittelland zwischen Alpen und Jura (Schweiz). – *Eiszeitalter u. Gegenwart* 29, 101–113.
- (1987): Talgenese im Quartär – eine Standortbestimmung. – *Geographica helv.* 2, 109–115.
- (1989): Thalgut: Ein umfassendes eiszeitstratigraphisches Referenzprofil im nördlichen Alpenvorland. – *Eclogae geol. Helv.* 82/1, 277–284.
- (1997): Sedimente des Gletschers (Teil I). – *Bull. angew. Geol.* 2/2, 99–112.
- (1999): Sedimente des Gletschers (Teil II). – *Bull. angew. Geol.* 4/1, 67–75.
- SCHLÜCHTER, C. & KELLY, M. (2000): Das Eiszeitalter in der Schweiz (überarbeiteter Neudruck). – *Publ. IGCP 378, geol. Inst. Univ. Bern, Stift. Landschaft u. Kies.*
- SCHLÜCHTER, C. & MÜLLER-DICK, K.A. (1996): Das Eiszeitalter in der Schweiz. – *Publ. IGCP 378, geol. Inst. Univ. Bern, Stift. Landschaft u. Kies.*
- SCHLÜCHTER, C. & WOHLFAHRT, B. (1993): Geologie. In: *Schweizerische Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte, Basel* (Hrsg.): *Die Schweiz vom Paläolithikum bis zum frühen Mittelalter, Bd. 1: Paläolithikum und Mesolithikum* (S. 47–65). – Reinhardt, Basel.

- SCHLUNEGGER, F., BURBANK, D.W., MATTER, A., ENGESSER, B. & MÖDDEN, C. (1996): Magnetostratigraphic calibration of the Oligocene to Middle Miocene (30–15 Ma) mammal biozones and depositional sequences of the Swiss Molasse Basin. – *Eclogae geol. Helv.* 89/2, 753–788.
- SCHMALZ, K.L. (1980): Ostermundigenberg–Grauholz. Führer durch das Eiszeit-Reservat und Beitrag zur Heimatkunde. – Viertelsgemeinde Ostermundigen, Einwohnergemeinde Muri bei Bern u. Forstdirektion des Kantons Bern (Hrsg.). Schoch, Ostermundigen.
- (1985): Heimatkundlicher Führer Bolligen. – Gemeinde Bolligen (Hrsg.). Stämpfli, Bern.
- SCHMALZ, K.L., STALDER, H.A., VOLLENWEIDER, P. & AEBERHARD, T. (1987): Verzeichnis der geschützten geologischen Objekte des Kantons Bern. In: Naturschutzinspektorat des Kantons Bern, Bericht 1986 (Kap. 7). – Mitt. natf. Ges. Bern [N.F.] 44, 71–110.
- SCHOEPFER, P. (1989): Sédimentologie et stratigraphie de la Molasse marine supérieure entre le Gbloux et l'Aar. – Thèse Univ. Fribourg.
- STAEGER, D. (1988): Die geologisch-geotechnischen Verhältnisse der Stadt Bern und Umgebung (Erläuterungen zur Baugrunderkarte). – Beitr. Geol. Schweiz, klein. Mitt. 80.
- STALDER, H.A. (1975): Bericht aus der Abteilung Mineralogie-Geologie-Paläontologie: Neueingänge Paläontologie. – Jb. nathist. Mus. Bern 5 (1972–1974), 41.
- VALLE, G. DELLA (1965): Geologische Untersuchungen in der miozänen Molasse des Blasenfluhgebietes (Emmental, Kt. Bern). – Mitt. natf. Ges. Bern [N.F.] 22, 87–181.
- VISCHER, D. (1998): Vom Biglenbach zum Enggistebach. Eine alte Wasserausleitung im Kanton Bern. – Wasser, Energie, Luft – Eau, Énergie, Air 90/11–12, 297–299.
- WAGNER, G. (1986): Die eiszeitlichen Moränen von Aare- und Rhonegletscher im Gebiet des Worblentals bei Bern. – Mitt. natf. Ges. Bern [N.F.] 43, 63–110.
- (1997): Eiszeitliche Mittelmoränen im Berner Mittelland. – Mitt. natf. Ges. Bern [N.F.] 54, 91–137.
- (1998): Landschaft und Geologie. In: GUGGER, H.: Ittigen. Eine junge Gemeinde mit alter Geschichte (S. 104–128). – Einwohnergemeinde Ittigen (Hrsg.). Stämpfli, Bern.
- (1999): Wie das Worblental eisfrei wurde. Glazialmorphologische Beobachtungen und Deutungen nordöstlich von Bern. – Mitt. natf. Ges. Bern [N.F.] 56, 47–75.
- (2001): Drumlins im Berner Mittelland? Eine begrifflich-morphologische Studie. – Mitt. natf. Ges. Bern [N.F.] 58, 97–114.
- WELTEN, M. (1988): Neue pollenanalytische Ergebnisse über das jüngere Quartär des nördlichen Alpenvorlandes der Schweiz (Mittel- und Jungpleistozän). – Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.] 162.
- WERNER, A. & PETRAQUA (1976): Hydrogeologie Emmental. Teil II: Mittleres Emmental. – Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern (WEA).
- ZIENERT, A. (1979): Die Würmeisstände des Aaregletschers um Bern und Thun. – Heidelb. geogr. Arb. 49, 10–34.

KARTENVERZEICHNIS<sup>1)</sup>**Geologische Generalkarte der Schweiz 1:200 000**

Blatt 2          Basel–Bern, von P. CHRIST, 1942.

**Geologische Karte der Schweiz 1:100 000**

Blatt VII      Porrentruy–Solothurn (2. Auflage), von L. ROLLIER & E. KISSLING, 1904.  
 Blatt VIII    Aarau–Luzern–Zug–Zürich (2. Auflage), von A. AEPPLI, E. BAUMBERGER, E. BLÖSCH et al., 1913.  
 Blatt XII     Freyburg–Bern, von V. GILLIÉRON, A. JACCARD & I. BACHMANN, 1879.  
 Blatt XIII    Interlaken–Samen–Stanz, von F.J. KAUFMANN, A. BALTZER & C. MOESCH, 1887.

**Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000**

Nr. 21          Münsingen–Konolfingen–Gerzensee–Heimberg (SA 336–339), von P. BECK & R.F. RUTSCH, 1949.  
 Nr. 22          Fraubrunnen–Wynigen–Hindelbank–Burgdorf (SA 142–145), von E. GERBER, 1950.  
 Nr. 26          Neuenegg–Oberbalm–Schwarzenburg–Rüeggisberg (SA 332–335), von R.F. RUTSCH & B.A. FRASSON, 1953.  
 Nr. 75          Eggwil (LK 1188), von E.G. HALDEMANN, H.A. HAUS, A. HOLLINGER, W. LIECHTI, R.F. RUTSCH & G. DELLA VALLE, 1980.  
 Nr. 76          Lyss (LK 1146), von P. KELLERHALS & B. TRÖHLER, 1981.  
 Nr. 100        Bern (LK 1166), von P. KELLERHALS und C. HAEFELI (Geologiebüro) & D. STAEGER, 2000.

**Geologische Spezialkarten**

Nr. 10          Geologische Excursionskarte der Umgebungen von Bern 1:25 000, von F. JENNY, A. BALTZER & E. KISSLING, 1896.

**Hydrogeologische Karte der Schweiz 1:100 000**

Nr. 6          Saane/Sarine, von F. PASQUIER, M. BOUZELBOUDJEN & F. ZWAHLEN, 1999.

**Weitere Publikationen (seit 1900)**

G              GERBER, E. (1927): Geologische Karte von Bern und Umgebung 1:25 000. – Kümmerly & Frey, Bern.  
 N<sub>1</sub>            NUSSBAUM, F. (1930): Geologisches Übersichtskärtchen von Burgdorf und Umgebung, 1:75 000. In: Geographie des Amtes Burgdorf mit Einschluss der Kirchgemeinden Utzenstorf und Bätterkinden. – Heimatbuch Burgdorf, Bd. I (Taf.).  
 N<sub>2</sub>            NUSSBAUM, F. (1936): Exkursionskarte der Umgebung von Bern, 1:75 000 (2. Auflage). – Kümmerly & Frey, Bern.

<sup>1)</sup> Die dazugehörige Übersichtskarte befindet sich am linken Rand von Atlasblatt Worb.

- N<sub>3</sub>      NUSSBAUM, F. (1956): Karte der eiszeitlichen Gletscher [Schweinsberg–Schwarzenburg–Gantrisch–Rüeggisberg], ca. 1:112000. In: Über die geologisch-geographische Beschaffenheit des Amtsbezirkes Schwarzenburg. – Jb. Guggisberg 1954–1956 (Textfig. S. 23).
- R      RUTSCH, R.[F.] (1927): Geologische Karte des Belpberges und seiner Umgebung, 1:25000. – Kümmerly & Frey, Bern.
- S      STAEGER, D. (1988): Baugrundkarte der Stadt Bern und Umgebung, 1:10000. In: Die geologisch-geotechnischen Verhältnisse der Stadt Bern und Umgebung (Erläuterungen zur Baugrundkarte). – Beitr. Geol. Schweiz, klein. Mitt. 80 (1988) und Mitt. natf. Ges. Bern [N. F.] 46 (1989).
- Gewässerschutzkarte des Kantons Bern, 1:25000, Blatt 1167 Worb (1999). – Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern (WEA), Bern.
- Grundwasservorkommen: Übersichtskarte des Kantons Bern, 1:100000 (1998). – Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern (WEA), Bern.